



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
BIOLOGÍA

DROSOPHILA MELANOGASTER COMO MODELO EXPERIMENTAL DE ENSEÑANZA Y
APRENDIZAJE PARA MOSTRAR LAS LEYES DE MENDEL EN EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR

TESIS
QUE PARA OPTAR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
(BIOLOGÍA)

PRESENTA:
VERÓNICA VERA SÁNCHEZ

TUTORA:
M. EN D. BEATRIZ CUENCA AGUILAR

ESCUELA NACIONAL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES Y
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
M. EN C. IRMA ELENA DUEÑAS GARCÍA
DR. JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRIGUEZ
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA ESTADO DE MÉXICO, MARZO DE 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS.

MI ESPOSO

Porque siempre me apoya y me impulsa a seguir adelante; por su amor incondicional y su comprensión, por ser siempre un ejemplo en mi vida y ser mi cómplice.

MI HIJO

Eres sin duda mi motor de vida, mi universo entero. Sé que fue un camino difícil para ambos, pero no imposible.

MIS PADRES

Son símbolo de perseverancia, tenacidad y fortaleza; gracias por cada palabra de aliento y apoyo, los amo.

MIS HERMANOS

Son mis consejeros y aquellas personas que me motivan y que no importando la distancia siempre están presentes.

MIS SOBRINOS

Son esa chispa de vida cada que los veo, la mayor alegría en mi corazón. Ustedes lograron en ese trayecto de mi vida calmar mis preocupaciones, mis miedos y sobre todo relajarme.

MIS ABUELOS

En memoria a ustedes, agradezco sus valores y consejos; siempre serán mi motivación para salir adelante.

AGRADECIMIENTOS.

TUTORES

M. en D. Beatriz Cuenca Aguilar, por su incondicional disposición en brindarme orientación y ayuda para la realización de mi trabajo, por su apoyo y amistad, que me permitieron aprender más en beneficio de mi formación profesional.

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR Y SINODAL

M. en C. Irma Elena Dueñas García, Dr. Jorge Ricardo Gersenowie, Dra. Leticia Gallegos Cázares y Dra. Patricia Ramos Morales por ser mis asesores y brindarme los mejores consejos, propuestas e interés al proyecto. Su sed de conocimiento me motiva a seguir preparándome día con día.

CENTRO ESCOLAR VENUSTIANO CARRANZA

DIR. GRAL. MTRO. SIMÓN CUATETA

DIR. DE NIVEL MARCO ANTONIO FLORES CABRERA

En memoria al Dir. Gral. Mtro. Simón Cuateta por abrirme las puertas de su Institución y brindarme su apoyo durante el proyecto.

A el Dir. de nivel Marco Antonio por acceder a este proyecto y permitirme dar clases de manera distinta a su personal de planta.

GENERACIÓN 2018-2019

A cada uno de los alumnos de esta generación y profesora de aula Irais Roxana Mendoza Sánchez; por ser parte de un proyecto mostrando interés y disposición por aprender de manera diferente. Que no sólo mejorará la calidad de la educación; sino todo lo que me enseñaron, lo llevaré conmigo sin olvidar el trabajo mutuo que obtuvimos.

MADEMS-IZTACALA

Gracias por profesores de excelente calidad profesional, moral y ética. A mis colegas de la generación, fue un placer compartir y discutir información en línea y sobre todo la gran experiencia de haber formado parte de una generación de docentes con una visión más enfocada a nuestra realidad.

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO REFERENCIAL

Importancia de las actividades experimentales para promover el aprendizaje en los alumnos

Drosophila melanogaster

Modelo experimental

Antecedentes

Banco de cultivo en la UNAM

¿Cómo cultivar a *Drosophila melanogaster* ?

Drosophila melanogaster en la enseñanza y aprendizaje de Genética en Educación Media Superior

Genética mendeliana

Leyes de Mendel

Camino a las leyes de mendel

Ley de la uniformidad

Ley de la segregación

Retrocruzamiento de prueba

Ley de la transmisión independiente

Probabilidad

Institución y contexto

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVO GENERAL

Objetivo Particular

HIPÓTESIS

JUSTIFICACIÓN

MÉTODO

Protocolo para las actividades experimentales

RESULTADOS

ANÁLISIS

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk

Prueba U de Mann-Whitney

Prueba de la "t" de Student

Prueba de "F"

Técnica del semáforo

Evidencias de la planeación

DISCUSIÓN**CONCLUSIÓN**

Recomendaciones

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**ANEXOS**

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Pre-test

Anexo B. Post-test

Anexo C. Historieta

Anexo D. Memorama de conceptos

Anexo E. Árbol Genealógico

Anexo F. Evidencias “Identificación y manejo de *Drosophila melanogaster*”

Anexo G. Reporte de Práctica 1

Anexo H. Ejercicios “Primer y segunda ley de Mendel”

Anexo I. Evidencias: “Preparación de cultivo y sexado de progenitores”

Anexo J. Mapa mental “Thomas H. Morgan”

Anexo K. Maqueta de cariotipos “Mutaciones en *Drosophila melanogaster*”

Anexo L. Evidencias “Demostración de la Primera y Segunda ley de Mendel”

Anexo M. Reporte de Práctica “Primer y segunda ley de Mendel”

Anexo N. Dedicatoria “Mi grupo favorito”

Anexo Ñ. Práctica 1: Identificación y manejo de *Drosophila melanogaster*

Anexo O. Escala Estimativa: Práctica 1

Anexo P. Práctica 2: Cultivo y manejo de *Drosophila melanogaster*”

Anexo Q. Práctica 3: Demostración de la primera y segunda ley de Mendel

Anexo R. Escala Estimativa: Práctica 3

Anexo S. Lista de Cotejo: Árbol Genealógico

Anexo T. Lista de grupo: Asistencia, Proyectos y Participación

Anexo U. Lista de Cotejo: Mapa Conceptual

Anexo V. Lista de cotejo: Maqueta de cariotipo

Anexo W. Rúbrica: Exposición

Anexo X . Planeación

RESUMEN

En este trabajo de tesis se describe el desarrollo y resultado de aplicación de una propuesta de enseñanza aprendizaje en el laboratorio y aula de Educación Media Superior. El objetivo fue implementar varias actividades lúdicas y experimentales utilizando como modelo biológico a *Drosophila melanogaster*, para propiciar el aprendizaje del tema “Primera y Segunda Ley de Mendel” a nivel bachillerato. Para ello se diseñó y aplicó una estrategia didáctica. Se trabajó con dos grupos de 45 alumnos de 17 a 18 años, cada uno en el Centro Escolar Presidente Venustiano Carranza de Biología II, Tehuacán; Puebla. Los cuales se sometieron a un sorteo; al grupo control se le dieron los contenidos, pero sin emplear la estrategia didáctica ni la intervención docente, y al grupo experimental se le aplicó la estrategia con la que se pretendió propiciar un mejor aprendizaje. Para evaluar la validez de dicha estrategia se utilizó un instrumento de evaluación, constituido por 15 preguntas de opción múltiple, el cual se aplicó como pre-test y post-test en ambos grupos en un lapso intermedio de 6 sesiones. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente con el programa STATISTICA Ver. 10. Se utilizó la Prueba de Shapiro-Wilk para verificar normalidad de los datos y al no encontrarse, se utilizó la U de Mann-Whitney para análisis entre grupos. A continuación, la prueba de “t” de Student para muestras independientes contrastando si existen o no diferencias entre los dos grupos. Y para finalizar, se aplicó la prueba de “F para determinar si hay o no homogeneidad de varianzas entre los dos grupos. Para las preguntas abiertas, el análisis cualitativo consistió en aplicar la técnica del semáforo a las opiniones de los alumnos y determinar el gusto por las prácticas de laboratorio y modelos experimentales biológicos como apoyo a la materia de Genética. La hipótesis según la cual se esperaba un mayor rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental con intervención, comparados con los del grupo control, fue apoyada con los resultados obtenidos.

Palabras clave: Educación Media Superior, Estrategia de enseñanza aprendizaje, Actividades experimentales, *Drosophila melanogaster*, Primer y Segunda Ley de Mendel, conceptos de Genética, rendimiento académico.

ABSTRACT

This thesis work describes the development and result of the application of a teaching-learning proposal in the laboratory and classroom of Upper Secondary Education. The aim was to implement several recreational and experimental activities using *Drosophila melanogaster* as a biological model, to promote the learning of the topic "Mendel's First and Second Law" at the high school level. For this, a didactic strategy was designed and applied. We worked with two groups of 45 students from 17 to 18 years old, each one at the President Venustiano Carranza School of Biology II, Tehuacán: Puebla. The groups were randomized; the control group was given the contents, but without using the didactic strategy or the teaching intervention, and the experimental group was applied the strategy with which it was intended to promote better learning. To evaluate the validity of this strategy, an evaluation instrument was used, consisting of 15 multiple-choice questions, which were applied as pre-test and post-test in both groups in an intermediate period of 6 sessions. The results obtained were statistically analyzed with the STATISTICA Ver. 10 program. The Shapiro-Wilk test was used to verify the normality of the data and when it was not found, the Mann-Whitney U was used for analysis between groups. Next, the Student's "t" test for independent samples contrasting whether or not there are differences between the two groups. And finally, the "F test was applied to determine whether or not there is homogeneity of variances between the two groups. For the open questions, the qualitative analysis consisted of applying the traffic light technique to the opinions of the students and determining the preference for laboratory practices and biological experimental models as support for the subject of Genetics. The hypothesis according to which a higher academic performance was expected from the students of the experimental group with intervention, compared with those of the control group, was supported by the results obtained.

Key words: Upper Middle Education, Teaching-learning strategy, Experimental activities, *Drosophila melanogaster*, Mendel's First and Second Law, Genetics concepts, academic performance.

INTRODUCCIÓN

Ante las grandes transformaciones en los inicios del siglo XXI, producto de los cambios que se están presentando en el avance del conocimiento, surge la necesidad de renovar la enseñanza, ya que se requiere de la formación de un ser humano autónomo, creativo y crítico en su proceso de pensamiento y que a la vez tenga la capacidad de colaborar con los demás en el desarrollo de proyectos colectivos para el bienestar de la sociedad. En este proceso la docencia universitaria participa conservando, transformando, creando y recreando los procesos educativos, que aportan a la cultura básica del estudiante conceptos y metodologías comunes, con los que se pretende el alumno se apropie de un conjunto de principios y elementos del saber y del hacer (Villar et al., 2011).

Particularmente en el Área de Ciencias Experimentales se plantea la necesidad de incorporar aprendizajes que destaquen los avances científicos y tecnológicos actuales, en una estrecha relación con el contexto social. Para lo cual el proceso enseñanza y aprendizaje debe permitir al estudiante modificar sus estructuras de pensamiento y mejorar sus procesos intelectuales, además de proporcionarle información y metodologías básicas para interpretar mejor la naturaleza. Ubicar al estudiante en su contexto favorece una interacción comprometida a través de la toma de conciencia acerca de su papel individual, familiar y social, que lo conduzca al desarrollo de una ética de responsabilidad individual y social, para construir una relación armónica entre la sociedad y su ambiente.

La formación científica del alumno en el Colegio de Ciencias y Humanidades se pretende alcanzar con base en el postulado “aprender a aprender”, a través de la búsqueda de respuesta a interrogantes por medio de la investigación, como la metodología de aprendizaje que permitirá al estudiante

aprender cómo se alcanza el conocimiento en las ciencias biológicas (Bazán, 2014; Villar et al. 2011).

Las estrategias de aprendizaje se entienden como un conjunto interrelacionado de funciones y recursos, capaces de generar esquemas de acción que hacen posible que el alumno se enfrente de una manera más eficaz a situaciones generales y específicas de su aprendizaje, las cuales permiten incorporar y organizar selectivamente nueva información para solucionar problemas de orden diverso. El alumno, al dominar la estrategia, organiza y dirige su propio proceso de aprendizaje. Las técnicas de aprendizaje forman parte de las estrategias y pueden utilizarse en forma más o menos mecánica, sin que sea necesario para su aplicación que exista un propósito de aprendizaje por parte de quien las utiliza; las estrategias, en cambio son siempre conscientes e intencionales, dirigidas a un objetivo relacionado con el aprendizaje (Villar et al. 2011).

Las actividades experimentales como estrategia didáctica permiten motivar a los estudiantes, promueven el trabajo en equipo y favorecen la comprensión del conocimiento y razonamiento científico (Mordeglia & Mengascini, 2014). Es más, promueven el aprendizaje de las ciencias, ya que consideran un entorno adecuado para el aprendizaje a través de la indagación, resaltando la importancia de integrar lo práctico con lo teórico, haciendo del proceso de enseñanza-aprendizaje una actividad activa y eficaz (Crujeiras & Jiménez, 2015).

Entre las situaciones adversas presentes en los procesos de enseñanza de la biología, está la intervención docente, los reportes de investigaciones coinciden en señalar que existe un predominio de la enseñanza tradicional (Ayuso & Banet, 2002). De igual manera, entre las diversas áreas que integran la biología, la genética es considerada la de mayor dificultad al momento de ser mediada por los docentes (Arteaga & Tapia, 2009), además de alcanzar un escaso nivel de comprensión por parte del estudiantado (Iñiguez, 2005). De lo anterior puede interpretarse que en

la enseñanza de la genética pareciera que no se está llegando a alcanzar los objetivos de alfabetización científica (Gil & Vilches, 2006), ni el desarrollo de procesos cognitivos y competencias (Iñiguez, 2005; García & Mazarella, 2011) asociados a esta ciencia natural.

En el mismo orden de ideas, Iñiguez (2005), afirma que, en la biología, la Genética constituye una de las áreas problemáticas para los docentes, y cuyas perspectivas conceptuales, procedimentales y actitudinales son poco comprendidas por el estudiantado. Una de las razones que, quizás puedan explicar el planteamiento anterior, radica en el nivel macroscópico de otras áreas de la biología, como botánica, zoología y ecología, para las cuales la observación y descripción son competencias suficientes para alcanzar un conocimiento lo más completo posible, no siendo así en la genética, pues ésta responde a elementos celulares microscópicos y a estructuras moleculares con cierto grado de complejidad bioquímica.

Existe tendencia hacia el uso de estrategias de tipo expositivas, centradas fundamentalmente en la transmisión de los conceptos inherentes a la herencia biológica. De esto se deriva la caracterización de una práctica pedagógica conservadora, cuyo eje medular gira en torno a los contenidos curriculares y su aprendizaje; trayendo como implicación que la incorporación de estrategias, desde la planificación hasta su puesta áulica, no responde a la naturaleza epistemológica de la genética, tales como el desarrollo de un pensamiento lógico, crítico, matemático, problemático y analógico (Méndez & Arteaga, 2016).

Otro de los focos problemáticos, especificados por Iñiguez (2005), está relacionado con la resolución de problemas, en el caso de la naturaleza genética es necesario contar con el dominio de ciertas competencias de tipo científico, como la formulación de hipótesis, búsqueda de información, análisis de datos, interpretación de resultados, entre otras, para poder llegar a comprender las relaciones conceptuales inmersas y sus significados; y no sólo verlo como

números, fórmulas matemáticas abstractos o la aplicación de estrategias complejas de aprendizaje para la genética. Para Méndez (2013), las referencias anteriores llevan a concretar que la enseñanza y el aprendizaje de la genética requieren de una consideración de su naturaleza epistemológica; es decir, que represente un hecho medular para orientar los procesos educativos científicos, en función de situaciones problema que pongan en juego la abstracción, el pensamiento lógico, matemático y crítico, así como un base bioética discursiva que sustente el desenvolvimiento de los ciudadanos en la sociedad del conocimiento.

Woody y Himelblau (2013) demostraron resultados de aprendizaje favorables respecto a la comprensión de conceptos genéticos usando analogías, particularmente el empleo de material manipulable, orientación que sostiene dos ideas centrales: por un lado, que los estudiantes aprenden de diferentes maneras y por otro, que el aprendizaje kinestésico puede ser una buena alternativa para apoyar el dominio de conceptos abstractos. Las estrategias reportadas diseñadas bajo esta visión han documentado logros adecuados para la retención de conceptos y para la comprensión profunda de temáticas como la asociación de los genes con los rasgos, el uso de cuadros de Punnett, los principios de la genética mendeliana y de conceptos asociados a ellos como fenotipo, genotipo, homocigoto, heterocigoto y alelos, así como de otros modelos de la herencia por ejemplo la codominancia y herencia ligada al sexo.

MARCO REFERENCIAL

Importancia de las actividades experimentales para promover el aprendizaje de los alumnos

La actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para las cuales el trabajo experimental es fundamental, asimismo, en cuanto al desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento de los estudiantes y al desarrollo de cierta concepción de ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas (López & Tamallo, 2012).

Existen argumentos a favor de las prácticas de laboratorio en cuanto a su valor para potenciar objetivos relacionados con el conocimiento conceptual y procedimental, aspectos relacionados con la metodología científica, la promoción de capacidades de razonamiento, concretamente de pensamiento crítico y creativo, y el desarrollo de actitudes de apertura mental y de objetividad y desconfianza ante aquellos juicios de valor que carecen de las evidencias necesarias (Hodson, 2000; Wellington, 2000). No obstante, su eficacia en los procesos de aprendizaje muchas veces es puesta en duda (N'Tombela, 1998 citado por Séré, 2002), pues no se ha llegado a un acuerdo en cuanto a sus propósitos; mientras para muchos, la educación científica queda incompleta sin haber obtenido alguna experiencia en el laboratorio (López & Tamallo, 2012).

La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio requiere de profundas transformaciones desde la educación elemental hasta la educación universitaria pero no al estilo adaptativo, sino al estilo innovador, de manera que el profesor deje de ser un mero transmisor de conocimientos ya acabados y tome conciencia de que su función es crear las posibilidades para que el alumno produzca y

construya el conocimiento, que sienta el placer y la satisfacción de haberlos descubierto, utilizando los mismos métodos que el científico en su quehacer cotidiano. La enseñanza de las ciencias tiene el deber ineludible de preparar al hombre para la vida y esto se logra no solo proporcionando conocimientos, sino desarrollando métodos y estrategias de aprendizaje que le permitan la búsqueda del conocimiento a partir de situaciones problemáticas tomadas del entorno, donde pueda apreciar las amplias posibilidades de aplicación de la ciencia en la vida (Arteaga et al., 2016).

Drosophila melanogaster

Drosophila melanogaster (“aficionada al rocío de las vides”), que proviene de las raíces griegas *drosophila* “aficionado al rocío” y *ampelophila* “vid”, sin embargo, este nombre se modificó a finales de 1890, con base en las reglas de nomenclatura, omitiendo el *ampelophila* por *melanogaster* “vientre negro”, esto por el oscurecimiento del abdomen que presentan los machos, por ello *Drosophila melanogaster* significa “aficionada al rocío de vientre negro”.

Otros nombres comunes de *Drosophila melanogaster* son: “mosca del vinagre”, “mosca del bagazo”, “mosca de la fruta podrida” o “mosca del vino”, todos estos nombres hacen referencia a su predilección por productos en fermentación, que es realmente su principal función en la naturaleza, acelerar los procesos de descomposición de las frutas, aunque ocasionalmente puede sentirse atraída por el néctar de algunas flores y ser vehículo de polen (Castañeda et al. 2013).

El género *Drosophila*, con 1.146 especies distribuidas alrededor del mundo (Brake & Bächli, 2008), está dividido en nueve subgéneros, entre ellos *Sophophora* con 300 especies aproximadamente (O’Grady & Kidwell, 2002) y *Drosophila* con más de 700 especies (Brake & Bächli, 2008).

Dominio: Eukaryota
Reino: Animalia
Phylum: Artrópoda
Subphylum: Hexápoda
Clase: Insecta
Subclase: Pterygota
Infraclase: Neoptera
Orden: Díptera
Familia: Drosophilidae
Género: *Drosophila*
Especie: *melanogaster*

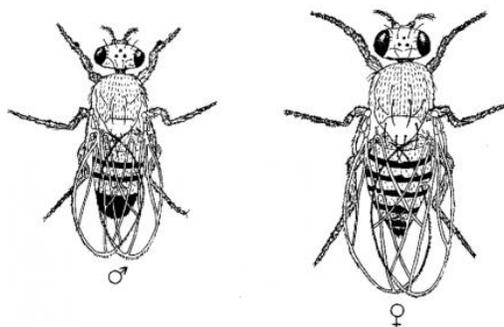


Fig 1. *Drosophila melanogaster* y su clasificación taxonómica. Esquema de un macho y hembra con su respectiva clasificación taxonómica. Recuperado de <http://fausac.usac.edu.gt/GPublica/images/5/5a/PRAGEN01.pdf>

Modelo biológico

Drosophila melanogaster es un organismo modelo genético de fácil estudio, que gracias a ello podemos estudiar fenómenos importantes y extrapolarlos al organismo que nos interese. Como dijo Jacques Monod, premio Nobel de Medicina el 1965, “lo que es válido para las bacterias lo es para los elefantes”.

Los organismos modelo se utilizan para obtener información sobre otras especies que son más difíciles de estudiar directamente. Estos son ampliamente estudiados debido a los siguientes criterios (Castañeda et al. 2013).

- Presenta un desarrollo rápido y ciclo de vida corto; integrado por cuatro fases que son: huevo, larva, pupa e imago. Criterios que la definen como un organismo holometábolo. La duración del ciclo de vida puede variar dependiendo de la temperatura a la que se cultivan. En condiciones estándar (25 + °C y 65% de humedad relativa) el ciclo dura alrededor de 10 días hasta 2 semanas a 21°C (Castañeda y cols. 2013). Inicia con la ovoposición, donde la hembra puede depositar ~ 100 huevos por día en sus 15-21 días de vida (Mejía, 2011).

- Fácil determinación del sexo gracias a su dimorfismo sexual y al par de cromosomas sexuales. En *Drosophila melanogaster* el macho presenta cromosomas sexuales: X y Y. La hembra es homocigótica con dos cromosomas X. Sin embargo, el sexo está determinado por la proporción de autosomas a los cromosomas sexuales X, ya que el Y es sexualmente “neutro”. Esto se demuestra por la existencia de machos estériles que carecen del Y, (XO) y de las hembras normales y fértiles con un Y (XXY). Por lo que Bridges aseguraba que los autosomas tienen información para producir caracteres masculinos.
- Su tamaño es suficientemente grande para el manejo, identificación de fases y para la observación de caracteres mutantes y dimorfismo sexual. El huevo mide 800 μm , su apariencia es blanca y ~ 3 mm en estadio adulto.
- De fácil obtención, alojamiento y manutención

Antecedentes

Drosophila melanogaster, se ha utilizado durante más de un siglo. William E. Castle en 1901 realiza las primeras experiencias con este modelo experimental, posteriormente Thomas Hunt Morgan en 1910 alcanza los primeros mutantes de caracteres concretos y definidos, el más conocido es *white* (color de ojos) la experimentación se decanta hacia la investigación genética. En 1913 Alfred H. Sturtevant construye el primer mapa genético de un cromosoma de *Drosophila melanogaster*. Thomas H. Morgan publica el libro “El mecanismo de la herencia mendeliana” donde se explica el papel de los cromosomas como material genético. Calvin Bridges y Herman Müller crearon los primeros mapas genéticos, para proponer la teoría cromosómica de la herencia, que los genes se almacenan en cromosomas y que son responsables de los rasgos hereditarios. Fue Herman Müller quien demostró que los rayos X inducen a mutaciones y que la cantidad de estas mutaciones

era dependiente de la dosis ionizante utilizada; ganando el premio Nobel en Fisiología y Medicina en 1943. En 1933 Emile Heitz y H. Bauer describen los comosomas politécnicos de las glándulas salivales en la mosca. Durante los cincuenta, George Beadle, estudio sobre la genética del color de los ojos en *Drosophila*; observó que los genes dirigían de alguna manera la producción del pigmento ocular. Pero Beadly y Edward Tatum descubrieron que los genes actuaban regulando determinadas rutas bioquímicas a través de la expresión de las enzimas y sustancias que participan en dichas rutas. Fue Joshua Lederberg, quien recibió el tercer premio Nobel por sus descubrimientos relacionados con la recombinación genética y organización del material hereditario en bacterias. Los resultados de sus trabajos abrieron un nuevo camino hacia el estudio de la función de los genes y el metabolismo celular. Por primera vez existía la posibilidad de introducir genes en un organismo (Pérez, M. & Tolosa, A., 2017). En los años sesenta, se produjo la expansión de la biología del desarrollo con la identificación de mutaciones causantes de transformaciones de identidad de segmento (homeóticas). Curiosamente, estas mutaciones se agrupan en pequeñas regiones cromosómicas, el estudio de estos genes homeóticos (Hox) le valió el premio Nobel a Ed. Lewis. En esa misma década se produjeron muchos avances, entre los que destaca la descripción de las reglas que controlan el crecimiento de tejidos y la diferenciación celular. Walter Gehring y Antonio García- Bellido contribuyeron al descubrimiento de los compartimentos (unidades de proliferación celular) y su asociación a la actividad de los genes selectores. Cuando las técnicas de biología molecular surgieron en la década de los setenta y ochenta, *Drosophila* promovió numerosos avances fundamentales. Por ejemplo, el primer grupo de clonas al azar se generó en 1975, en el laboratorio del profesor David Hogness. Así como el primer mapeo de un segmento de ADN a su correspondiente región cromosómica y se analizaron librerías genómicas por el método de hibridación en colonias. El grupo del Dr. Hogness clonó el

primer gen (el gen Hox Ultrabithorax) por clonaje posicional (Rincón, D., Fernández, P. & Reséndez D., 2009). El premio Nobel en 1995 fue para Edward B. Lewis, Christiane Nusslein-Volhard y Eric F Wieschaus por el descubrimiento del rol de genes clave en el desarrollo del embrión de la *Drosophila*, que también juegan un rol crucial en el desarrollo del embrión humano. Una aportación universal es que “Todos los animales se construyen esencialmente con la misma información genética y las mismas leyes, desde una mosca a un ratón o una persona”, fueron las palabras de los investigadores (Ramón, J., 2012; 2016).

En el año 2000 se desarrolla la secuenciación completa de la mosca de la fruta (Osorio, G.,2000). La Real Academia Sueca de Ciencias decidió otorgar el Premio Nobel de Química en el 2008 a Osamu Shimomura, Martin Chalfie y Roger Y. Tsien “por su descubrimiento y desarrollo de la proteína verde fluorescente (GFP, por sus siglas en inglés), herramienta indispensable para la biología y la medicina moderna”. La proteína GFP ha servido en la última década como guía luminosa para bioquímicos, biólogos, médicos y otros investigadores, para entender, por ejemplo, cómo crece un tumor, cómo se desarrolla el mal de Alzheimer y cómo se transforman las células que producen insulina en el Páncreas (Garritz, A.,2009). Sin embargo, el uso de *Drosophila* no se limitó a la investigación genética. La experimentación con este organismo modelo también ha conducido a descubrimientos en neurociencia y neurodesarrollo, incluyendo la base de ritmos circadianos. Gracias a Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash, Michael W. Young lograron aislar el gen que controla el ritmo circadiano, que regula el funcionamiento del cuerpo humano y otros organismos; así, cualquier ser vivo adapta su ritmo biológico para sincronizarse con los patrones de sueño, comportamientos alimentarios, la presión sanguínea, los niveles de hormonas o la temperatura a las distintas fases del día. El ritmo circadiano se puede ver afectado por un desequilibrio en el ambiente (Duhne, M., s.f.). *Drosophila* ha estado inmerso en la medicina y

fisiología temas como el cáncer donde Cayetano González, investigador del Instituto de Investigación Biomédica de Barcelona (IRB), desarrolló “ejércitos” de moscas avatar para intentar salvar vidas humanas. Gracias a ello conocemos la mayor parte de los genes que provocan el cáncer. Su complejo sistema nervioso, la función neurológica conservada y los loci humanos relacionados con la enfermedad permiten a *Drosophila* ser un organismo modelo ideal para el estudio de enfermedades neurodegenerativas, para el cual se utiliza hoy, ayudando a la investigación de enfermedades como Alzheimer y Parkinson, que son cada vez más frecuentes en la población de senectud de hoy en día (Stephenson & Metcalfe, 2013). También es modelo experimental para el estudio de enfermedades como diabetes, obesidad, enfermedades cardiovasculares, epilepsia, deficiencias del sistema inmunológico, patologías del sistema visual, enfermedades renales, cardiopatías y diferentes tipos de adicciones del humano en la mosca. Así como el desarrollo de diferentes fármacos para combatir diferentes patógenos como infecciones en la piel, neumonía y meningitis (Otero-Moreno, D., Peña-Rangel M. & Riesgo-Escovar, J., 2016). Y la NASA envió al espacio a *Drosophila* exponiéndolas a una radiación espacial y gravedad para investigar una variedad de preguntas, como el efecto de los vuelos espaciales sobre el envejecimiento, la salud cardiovascular, el sueño y el estrés (Salcedo, C., s.f.).

Gracias a que este modelo experimental se ha utilizado por muchos años; hoy en día hay bastantes líneas de investigación para este organismo, dando resultados prometedores para la genética, ciencia, farmacología y la salud humana (Celniker, S., Brown, J., Frise, E. & Karpen G., s.f.).

Banco de cultivo en la UNAM

A partir del 2003 en el área de vivarios de la Facultad de Ciencias de la UNAM, existe un banco de cultivo de *Drosophila*, fue fundado en 1979 por la Dra. Patricia Ramos Morales, gracias al

apoyo del Dr. Rodolfo Félix Estrada. La función del Banco de Moscas es ofrecer a profesores y alumnos de Instituciones de Investigación y Educativas asesorías sobre el manejo y cultivo de *Drosophila* de manera sencilla y rápida, material biológico; además de apoyar la docencia en Biología y en particular, los cursos de Genética mediante la donación de cepas mutantes utilizadas en la demostración de conceptos básicos. Uno de los objetivos fundamentales del Banco de moscas de la Facultad de Ciencias, es el apoyo a la docencia, es por eso que surge el proyecto: “Apoyo a la docencia y difusión de la Genética” (Banco de moscas s.f.).

¿Cómo cultivar a *Drosophila melanogaster*?

Esta mosca se alimenta de las bacterias y levaduras que crecen en los jugos fermentados de las frutas en descomposición, por ello, Morgan solía cultivarlas con *fruta machacada*, como el plátano, pero las moscas se hundían en éste y cuando aumentaba la humedad, se ahogaban. Después Bridges desarrolló el alimento *cocinado compuesto* por: agua, harina de maíz, agar, azúcar, levadura en polvo, bactericida y fungistático (inhibidor del crecimiento de mohos). Hoy día pueden adquirirse *medios instantáneos* que consisten en hojuelas con nutrientes balanceados, amortiguadores de Ph y conservadores, que se hidratan con agua destilada o la solución problema del tratamiento experimental. El más popular es la *Fórmula 4-24 o Drosophila Instant Medium (DIM) de la Carolina Biological Supply Company, (NC, USA)*. En el Laboratorio de Genética Toxicológica de la carrera de Biología de la FESI de la UNAM, *Drosophila* se cultiva con hojuelas de papa comercial, de la marca Maggi, hidratadas con una solución conservadora (Dueñas et al., 2001).

Drosophila melanogaster en la enseñanza de Genética en Educación Media Superior

La enseñanza de la genética se ocupa en develar el concepto de genética, su origen y evolución; así como conocer “lo que el alumno sabe” acerca de los temas como morfología y anatomía de los

seres vivos y funciones vitales (Martínez, 2015 p.19). El trabajo de Smith, (citado por Martínez, 2015) quién afirma que “la genética, constituye uno de los bloques de las ciencias más difíciles de comprender en la enseñanza secundaria, adquiriéndose nociones erróneas sobre donde reside y como se transmite la información hereditaria”. Esta investigación demuestra la dificultad de los estudiantes en el manejo de los términos gen y alelo, concluye que la solución a dichos problemas requiere de énfasis en los conceptos básicos del área, buscando estrategias para hacerlos comprensibles a los alumnos, pues se necesitan grandes niveles de abstracción, ya que no se pueden ver. Sin duda la Genética presenta un vocabulario extenso y con alto grado de abstracción (Tabla 1), los estudiantes son expuestos a una variedad de procesos y conceptos que se ubican en diferentes niveles de organización, dando como resultado un conocimiento fragmentado (Puigcerver e Iñiguez, 2013).

Tabla 1

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-caracter, gen-ADN, cromosoma-gen, etc	Banet y Ayuso, 1995
	Confusión en la relación entre genes y cromosomas	Wood-Robinson et al., 1998
Las relaciones entre conceptos	El término mutación lo asocian con enfermedades como alteraciones anatómicas	Gallego et al., 2004
	Escasa comprensión del concepto mutación en el proceso evolutivo	
	Dificultad para comprender el papel de las proteínas y su relación entre genotipo y fenotipo	Duncan, 2007

La falta de comprensión de las interacciones entre genes y ambiente Duncan, 2009

Escasa comprensión y relación entre factores genéticos, ambientales y de comportamiento Kampourakis, 2014

Trabajo práctico

Aplicación de estrategias tradicionales donde los conceptos se ven de forma desarticulada y con una mayor demanda de tiempo para ser abordados, lo cual resulta incompatible con el ritmo escolar Marbach, 2001

Nota: Recuperado de Cano, S. (2017). Uso del modelo didáctico analógico para promover la participación, comprensión y aprendizaje del tema interacción ambiente-genotipo en la enseñanza de la genética. [Tesis de Maestría]. Maestría en docencia para la Educación Media Superior, Facultad de Ciencias: UNAM. [archivo PDF]. Recuperado de http://madems.posgrado.unam.mx/alumnos/g_biologia.html

En este sentido, la propuesta gira en la enseñanza con *Drosophila melanogaster* como modelo experimental para demostrar, explicar y predecir fenómenos biológicos durante la enseñanza de la Genética dentro del aula. El aprendizaje de estas metodologías en las escuelas 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 desarrollo de actividades positivas hacia lo vivo (Castro & Valbuena, 2007). Hoy en día tenemos a nuestra disposición algunos manuales de práctica de Chapingo, para preparatoria donde manejan a *Drosophila melanogaster*, con los siguientes temas “Identificación y manejo de la *Drosophila melanogaster*”, “Cruzamiento dihíbrido con *Drosophila melanogaster*”, Ligamiento autosómico con *Drosophila melanogaster*, Herencia ligada al sexo con *Drosophila melanogaster* (Brito, G., Soto, M. & Pat V., 2011). Sin embargo, en el CCH Naucalpan el tema “*Observación e identificación de mutaciones en la mosca de la fruta (Drosophila melanogaster)*” presenta prácticas de laboratorio enriquecedoras para la comprensión de dichos temas (Dávila M., 2004; Castañeda P., Heres P. & Dueña G., 2013).

Entre las principales ventajas de trabajar dentro del aula con *Drosophila melanogaster*.

- El uso de organismos modelo implica actividades prácticas que proporcionan una experiencia única que no podría obtenerse con otros métodos de enseñanza (Rowan, 1981; citado por Cano, S.,2017).
- En un entorno de laboratorio el aprendizaje de los estudiantes mejorará la 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; citado por Cano, S.,2017).
- Mediante la colaboración con organismos modelo, los estudiantes son capaces de explorar los métodos y los propios conceptos científicos. Así como entender la naturaleza de la investigación (Manney y Manney, 1992; Mertens, 1983; citado por Cano, S.,2017).

La importancia de este modelo experimental en la pedagogía ha sido relevante, en la tabla 2 se citan algunas investigaciones y proyectos.

Tabla 2

Investigaciones y proyectos con Drosophila melanogaster en la línea educativa

Investigaciones y proyectos con <i>Drosophila melanogaster</i> en la línea educativa	Referencias
Herencia Mendeliana	Flannery, 1997; Kramer, 1986; Rodríguez et al., 2009 en los Estados Unidos; y Rojas y Sotomayo, 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 Ruiz, 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.
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 en genética en el bachillerato	Rodríguez, C. y Nitxin, 2007 en México
Banco de Moscas de la UNAM, Provee de material didáctico para apoyo a la docencia del área químicobiológicas	Ramos-Morales y colaboradores 1993-2017 en México.
<i>Drosophila melanogaster</i> como modelo de enseñanza de los contenidos de genética de los programas de Biología	Villar Carmona Ma. M., Ramos Morales P., Villar Carmona J. N. A., Elías López B. E. y Martínez Muñoz G. R. 2011, CCH – Sur.

- Enseñanza del modelo de crecimiento poblacional usando herramientas *cloud computing*
- Diseño y aplicación del Método de casos para la enseñanza y el aprendizaje del tema Mutaciones en el bachillerato
- Trabajos prácticos como base fundamental para la enseñanza de la Biología, una experiencia con genética mendeliana en estudiantes de grado noveno
- La enseñanza de la genética en el grado noveno de básica secundaria: una propuesta didáctica a la luz del constructivismo
- Diseño de una unidad didáctica como estrategia para abordar la enseñanza de la herencia mendeliana en estudiantes de noveno
- La enseñanza de la genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde la perspectiva constructivista.
- Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria.
- Cruces genéticos mono y dihíbridos. Una herramienta para establecer ideas previas y propiciar aprendizajes significativos en los estudiantes de grado octavo de la institución educativa Santa Rosa de Lima del municipio de SuárezTolima”.
- Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales
- Diseño de una secuencia didáctica empleando insectos como herramienta de enseñanza, adaptada al currículo de Ciencias Naturales del grado Noveno de la Educación Básica secundaria.
- Actividades prácticas en la escuela secundaria: un enfoque experimental para clases de genética
- Aplicación de recursos de la web2.0 en la enseñanza de las Ciencias Naturales: Uso De Laboratorios Virtuales De Genética Mendeliana En Una Institución Educativa De Soacha Cundinamarca para estudiantes de grado octavo
- Análisis de las concepciones de los alumnos en torno a una experiencia sobre desarrollo y crecimiento de la *Drosophila melanogaster*
- Estrategia de enseñanza de las leyes de Mendel en el marco de la Educación inclusiva.
- “Cruces genéticos mono y dihíbridos. Una herramienta para establecer ideas previas y propiciar aprendizajes significativos en los estudiantes de grado octavo de la institución educativa Santa Rosa de Lima del municipio de Suárez-Tolima”.
- Rojas-Resendíz A. y Sotomayor-Olmedo A. 2014, Buenos Aires Argentina.
- Miramontes Trejo R. 2016, México
- Anzola Ladino J. H. 2019 Bogotá Colombia
- Benítez Morelo, R. A. (2013).
- Hurtado Torres Ma. C. y Cañizares Martínez M. A. 2014
- Iñiguez Porras F. J. 2005
- Iñiguez Porras F. J. y Puigcerver Oliván. 2013.
- Barrero Ramirez F. A. (2011).
- López García M. y Morcillo Ortega J. G. 2007
- Restrepo Carrasquilla F. R. (2014).
- Fala A. Ma., Correia E. M. y Humberto D’Muniz P. H. 2010, Sao Paulo Brasil
- Pacheco G. M. A. 2018, Bogotá Colombia
- Ruiz S. G., Martínez M. J. J., Ibáñez C. S.X. y Chona D. G. 2016
- Bernal C. D. C. 2017, Bogotá Colombia
- Barrero Ramirez F. A. 2011, Bogota Colombia

Nota: Adaptado de Cano, S. (2017). Uso del modelo didáctico analógico para promover la participación, comprensión y aprendizaje del tema interacción ambiente-genotipo en la enseñanza de la genética. [Tesis de maestría]. Maestría en docencia para la Educación Media Superior, Facultad de Ciencias: UNAM. [archivo PDF]. Recuperado de http://madems.posgrado.unam.mx/alumnos/g_biologia.html

Genética Mendeliana

En un monasterio agustino en Brunn, Austria (ahora Brno en la República Checa), un monje, Gregor Mendel (1822-1884), experimentó con distintas variedades de chícharos, en la huerta del convento. Efectuó cruza entre éstas y analizó estadísticamente las formas parecidas en las generaciones sucesivas. Los resultados de sus trabajos fueron publicados en las Actas de la Sociedad de Ciencias Naturales de Brunn, en 1866, con el título de *Versuche über Pflanzehybriden* (Experimentos con plantas híbridas), este trabajo constituye un modelo de método y rigor científico y en él quedan establecidos los principios y métodos de la Genética.

Mendel observó cómo los rasgos, colores de la semilla o legumbre, altura de la planta, posición de las flores y textura de la semilla, entre otros, pasaban a las siguientes generaciones. Notó que algunos de los siguientes rasgos no aparecían en la primera generación, pero no se perdían sino, que aparecían en la siguiente, con lo que estableció los conceptos de recesivo y dominante. Demostró, sin dejar lugar a dudas, que los caracteres hereditarios dependen de los factores independientes entre sí, que permanecen estables a través de las generaciones y que pasan por separado a la descendencia y se combinan de acuerdo con las leyes de probabilidad, desechando la idea de la herencia con mezcla. Esto es, que las características hereditarias segregan (Primera Ley de Mendel) y que lo hacen de manera independiente (Segunda Ley de Mendel).

Se dice que la obra de Mendel pasó desapercibida hasta que, en 1900, el austriaco Erich Tschermak von Seysenegg (1871-1962), el alemán Carl Erich Correns (1864- 1933) y el holandés Hugo de Vries (1878-1935), de manera independiente, llegaron a las mismas conclusiones que él. Tan pronto como se conocieron las leyes mendelianas de la herencia, muchos biólogos se dedicaron a demostrar que eran aplicables a todos los seres vivos, incluido el humano (Castañeda et al. 2013).

La gran contribución de Mendel fue demostrar que las características heredadas son llevadas en unidades discretas que se reparten por separado, se redistribuyen en cada generación. Estas unidades discretas, que Mendel llamó *elemente*, son los que hoy conocemos como *genes*.

La hipótesis de que cada individuo lleva un par de factores para cada característica y que los miembros del par segregan, es decir, se separan durante la formación de los gametos, se conoce como primera ley de Mendel, o *principio de segregación*. La segunda ley de Mendel, o *principio de la distribución independiente*, establece que, cuando se forman los gametos, los alelos del gen para una característica dada segregan independientemente de los alelos del gen para otra característica (Curtis et al., 2003).

Mendel ha sido considerado un biólogo-matemático, no sólo por su entrenamiento en ambos campos o por haber sido de los primeros biólogos que utilizaron el análisis estadístico en su trabajo, sino por la manera en la que llegó a sus conclusiones (Sánchez, 2009).

Leyes de Mendel

Las Leyes de Mendel son un conjunto de reglas básicas que explican la transmisión hereditaria (de padres a hijos) de los caracteres de cada especie, que se realiza exclusivamente en el proceso de formación de las células reproductivas o gametos. Esta condición nos lleva de inmediato a entender que estas leyes, y las divisiones a que hacen mención, se explican solo en un contexto de meiosis. Esto hace imprescindible repasar o comprender a cabalidad el proceso de división celular llamado meiosis.

Previamente, para entender las leyes de Mendel también se debe manejar un mínimo de vocabulario genético.

Gen: Unidad hereditaria que controla cada carácter en los seres vivos. A nivel molecular, corresponde a una sección de ADN que contiene información para la síntesis de una cadena proteínica.

Alelo: Cada una de las alternativas que puede tener un gen. Por ejemplo, el gen que regula el color de la semilla de arveja presenta dos alelos, uno que determina color verde y otro que determina color amarillo. Por regla general se conocen varias formas alélicas de cada gen; el alelo más extendido en la población se denomina "alelo normal o salvaje", mientras que los otros, más escasos, se conocen como "alelos mutados".

Caracteres discretos: Es aquel que presenta dos alternativas claras, fáciles de observar: blanco-rojo; liso-rugoso; alas largas-alas cortas; etc. Estos caracteres están regulados por un gen único, que presenta dos formas alélicas.

Genotipo: Es el conjunto de genes que un organismo hereda de sus progenitores. En organismos diploides, la mitad de los genes se heredan del padre y la otra mitad de la madre.

Fenotipo: Es la manifestación del genotipo; es decir, la suma de los caracteres observables en un individuo. El fenotipo es el resultado de la interacción entre el genotipo y el ambiente.

Locus: Es el lugar que ocupa cada gen a lo largo de un cromosoma (el plural es loci).

Homocigoto: Individuo que para un gen dado tiene en cada cromosoma homólogo el mismo tipo de alelo, por ejemplo, AA o aa. Arvejas, los famosos chícharos de Mendel.

Heterocigoto: Individuo que para un gen dado tiene en cada cromosoma homólogo un alelo distinto, por ejemplo, Aa.

Camino a las Leyes de Mendel.

Cuando Mendel estudió los mecanismos de la herencia no había conocimientos previos sobre pares de alelos ni sobre transmisión de cromosomas y él fue un pionero en la materia. Todo lo que hoy estudiamos sobre la base de sus experimentos se basa en la aplicación de sus trabajos.

Se debe insistir en que las Leyes de Mendel se refieren exclusivamente a los caracteres hereditarios, por lo tanto, corresponden aplicarse solo a las células reproductivas o gametos, y en este contexto tener muy claro que solo la meiosis puede explicar las divisiones celulares que posibiliten la herencia de caracteres. Las tres leyes de Mendel son las siguientes:

Ley de la uniformidad. A esta ley se la llama también Ley de la uniformidad de los híbridos de la primera generación (F1), y establece que si se cruzan dos razas puras (homocigotos) para un determinado carácter, los descendientes (híbridos) de la primera generación serán todos iguales entre sí (igual fenotipo e igual genotipo) e iguales (en fenotipo) a uno de los progenitores.

Mendel llegó a esta conclusión trabajando con una variedad pura de plantas que producían las semillas amarillas y con una variedad que producía las semillas verdes. Al hacer un cruzamiento entre estas plantas, obtenía siempre plantas con semillas amarillas (Fig. 2).

¿Qué significaba esto? Que el polen de la planta progenitora aporta a la descendencia un alelo para el color de la semilla, y el óvulo de la otra planta progenitora aporta el otro alelo para el color de la semilla; de los dos alelos, solamente se manifiesta fenotípicamente aquél que es denominado dominante (A), mientras que el recesivo (a) permanece oculto.

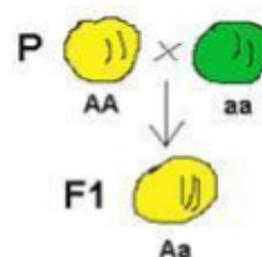
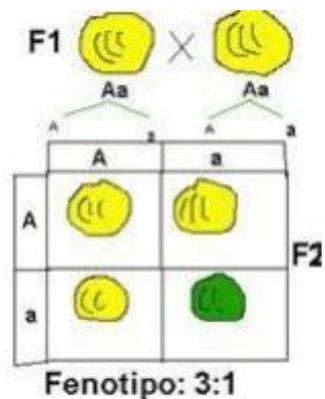


Fig. 2. Ley de la Uniformidad. Se muestra a los P (progenitores) AA y aa siendo razas puras, que, al cruzarse, los descendientes de la F1 (Primera generación filial, son híbridos) Aa. Recuperada de <http://www.quimicaweb.net>

Ley de la segregación. Conocida como la Ley de la segregación o separación equitativa o disyunción de los alelos, esta ley establece que, durante la formación de los gametos, cada alelo de un par cromosómico se separa del otro cromosoma homólogo, lo que determinará la constitución genética del gameto resultante.

En su experimento, Mendel cruzó diferentes caracteres de semillas de individuos heterocigotos (diploides con dos variantes alélicas del mismo gen: Aa) de la primera generación (F1) del experimento anterior (Fig. 3).



Del cruce obtuvo semillas amarillas y verdes en la proporción que se indica en la figura 3. Así, pues, aunque el alelo que determina la

coloración verde de las semillas parecía haber desaparecido en la primera generación filial, vuelve a manifestarse en esta segunda generación.

Según la interpretación actual, los dos alelos distintos para el color de la semilla presentes en los individuos de la primera generación filial

no se han mezclado ni han desaparecido; se manifiestan los dos, pero sólo uno a nivel fenotipo.

Esos dos alelos, que codifican para la característica color, son segregados durante la producción de gametos durante la primera división celular meiótica. Esto significa que cada gameto va a contener un solo alelo para cada gen. Posteriormente, durante la reproducción, el cigoto recibe a los alelos materno y paterno, lo que contribuye a la variación.

A continuación, se explica de manera detallada las fases de la meiosis:

Durante la profase I de la meiosis, los pares de cromosomas homólogos se recombinan. Posteriormente en la etapa de metafase I, los cromosomas están alineados en la región ecuatorial.

Fig. 3. Ley de la segregación. Se muestra a los P (progenitores) Aa y Aa siendo híbridos, que al cruzarse producen a la progenie F₂ (Segunda generación filial tiene una proporción 3:1). Recuperada de <http://www.quimicaweb.net>

En la anafase I el orden en el plano ecuatorial es al azar y determina la dirección que tomará cada uno de los cromosomas homólogos en las células hijas, fenómeno conocido como coorientación centromérica. Y en la telofase se obtiene como resultado 2 células haploides.

Sin embargo, el orden de migración entre cromosomas no homólogos a las células hijas es independiente entre sí y dependerá del orden azaroso que tengan los cromosomas en el plano ecuatorial.

De esta forma se deduce que la ley de transmisión independiente ocurre en la metafase I, ya que pueden existir varias combinaciones posibles, por ejemplo, entre dos pares de cromosomas homólogos.

En la profase II los cromosomas se vuelven a condensar siguiendo una interfase donde el ADN no se replica. Mientras en la metafase II los cinetocoros emparejados de las cromátides se alinean en el ecuador de cada célula. Posteriormente en la anafase II las cromátides se separan colocándose en una posición correcta dirigiéndose hacia los polos opuestos debido a que en la Profase I contiene material genético diferente. Y en la telofase II los cromosomas se ubican en el núcleo y la célula se divide. Cada una de las células tiene un núcleo con un número haploide de cromosomas. Debido a la recombinación, los cromosomas de las células hijas no son idénticos a los de la célula original.

Retrocruzamiento de prueba. En el caso de los genes que manifiestan herencia dominante, no existe ninguna diferencia aparente entre los individuos heterocigóticos (Aa) y los homocigóticos (AA), pues ambos individuos presentarían un fenotipo amarillo.

La prueba del retrocruzamiento, o simplemente cruzamiento prueba, sirve para diferenciar el individuo homo del heterocigótico y consiste en cruzar el fenotipo dominante con la variedad homocigota recesiva (aa).

Si es homocigótico, toda la descendencia será igual, en este caso se cumple la primera Ley de Mendel (Fig. 4).

Si es heterocigótico, en la descendencia volverá a aparecer el carácter recesivo en una proporción del 50 por ciento (Fig. 5).

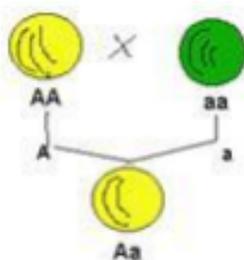


Fig. 4. *Retrocruza homocigota.* Se muestra a los P (progenitores) AA y aa siendo razas puras, que al cruzarse los descendientes serán fenotípicamente homocigotos). Recuperada de <http://www.quimicaweb.net>

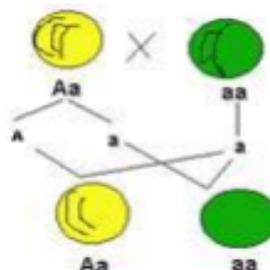


Fig. 5. *Retrocruza heterocigota.* Se muestra a los P (progenitores) Aa y aa siendo heterocigoto y homocigoto recesivo, que al cruzarse los descendientes serán fenotípicamente 50 % de carácter recesivo y 50 % dominantes). Recuperada de <http://www.quimicaweb.net>

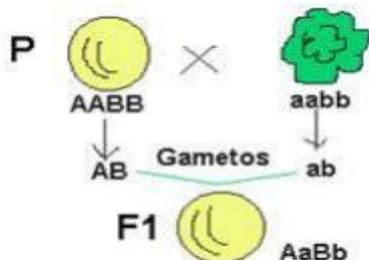


Fig. 6. *Ley de la transmisión independiente.* Se muestra a los P (progenitores) AABB semilla amarilla y lisa y aabb semilla verde rugosa siendo caracteres homocigotos, que al cruzarse los descendientes de la F1 obtendremos AaBb semillas amarillas y lisas. Respetando la Ley de la uniformidad. Recuperada de <http://www.quimicaweb.net>

Ley de la transmisión independiente. Esta ley se la conoce también como la Ley de la herencia independiente de caracteres.

Mendel concluyó que diferentes rasgos son heredados independientemente unos de otros, no existe relación entre ellos, por tanto, el patrón de herencia de un rasgo no afectará al patrón de herencia de otro. Cada uno de ellos se transmite siguiendo las leyes anteriores con independencia de la presencia del otro carácter.

Sólo se cumple para genes ubicados en cromosomas diferentes. Es decir, siguen las proporciones 9:3:3:1.

Para llegar a esta ley Mendel cruzó plantas de arvejas de semilla amarilla y lisa con plantas de semilla verde y rugosa (homocigóticas ambas para los dos caracteres) (Fig. 6).

Las semillas obtenidas en este cruzamiento eran todas amarillas y lisas, cumpliéndose así la Ley de la uniformidad para cada uno de los caracteres

considerados, y revelándonos también que los alelos dominantes para esos caracteres son los que determinan el color amarillo y la forma lisa.

Las plantas obtenidas y que constituyen la F_1 son dihíbridas ($AaBb$).

Estas plantas de la F_1 se cruzan entre sí, teniendo en cuenta los gametos que formarán cada una de las plantas y que pueden verse en la figura 7. En el cuadro de la figura 8 se ven las semillas que aparecen y en las proporciones que se indican.

Se puede apreciar que los alelos de los distintos genes se transmiten con independencia unos de otros, ya que en la segunda generación filial o F_2 , aparecen arvejas amarillas y rugosas y otras que son verdes y lisas, combinaciones que no se habían dado ni en la generación parental (P), ni en la filial primera (F_1).

Asimismo, los resultados obtenidos para cada uno de los caracteres considerados por separado responden a la primera ley (de la segregación) (Fig. 3).

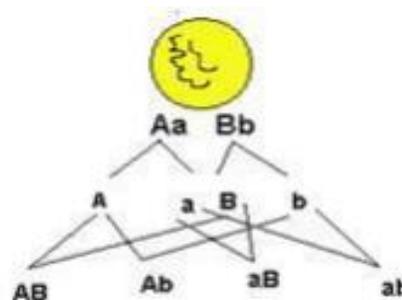


Fig. 7. Gametos producidos por el genotipo $AaBb$. Se muestra a la planta dihibrida separándose por alelos y a su vez mostrando la cantidad de combinaciones posibles en fenotipos y genotipos. Recuperada de <http://www.quimicaweb.net>

F ₁		AaBb × AaBb			
	AB	Ab	aB	ab	
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb	F ₂
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb	
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb	
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb	
F ₂	9/16AB	3/16Ab	3/16aB	1/16ab	

Fig. 8. Cuadro de Punnett de $AaBb \times AaBb$. Se muestra los descendientes de la F_2 en una proporción 9:3:3:1 que corresponde a la primera ley de la segregación. Recuperada de <http://www.quimicaweb.net>

Los resultados de los experimentos de la segunda ley refuerzan el concepto de que los genes son independientes entre sí, que no se mezclan ni desaparecen generación tras generación.

Para esta interpretación fue providencial la elección de los caracteres que se encuentran en distintas cromosomas.

Durante la profase I de la meiosis, los pares de cromosomas homólogos se recombinan.

Posteriormente en la etapa de metafase I, los cromosomas están alineados en la región ecuatorial.

En la anafase I el orden en el plano ecuatorial es al azar y determina la dirección que tomará cada uno de los cromosomas homólogos en las células hijas, fenómeno conocido como coorientación centromérica. Y en la telofase se obtiene como resultado 2 células haploides.

Sin embargo, el orden de migración entre cromosomas no homólogos a las células hijas es independiente entre sí y dependerá del arreglo azaroso que tengan los cromosomas en el plano ecuatorial.

De esta forma se deduce que la ley de transmisión independiente ocurre en la metafase I, ya que pueden existir varias combinaciones posibles, por ejemplo, entre dos pares de cromosomas homólogos.

En la profase II los cromosomas se vuelven a condensar siguiendo una interfase donde el ADN no se replica. Mientras en la metafase II los cinetocoros emparejados de las cromátides se alinean en el ecuador de cada célula. Posteriormente en la anafase II las cromátides se separan colocándose en una posición correcta dirigiéndose hacia los polos opuestos debido a que en la Profase I contiene material genético diferente. Y en la telofase II los cromosomas se ubican en el núcleo y la célula se divide. Cada una de las células tiene un núcleo con un número haploide de cromosomas. Debido a la recombinación, los cromosomas de las células hijas no son idénticos a los de la célula original.

A modo de acotación importante, debemos destacar que en la meiosis la tercera ley de Mendel (de la transmisión independiente) ocurre en la Metafase I, o sea antes que la ley de la segregación, que ocurre en la Anafase I.

Probabilidad

En la cruce de dos líneas puras, una dominante (AA) y una recesiva (aa), se espera que la primera generación filial o F_1 esté constituida únicamente por organismos heterocigotos para ese par de alelos (Aa), ya que los progenitores producen un solo tipo de células sexuales o gametos portando los alelos, respectivamente. Si estos individuos se aparean entre sí en la cruce $F_1 \times F_1$, producirán en la siguiente generación o F_2 , organismos con tres combinaciones genotípicas diferentes, ya que cada miembro Aa produce dos tipos de gametos, la mitad portará el alelo A y la otra mitad el alelo a. Así, la segunda generación será el producto de la combinación al azar de todos los tipos de gametos de los progenitores F_1 : Así, la proporción genotípica familiar 1 AA: 2 Aa: 1 aa es el resultado de las combinaciones alélicas que ocurren en una proporción de $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{4}$ y se basan en la fusión al azar entre dos gametos de uno u otro tipo alélico, debido a que la probabilidad de dos eventos independientes que ocurren simultáneamente es igual al producto de sus probabilidades separadas.

Aplicando el mismo enfoque puede predecirse el resultado de una cruce dihíbrida en la cual cada progenitor es heterocigoto para dos pares de alelos que se segregan de manera independiente. En la cruce Aa Bb \times Aa Bb, donde A y B son completamente dominantes sobre a y b, respectivamente, se espera que cada par de alelos se segregue y distribuya al azar para producir una proporción fenotípica de 9: 3: 3: 1.

Institución y contexto externo

El Centro Escolar Presidente Venustiano Carranza con Clave 21EBH0034P, que pertenece a la modalidad de Bachilleratos Generales Estatales, que se encuentra ubicado en el centro de la ciudad de Tehuacán, municipio del Estado de Puebla. Se inauguró el 15 de enero de 1954 por el gobernador del estado, el Gral. Rafael Ávila Camacho.

Tiene un modelo educativo de Biología II con 6 créditos en el Plan de Estudio 2006, pertenece a los componentes de Formación Básica, en el Campo Disciplinar de Ciencias Experimentales, se pretende cubrir el programa en 48 hrs. El Plan del Sistema de Bachillerato General Estatal cuenta con otros dos componentes como son Propedéutica y Capacitación para el Trabajo para el Quinto Semestre.

El municipio de Tehuacán, donde se ubica el Centro Escolar Presidente Venustiano Carranza se encuentra en la parte sureste del Estado de Puebla. La superficie del municipio es de 552.92 km², ocupa el 1.61% de la superficie del Estado, esto lo ubica en el sexto lugar con respecto a los demás municipios de Puebla en cuanto a su extensión.

La población según el INEGI hasta el 2015 es de 274 906 habitantes, siendo la segunda ciudad más poblada del estado de Puebla. Por su ubicación, Tehuacán presenta una gran variedad de climas que van desde los templados hasta los cálidos; donde el clima seco semi-cálido con lluvias en verano y escasas a lo largo del año; se identifica en la parte sur del municipio, dentro del Valle de Tehuacán, el clima semi-seco cálido lluvias en verano y escasas a lo largo del año; es el clima predominante en el área correspondiente al Valle de Tehuacán y el clima semiseco templado con lluvias en verano y escasas a lo largo del año; es el clima que se presenta entre las zonas orientales del Valle de Tehuacán.

JUSTIFICACIÓN

Abordar el tema de genética mendeliana utilizando a *Drosophila melanogaster* como modelo experimental es una estrategia de enseñanza aprendizaje viable en cuanto a costos, sus características de ciclo de vida y fácil cultivo, abundante bibliografía, de fácil manejo, observación de fenotipos silvestres y mutantes, su extensa descendencia que puede tener en un periodo corto de vida y su conocido genoma. Además, permite abordar con el propio modelo experimental diversos conceptos y temas de Genética que en ocasiones son confusos por su concepción abstracta para los alumnos de bachillerato. Por lo tanto, se considerada como un tema esencial en la formación básica estudiantil, que le permitirá al alumno identificar algunos de los organismos que ellos observan cotidianamente, por medio de la herencia. Así como la influencia del ambiente en el genoma, valorar la repercusión social de temáticas tan determinantes como la ingeniería genética, la terapia génica, la clonación y otras manipulaciones en el material hereditario que sin duda afectan tanto a la naturaleza como al ser humano. Además, el conocimiento acerca de la herencia de los seres vivos facilitará en el estudiante una idea de cómo se establecieron algunos de los organismos que ellos observan cotidianamente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

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 & 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 razonamiento de los alumnos, las estrategias didácticas implementadas y las características de los libros de texto utilizados para la enseñanza aprendizaje de los conocimientos de genética (Figini & De Micheli, 2005). Si anexamos que existen estudios sobre la falta de contenido, planeación y ejecución en las actividades de laboratorio tradicionales, y poco interés sobre los desafíos que implica la realización de actividades de indagación (Lunetta et al. 2008).

Sin duda, la Genética es una disciplina con un extenso vocabulario y con alto grado de abstracción, Los estudiantes expuestos a una variedad de contexto de procesos biológicos (división celular, reproducción, mutación , etc.) y conceptos que se ubican en diferentes niveles de organización (gen , alelo, cromosoma, célula, etc); los cuales son estudiados por separado y pocas veces vinculados en un solo tema, dando resultado un conocimiento fragmentado, imposibilitando la explicación de estos procesos genéticos (Puigcerver & Iníguez, 2013).

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, en este caso, sus bajas calificaciones, confusión y desinterés en el aprendizaje; ayudándolo a comprender y utilizar capacidades de su inteligencia; pasar de un aprendizaje pasivo a uno activo y de un aprendizaje descontextualizado a uno relacionado con su realidad.

Por lo anterior la pregunta a responder es: ¿Cómo a través del uso de esta estrategia didáctica eligiendo *Drosophila melanogaster* como modelo experimental, los alumnos de Biología II del CEPVC tendrán un mejor rendimiento académico en el aprendizaje de la genética mendeliana?

OBJETIVO

Objetivo general

Utilizar a *Drosophila melanogaster* como modelo experimental y mejorar el rendimiento académico para la enseñanza del Tema: Leyes de Mendel y conceptos básicos de Genética

Objetivos particulares

- Investigar si se utiliza a *Drosophila melanogaster* como modelo en las actividades experimentales para la enseñanza del Tema: Leyes de Mendel en la materia de Genética en el bachillerato general.
- Diseñar y aplicar diferentes actividades experimentales utilizando a *Drosophila melanogaster* como parte de la estrategia didáctica para la Unidad de Genética.
- Aprender a manipular cultivos vivos y observar el ciclo de vida de *Drosophila melanogaster*.
- Analizar el rendimiento académico con un Pre-test y Pos-test en el grupo control y experimental.
- Determinar si existen diferencias significativas, por medio de pruebas estadísticas.
- Promover el uso de *Drosophila melanogaster* dentro del nivel medio superior, para la formación de un pensamiento científico en el estudiante, a través de su opinión con respecto a la estrategia de enseñanza aprendizaje

HIPÓTESIS

Si las respuestas del post- test del grupo experimental son diferentes al grupo control durante el curso de Genética en el bachillerato a través del uso de la estrategia didáctica eligiendo *Drosophila melanogaster* como modelo experimental, entonces su rendimiento académico será distinto.

MÉTODO

- Trabajar con 2 grupos de 5° Semestre turno vespertino, durante 6 sesiones del programa y horario escolar de la materia de Biología II Unidad Genética. Los grupos están conformados por 45 alumnos, entre 17 y 18 años. Pertenecen al CEPVC, Tehuacán Puebla.
- Se designó al azar a un grupo como control y al otro como experimental:
 - Al grupo control se les dará el tema de forma teórica, sin el uso de la estrategia didáctica.
 - En el experimental se aplicará la estrategia de enseñanza-aprendizaje (Anexo W), con la que se pretende propiciar un mejor aprendizaje.
- En ambos grupos evaluar el Tema: Leyes de Mendel.
- Aplicar a dos grupos (control y experimental) un PRETEST de conocimientos de “Leyes de Mendel” antes de iniciar con la temática (Anexo A).
- Aplicar un POSTEST de conocimientos de Leyes de Mendel (Anexo B) a los dos grupos (experimental y control).

- Se utilizó el programa STATISTICA Ver. 10 para realizar un análisis comparativo si los resultados obtenidos se comportan de manera normal, utilizando la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, si es asertiva se utilizarán pruebas paramétricas y si es lo contrario serán no paramétricas.
 - Pruebas paramétricas para análisis entre grupos U de Mann-Whitney.
 - Se aplicó la prueba de la “t” de Student para muestras independientes contrastando si existen o no diferencias entre los dos grupos.
 - Posteriormente se analizó si hay o no homogeneidad de varianzas entre los dos grupos, por medio de la prueba de “F”.
- En las preguntas abiertas analizar cualitativamente las opiniones de los alumnos mediante la técnica de semáforo y determinar el gusto por las prácticas de laboratorio y modelos experimentales biológicos, como apoyo a la materia de Genética.
- Determinar si la estrategia didáctica influyó más en los aprendizajes de los estudiantes del grupo experimental que en los estudiantes del grupo control, con base en su rendimiento académico.

MÉTODO

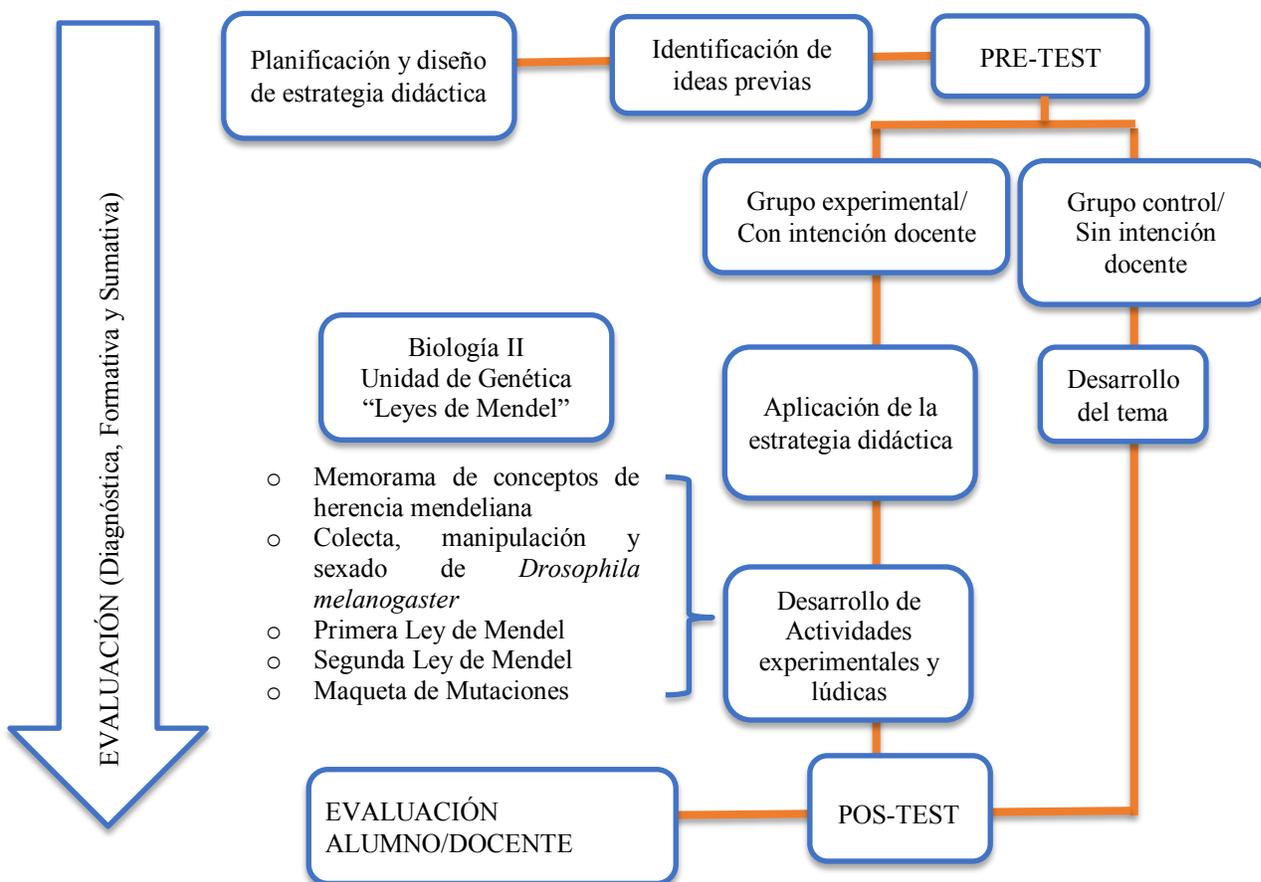


Fig 9. Diagrama general. Se muestra la secuencia de actividades experimentales y didácticas con *Drosophila melanogaster* para el Tema “Leyes de Mendel”.

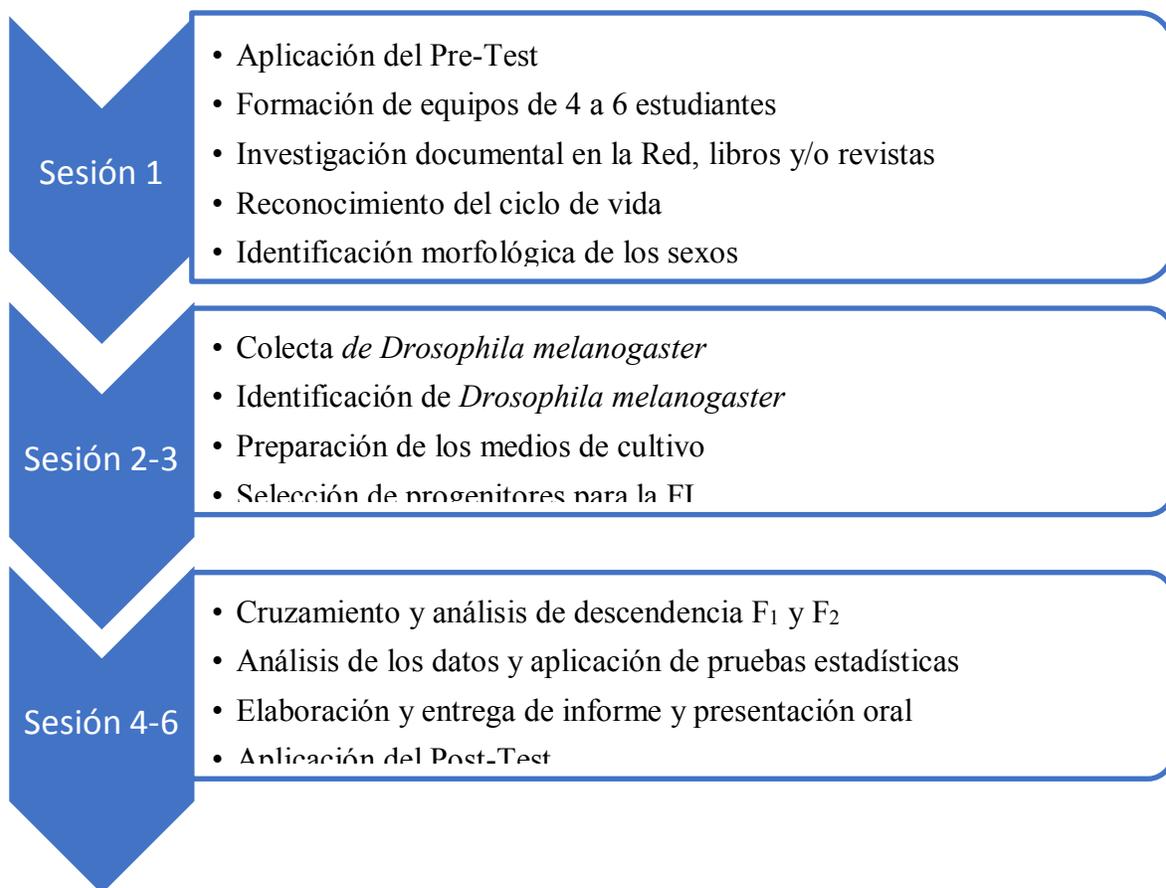


Fig 10. *Protocolo para las prácticas experimentales* . Secuencia de actividades dentro y fuera del aula con *Drosophila melanogaster* para el Tema “Leyes de Mendel.

En este diagrama se abordan las actividades antes de ingresar al laboratorio, la organización por equipos dentro del grupo de 5° Semestre grupo “B”. Posteriormente prosiguen la investigación documental, para tener conocimiento del modelo experimental, así como una explicación por el docente de ésta. Las actividades experimentales iniciaron con la captura de sus propios ejemplares para la identificación y manejo, así como el proceso de sedación y selección de progenitores. Es importante distinguir que todas las sustancias químicas y manejo de equipo de laboratorio para la preparación de soluciones que sirvieron como fungicida y bactericida fueron supervisadas por personal especializado (ingenieros químicos y supervisores de control de calidad). Los reactivos fueron obtenidos de una empresa que se

dedica al procesamiento de alimentos de engorda para cerdos OJAI, Tehuacán Puebla (Anexo Ñ y P).

RESULTADOS

Para evaluar las estrategias de enseñanza y aprendizaje se utilizó el instrumento de evaluación constituido por 15 reactivos de opción múltiple (Anexo A y B), así como la resolución de ejercicios en clase de autoevaluación (Anexo C, D, H , reporte de práctica (Anexo G, M), evidencias de las prácticas (Anexo F, I, L, , maquetas (Anexo K), elaboración de árbol genealógico (Anexo E) y exposición de mapas mentales (Anexo J).

Los 15 reactivos de opción múltiple se aplicaron como pretets y postest a los dos grupos, control y experimental. Durante 6 sesiones del programa y horario escolar de la materia de Biología II Unidad Genética (Anexo X).

A continuación, se presentan los resultados de la implementación de la propuesta didáctica evaluada.

Tabla 3

Calificaciones promedio y error típico

	NO. ALUMNOS	PRE-TEST Promedio ± ee	POS-TEST Promedio ± ee
GRUPO CONTROL	45	5.1 ± 0.2	5.21 ± 0.22
GRUPO EXPERIMENTAL	45	6.06 ± 0.22	8.38 ± 0.13
TOTAL	90		

Nota: Se muestra el promedio y error típico del Pret-test y Pos-test de manera independiente entre grupo control y experimental.

ANÁLISIS

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente con el programa STATISTICA Ver. 10, con el objeto de tener valores cuantitativos que especifiquen las diferencias significativas que puedan existir en las respuestas correctas. Las pruebas estadísticas utilizadas para verificar los 90 datos del Pre-test y el Post-test fueron: determinar por grupo si existía Normalidad, encontramos que ambos lo eran así que aplicamos para análisis entre grupos la U de Mann-Whitney, posteriormente la “t” de Student para muestras independientes y comparamos si existen diferencias significativas entre el grupo control contra el experimental en el Pre-test; después de 6 sesiones lo mismo para el Pos-test, con la prueba de F, para contrastar la hipótesis de igualdad de las medias de los dos grupos, y tiene su fundamento en relación entre la estrategia didáctica aplicada explicada por las diferencias entre grupos y la variación individual.

Normalidad

En la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el grupo control y experimental se analizó lo siguiente.

- a) La probabilidad individual para el Pre-test y Pos-test.
- b) Y la probabilidad entre el Pret-test y Pos-test dentro del grupo experimental

Con la finalidad de aceptar o rechazar cualquiera de estas dos hipótesis

Ho: $p \geq 0.05$ Con un error del 5% se puede afirmar que existe normalidad

Ha: $p < 0.05$ Con un error del 5% se puede afirmar que no existe normalidad

A continuación, se muestra la tabla:

Tabla 4*Prueba de Shapiro-Wilk para normalidad*

Prueba de Shapiro-Wilk		
	GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
PRE-TEST	p=0.02393<0.05	p=0.12919>0.05
POS-TEST	p=0.01947<0.05	p=0.01265<0.05
DIFERENCIA	p=0.08416>0.05	p=0.05976>0.05

Nota: Se muestra la probabilidad del rendimiento académico individual por grupo y entre grupos. Afirmando que se comportan de manera normal al tener una $p \geq 0.05$. Recuperado del programa STATISTICA Ver. 10.

- ✓ Dado que solo uno de los datos de probabilidad obtenidos en la tabla 1 se comporta normal individualmente, solo se pueden utilizar pruebas no-paramétricas.
- ✓ Pero para la diferencia dado que ambos salieron normales se debe utilizar una prueba paramétrica.

Prueba de la U de Mann-Whitney

Se aplicó la prueba de la U de Mann-Whitney, para comparación del Pre-test entre grupo control y experimental contrastando las siguientes hipótesis:

Ho: $p \geq 0.05$ Con un error del 5% se puede afirmar que no hay diferencias en las respuestas entre los dos grupos

Ha: $p < 0.05$ Con un error del 5% se puede afirmar que hay diferencias en las respuestas entre los dos grupos

A continuación, se muestra la tabla:

Tabla 5*Prueba de la U de Mann-Whitney*

Prueba de la U de Mann-Whitney				
Suma del rango	U	Z	Valor de p Z ajustada	Valor de p

	Grupo control	Grupo experimental				
PRE-TEST	1,355,500	2,299,500	6,145,000	0,014002	-247,530	p=0,013313<0.05
POS-TEST	770	2885	2,900,000	-0,000000	-765,047	p=0,0000001<0.05
			0 245,723			
			0 763,243			

Nota: Comparación entre grupos en el Pre-test y Pos-test. Se puede afirmar que hay diferencias significativas. Recuperado del programa STATISTICA Ver. 10

Prueba de “t” de Student

Se aplicó la prueba de la “t” de Student para muestras independientes contrastando las siguientes hipótesis:

Ho: $p \geq 0.05$ Con un error del 5% se puede afirmar que no hay diferencias en las diferencias entre los dos grupos

Ha: $p < 0.05$ Con un error del 5% se puede afirmar que hay diferencias en las diferencias entre los dos grupos.

Tabla 6

Prueba de “t” de Student para muestras independientes

Grupo experimental	Prueba de “t” de Student				
	Valor de t	gl	P	N válido-Grupo control	N válido-Grupo experimental
2,334,043	-635,029	83	0,0000001	38	47

Nota: Se analizó la probabilidad el grupo control y experimental. Dando como resultado que hay diferencias significativas. Recuperado del programa STATISTICA Ver. 10.

- ✓ Como $p=0,0000001<0.05$ podemos afirmar que hay diferencias entre los grupos, en donde el grupo experimental tuvo la mayor diferencia evaluación que el control, dado que implica que incremento su no. de respuestas acertadas más que el grupo control, podemos afirmar que existen evidencias a favor de un incremento en puntaje individual con la aplicación de la estrategia.

Prueba de “F”

Debido a que se exige para que la prueba de “t” sea correctamente aplicada la homogeneidad de varianzas, se aplicó una prueba de “F” para verificarlo contrastando las siguientes hipótesis:

Hipótesis:

✓ Ho: $p \geq 0.05$ Con un error del 5% se puede afirmar que existe homogeneidad de varianzas entre los dos grupos

Ha: $p < 0.05$ Con un error del 5% se puede afirmar que no existe homogeneidad de varianzas entre los dos grupos.

Tabla 7

Prueba de “F” para el grupo control y experimental

Prueba de “F”			
	Desv. Estándar-Grupo experiemntal	Razón de "F"- varianzas	p -varianzas
Diferencia	1,605,598	1,620,011	0,120476

Nota: Al obtener la probabilidad de varianzas se afirma que no hay diferencias significativas. Recuperado del programa STATISTICA Ver. 10.

Como $p=0,120476 > 0.05$ se puede afirmar que existe homogeneidad de varianzas entre los dos grupos, por lo tanto, la prueba fue aplicada adecuadamente.

Técnica del semáforo

Se utilizó la técnica del semáforo para algunos comentarios de los alumnos de ambos grupos, experimental y control. Con la finalidad de determinar el gusto por las prácticas de laboratorio y modelos biológicos durante su curso de Genética.

- Análisis cualitativo del grupo control

A continuación, se muestra el porcentaje de alumnos de acuerdo con las categorías establecidas: mal, regular y bien. Se debe mencionar que esta clasificación tuvo un carácter subjetivo.

Los criterios fueron los siguientes:

Mal: Cuando no existía ningún comentario al respecto o bien el comentario era estar en desacuerdo con la estrategia.

Regular: Cuando comentaban sobre la estrategia, pero tenían dificultades para su comprensión y su participación en ella,

Bien: Cuando comentaban que habían tenido una retroalimentación, un gusto por el modelo experimental y afirmaban que les gustaban las actividades experimentales.

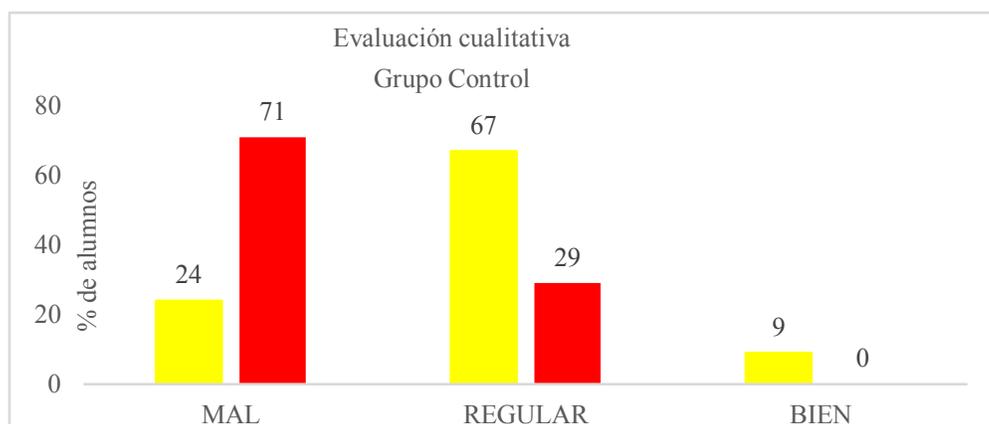


Fig. 11. Evaluación cualitativa del grupo control durante el Pre-test (amarillo) y Pos-test (rojo). Se establecen tres categorías y se analizó con la técnica del semáforo.

Sin embargo, el grupo control su actitud antes de la propuesta en el Pre-test fue de 9%, favorable, 24% negativa y regular 67%. Después de haber concluido el curso de Genética se aplicó un post-test y su respuesta fue 0% favorable, 71%negativa y un 29% regular.

- Análisis cualitativo del grupo experimental

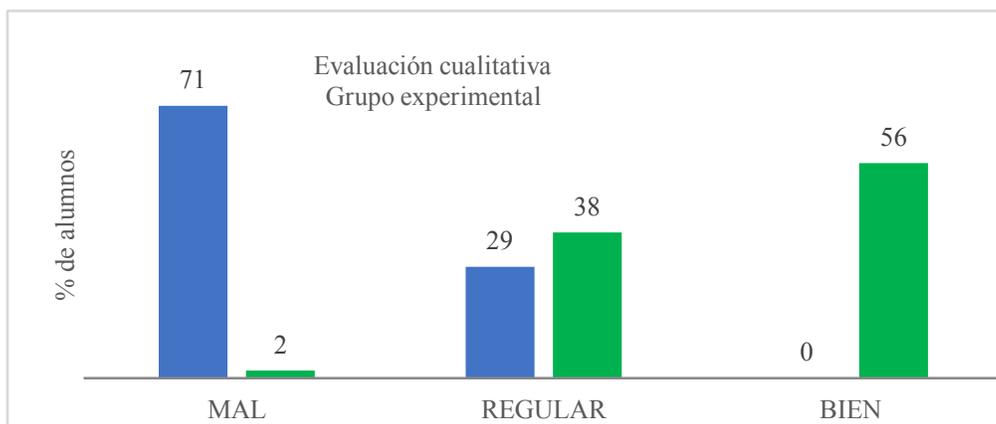


Fig 12. Evaluación cualitativa del grupo experimental durante el Pre-test (azul) y Pos-test (verde). Se establecen tres categorías y se analizó con la técnica del semáforo.

Sin embargo, el grupo experimental su actitud antes de la propuesta fue de 0% favorable, 71% negativa y regular 29%. Después de haber concluido el curso de Genética se aplicó un post-test y su respuesta fue 56% favorable, 2% negativa y un 38% regular.

- Análisis cualitativo del Grupo Control VS Grupo Experimental en el Pos-test

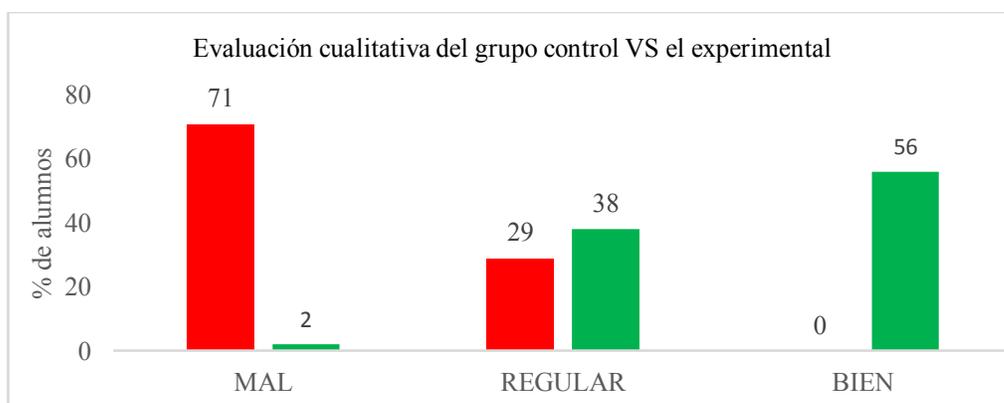


Fig. 13. Evaluación cualitativa del grupo control (rojo) vs el experimental (verde) durante el Pos-test. Se establecen tres categorías y se analizó con la técnica del semáforo.

La comparación del grupo control y experimental es opuesta. Al grupo control le parece una mala idea, es evidente que la motivación aumentó en los estudiantes del grupo experimental debido a la estrategia de enseñanza y aprendizaje, es decir que desde los cambios actitudinales podemos inferir que: el grupo experimental asume la responsabilidad de su propio aprendizaje, dejando que el tutor fuese el orientador en la adquisición del conocimiento, como consecuencia el educando mejora las habilidades de trabajo en grupo y la comunicación con sus compañeros, así como un respeto por las normas de la institución las cuales especifican que los trabajos en casa son una obligación del estudiante y es parte fundamental del aprendizaje.

Evidencias de la planeación

El grupo experimental del 5° semestre del Centro Escolar Venustiano Carranza inició la Unidad II de Genética del Programa de Estudio 2006 del Bachillerato General Estatal de la SEP. El inicio de la intervención con el grupo experimental fue con una retroalimentación del tema “Síntesis de proteínas”, a petición de la profesora experta. Finalicé la sesión con una historieta para aterrizar sus conocimientos (Anexo C).

Posteriormente canalicé a mi grupo mediante un Pre-test, asegurándome que el profesor experto no hubiese dado la Unidad de Genética.

Los alumnos del grupo control y experimental fueron informados desde la primera sesión la forma de trabajo y los objetivos que esperábamos lograr al terminar la Unidad:

- Área de conocimientos; adquirir la información teórica básica correspondiente; comprender algunos de los experimentos y razonamientos que integran a la Genética.

- Área de habilidades; los alumnos del grupo control y experimental lograrán seleccionar, registrar y sintetizar la información científica, valorando los aspectos medulares de las diferentes situaciones problemáticas planteadas.
- Área de actitudes; fortalecer su participación crítica y reflexiva frente a la información disponible, a partir del contraste de opiniones durante el trabajo grupal, se fomentará el respeto, tolerancia, iniciativa, liderazgo, innovación y creatividad. Además, deliberar la importancia de la Genética en nuestro día a día.

Durante el desarrollo de la temática los procesos y productos se adaptaron de acuerdo con las necesidades del grupo y algunas sugerencias que el docente experto propuso.

La motivación fue mi pilar para esta intervención, sin duda el que los chicos capturaran, conocieran y ocuparan como modelo experimental a *Drosophila melanogaster* para entender las Leyes de Mendel y algunos conceptos que difícilmente son comprendidos, si se abordan de manera teórica quedan consolidados con este tipo de estrategia de enseñanza aprendizaje. El empeño del grupo experimental destacó en las maquetas para el tema de “Mutación”, tuvieron la iniciativa de ocupar su modelo experimental; el cual cumplió con todos los criterios establecidos y más aún, fueron innovadores y creativos en su participación por equipo (Anexo K).

La elaboración de un trabajo de investigación y reporte de práctica, con su respectivo cuestionario fue de gran importancia, debido a que los alumnos en este producto asumieron el papel de agente seleccionador de información científica y analítica para adecuar la información a lo solicitado (Anexo L y M).

El que los alumnos representaran de manera gráfica por medio del mapa mental o árbol genealógico, es una estrategia de retención y conexión entre conceptos, de una manera subjetiva pero particular para cada estilo de aprendizaje (Anexo E y J).

La elaboración de glosarios mediante el Memorama de conceptos fue una manera más original de aprender y retener los conceptos, además de que fue una dinámica divertida entre los alumnos y el docente (Anexo D).

La dinámica de proyección de videos y presentaciones en PowerPoint al grupo causó gran motivación e interés; sin embargo, no quise abusar de su uso y planteaba distintas estrategias (preguntas capciosas, alguna problemática actual, algún dato curioso, etc.) para presentar el tema (Anexo F y H).

Realizar una práctica experimental les resultó a los chicos muy interesante, era algo que no habían hecho desde secundaria. Una situación amenazante fue enterarme que no contaban con una aula ni material de laboratorio. Solicité a las autoridades pertinentes un espacio para adecuarlo a lo que necesitaba y platiqué con los chicos la situación. Sin duda su respuesta fue de iniciativa y disposición por lo cual, ellos mismos propusieron traer de su casa el material faltante y comprometerse a realizar el trabajo dentro del aula. Yo por mi parte adquirí un microscopio estereoscópico entrada tipo USB para que los chicos pudieran manipular con la laptop o con el celular.

Sin duda considero que fueron las sesiones de laboratorio las que más les agradó, junto con la dinámica de presentación e intercambio de “Maquetas de Mutación”.

En la entrega de reporte de práctica y trabajos de investigación los chicos mejoraron en calidad y estructura de los criterios requeridos. Al iniciar mi intervención sus trabajos no eran tan profundos y con el tiempo y algunos consejos mejoraron. Tenían mayor noción sobre los puntos clave a evaluar y tuvieron un desempeño mejor que en su reporte de práctica.

Puedo decir que en el desempeño actitudinal consciente hubo iniciativa al trabajo, liderazgo en la conformación de equipos, compromiso con la materia, respeto para los compañeros y el docente

mismo, tolerancia ante la presión de los trabajos y el tiempo, disposición y creatividad para elaborar los trabajos, solidaridad para aquellos alumnos que tuvieron problemas de aprendizaje o inasistencia y ayudaron a regularizarse en el curso y la participación crítica, reflexiva, valorativa y colaborativa de todos para un aprendizaje significativo.

DISCUSIÓN

Se cumplió el principal objetivo de este proyecto, al diseñar actividades experimentales viables para los estudiantes y las carencias de recursos de su escuela (Anexo F, I, Ly M). Utilizando los recursos que teníamos a nuestro alcance. Aplicamos la estrategia de enseñanza aprendizaje al grupo experimental de 45 alumnos (Anexo Ñ, P y Q). Y evaluamos las actividades experimentales utilizando *Drosophila melanogaster* (Anexo O y R) en apoyo al rendimiento académico del Tema: Leyes de Mendel.

El grupo experimental investigó a su modelo experimental *Drosophila melanogaster* desde su primera sesión, para familiarizarse con él: conocer su morfología, fisiología, ciclo de vida, elaboración y manipulación de cultivos vivos, toma de datos y registro de resultados; puesto que son indispensables para las actividades experimentales del Tema: Leyes de Mendel en la materia de Genética en el bachillerato general (Anexo X).

Se diseñó una alternativa de cultivo con nuevos reactivos y procedimientos (Anexo P). Debido a la carencia de material y reactivos para su diseño. Esto nos ocasionó algunos contratiempos como contaminación de cultivo y por falta de incubadora que la temperatura ambiental no fuera la adecuada para el crecimiento de *Drosophila melanogaster*. Sin embargo, se realizaron muchos cultivos por equipo por lo cual, conseguimos realizar las prácticas experimentales correspondientes.

En este estudio, nos propusimos analizar el rendimiento académico por medio de los instrumentos de medición (pre-test y post-test) que se utilizaron al aplicar la estrategia didáctica en el grupo experimental y lo comparamos con el grupo control (Anexo A y B).

Elegimos a *Drosophila melanogaster* como modelo experimental, por sus cualidades. Además, la estrategia gira en torno a las prácticas de laboratorio que deben ser estructuradas, para permitir en los estudiantes procedimientos organizados que promuevan distintas actitudes, como el orden, el respeto, la limpieza y las buenas conductas para espacios determinados (Anzola, 2019).

Debemos tomar en cuenta la información que tienen los alumnos al enfrentarse por primera vez al aprendizaje de la Genética, llegan con conocimientos sobre la misma, tal es el caso del grupo control y experimental (Tabla 1), por tanto, podemos afirmar que los estudiantes de nuestra muestra sí llegan con ideas acerca de algunas nociones relacionadas con la herencia biológica, a pesar de no haberlos estudiado antes. Algunas de ellas tienen que ver con: las causas que determinan los caracteres fenotípicos, los seres vivos que tienen o no estructuras relacionadas con la información genética, la localización de la información hereditaria, interpretación inadecuada de las leyes de Mendel, confusión entre células sexuales y somáticas, las diferencias entre los distintos tipos de división celular, las causas y consecuencias de las mutaciones y confusión en los conceptos genéticos. Estos puntos de vista podrían ser construidos por influencias extraescolares (medios de comunicación, nociones intuitivas) y algunos conocimientos desarrollados en el ámbito educativo (Barrero, 2011; Íñiguez & Puigcerver, 2013; Ruiz et al., 2017).

Afirmamos que los alumnos del grupo experimental de Biología II del CEPVC tuvieron un mejor rendimiento académico en el aprendizaje de la Genética Mendeliana. En el estudio de Normalidad comparando pre-test y pos-test se demostró un comportamiento normal de los datos (Tabla 4).

Sin embargo, en la Prueba de la U de Mann-Whitney indica que la comparación entre grupos en el Pret-test. se puede afirmar que hay diferencias significativas. Como $p=0,013313 < 0.05$ podemos afirmar que hay diferencias entre los grupos, en donde el grupo experimental posee una mayor evaluación que el control. Esta condición genera problemas para la interpretación del resultado final (Tabla 5). Por otra parte, la comparación entre grupos en el Pos-test. indican que hay diferencias significativas, Como $p=0,0000001 < 0.05$ podemos afirmar que hay diferencias entre los grupos, en donde el grupo experimental posee una mejor evaluación que el control. Pero dados los resultados obtenidos en el pretest, no podemos afirmar que se deba a la estrategia o a que el grupo experimental desde el principio tenía mejores respuestas que el control (Tabla 5).

Por otro parte, la Prueba de “t” de Student para muestras independientes del grupo control y experimental afirma que hay diferencias significativas. Obtuvimos como $p=0,0000001 < 0.05$ podemos afirmar que el grupo experimental tuvo la mayor diferencia de evaluación que el control, dado que implica que incrementó su evaluación en comparación con el grupo control, podemos afirmar que existen evidencias a favor de un incremento en las respuestas correctas con la aplicación de la estrategia (Tabla 6).

La Prueba de “F” para el grupo control y experimental asevera que hay diferencias significativas. Obtuvimos como $p=0,120476 > 0.05$ se puede afirmar que existe homogeneidad de varianzas entre los dos grupos, por lo tanto, la prueba fue aplicada adecuadamente (Tabla 7).

Por consiguiente, apoyamos la Hipótesis alternativa; al ser diferentes las respuestas del pre-test y Pos-test del grupo control y experimental del Tema: Leyes de Mendel. Y afirmamos que hay diferencias significativas en el rendimiento académico de los alumnos con el uso de la estrategia didáctica utilizando como modelo experimental a *Drosophila melanogaster*. Gracias el uso de las anteriores pruebas estadísticas que fueron analizadas con el programa STATISTICA Ver. 10.

Después de aplicar las actividades prácticas y experimentales de la estrategia de enseñanza y aprendizaje; al momento de ser valoradas a través del trabajo de los alumnos resultaron de una calidad que permiten que el alumno entienda no sólo el concepto sino el proceso de cómo se transmite la información genética. Este tipo de prácticas se llevan a cabo en el Estado de México, en especial el Colegio de Ciencias y Humanidades. Villar et al. (s.f.) afirma que las prácticas y experimentos realizados en los laboratorios curriculares y Laboratorio SILADIN con *Drosophila melanogaster* son más didácticas y divertidas, permiten despertar el entusiasmo por el aprendizaje en los alumnos al desarrollar habilidades, al comprobar conceptos y al descubrir conceptos desconocidos. Durante el desarrollo de los temas de Genética de los Programas de Biología I y III, se logró ampliar los conocimientos previos expuestos por Gregorio Mendel, mediante el planteamiento de las leyes y los principios de la transmisión de los caracteres hereditarios. Después de observar y conocer las características morfológicas externas, consiguieron identificar los fenotipos y las diferencias que existen tanto en las hembras como en los machos. En el análisis de resultados, observo que identificaron las diferentes etapas en el ciclo de vida de esta especie, conociendo el porqué de estos cambios y entendieron la importancia del estudio de las generaciones a medida que va transcurriendo el tiempo. La participación colectiva y el intercambio de experiencias entre los profesores facilitan la renovación de la práctica docente en el Colegio de Ciencias y Humanidades. La utilización de *Drosophila melanogaster* como modelo de investigación no sólo ha contribuido al conocimiento científico, sino también al académico.

Se puede afirmar que las actividades prácticas y experimentales al momento de ser valoradas a través del trabajo “Reporte de práctica” de los alumnos demostraron las habilidades, destrezas y sobre todo un pensamiento más certero sobre la temática.

En la evaluación cualitativa para el grupo control y experimental se analizaron preguntas abiertas para establecer si les gustaría que la estrategia de enseñanza y aprendizaje fueran las actividades de laboratorio utilizando a *Drosophila melanogaster* para su Unidad de Genética.

Los resultados fueron analizados con la técnica de semáforo que tiene dos propósitos relacionados con la evaluación formativa: compartir con los alumnos las metas de aprendizaje y promover la participación activa en su aprendizaje y evaluación. Se comparten las metas porque el profesor informa a los alumnos, con anterioridad al trabajo del tema y con base en su caracterización del objetivo de aprendizaje, qué espera que ellos sean capaces de hacer al abordar las tareas que les va a proponer. Por su parte, los alumnos realizan un ejercicio de autoevaluación y pueden tener una percepción de su progreso en el logro del objetivo de aprendizaje (Pinzón, Gómez & Romero, 2015).

Sin embargo, obtuvimos como resultado en el grupo control (Fig. 11) que la estrategia de enseñanza y aprendizaje utilizada por el docente a cargo desde el Pre-test hasta el Post-test no fue la adecuada a las necesidades del estudiante, desmotivó y causó desinterés cada que pasaba el tiempo sin embargo el flujo de aprendizaje no fue el mismo, incrementando la pérdida de motivación. Por tanto, para lograr un aprendizaje significativo lo primero que se debe replantear es el método de enseñanza. Caso contrario el grupo experimental pasó de no tener ningún agrado ni entusiasmo por el modelo experimental y terminó recomendándolo y asegurando que les fue de mucha ayuda (Fig. 12).

Comparando ambas opiniones del grupo control y experimental al finalizar el curso (Fig 13), el grupo control considera darle una oportunidad a trabajar con un modelo experimental y cambiar un poco el trabajo dentro del aula, Aunque la mayoría se niega totalmente porque considera que la

materia en si es muy difícil y siempre lo será utilizando cualquier estrategia. En sentido contrario tenemos al grupo experimental que le agrado trabajar con *Drosophila melanogaster*, pero consideran perdieron un poco el interés al presentar las deficiencias de espacio e instrumentos de laboratorio de los cuales carecía su escuela. No obstante, los alumnos del grupo experimental también reafirmaron que desarrollaron nuevas habilidades al tener que resolver ese tipo de problemas. Por lo que ellos mismos consideran que estuvieron muy contentos de las experiencias que vivieron en ese proceso.

Los alumnos del grupo experimental al finalizar el curso se interesaron por saber acerca del desarrollo de la Genética y aportes hechos a la ciencia por Mendel, aprendieron el lenguaje utilizado en la enseñanza de las leyes de Mendel, disfrutaban trabajar en equipo y hacer el material didáctico que les permite desarrollar y mejorar sus relaciones interpersonales. Además, intervinieron activamente a partir de los conocimientos adquiridos para la solución de problemas, utilizan las Tics para realizar consultas, presentar informes y evaluación, también compararon los conceptos aprendidos con los de los textos de consulta y finalizaron con sus propios cultivos de *Drosophila melanogaster* que se llevaron a casa y prometieron seguir cuidándolos para seguir observando más y más resultados sobre la herencia y mutaciones.

Cabe mencionar que durante la elaboración, aplicación y análisis de este Proyecto los resultados y conclusiones presentados apuntan hacia la necesidad de que la enseñanza de la Genética tenga en cuenta algunas consideraciones que nos parecen de interés para la enseñanza de estos contenidos:

Planificación de la enseñanza. Teniendo en cuenta las dificultades y el grado de abstracción de los contenidos de Genética, pensamos que sería útil comenzar su estudio abordando la herencia en las personas, así como desarrollar los contenidos

utilizando, cuando sea posible, ejemplos relacionados con el ser humano. De este modo, la planificación debería organizarse de modo que:

- Primero, se estudiarán aspectos macroscópicos, más cercanos y fáciles de comprender para el alumno, como los caracteres observables y su herencia, comparando, por ejemplo, el parecido entre familiares y analizando de qué modo los caracteres pasan de unas generaciones a otras.

- A continuación, habría que dar explicación a estos fenómenos desde niveles moleculares (relacionar con cromosomas, genes, procesos de división celular, etc.).

Selección de contenidos de enseñanza. A partir de los conocimientos de los estudiantes descritos nos parece pertinente:

- No dar por sabidas algunas nociones (reproducción sexual en plantas o la estructura celular, por ejemplo), sin comprobar que realmente los estudiantes las conocen, a pesar de ser contenidos recogidos por el currículo en cursos anteriores.

- En cuanto a la localización de la información hereditaria, se debería trabajar la relación entre los diferentes niveles de organización de esta información, de más general a más concreto (célula, cromosoma, gen, ADN), con objeto de que no se aprendan de una manera aislada e inconexa, que dificulte establecer las relaciones entre ellos (Lewis et al., 2000).

- Considero, como Banet y Ayuso (2000), que el estudio de los procesos de división celular, y en concreto, la meiosis, se deberían vincular con los contenidos de Genética, pues son básicos para comprender aspectos importantes, como la transmisión de la información hereditaria, mediante mitosis, en la formación de un

nuevo individuo (cada célula portará la misma información hereditaria) y en la formación de gametos (cada gameto con la mitad de información hereditaria).

Orientación y secuencia de las actividades. Es necesario que las actividades de enseñanza tengan en todo momento presente las ideas que, sobre Genética, tienen los estudiantes. Así, el programa debería incluir:

- Actividades de explicitación de ideas: de manera que los estudiantes las reconozcan y que sirvan de punto de partida para la construcción de nuevos conocimientos.
- Actividades que ayuden a los alumnos a superar las concepciones alternativas al conocimiento científico, ya que, de lo contrario, pueden persistir, a pesar de haber estudiado los contenidos de Genética (Banet & Ayuso, 2000).

Contextualización de la Genética y sus aplicaciones en la sociedad. En coherencia con lo que decíamos al comienzo del trabajo, la enseñanza de la Herencia Biológica resulta básica para la alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos, ya que son numerosos los contextos sociales en los que la Genética es la protagonista. En consecuencia, es necesario destacar la importancia de abordar, con cierto detalle, sus aplicaciones tecnológicas y sociales, sobre todo si se tiene en cuenta que, para la mayoría de estos estudiantes, sería su única y última posibilidad académica de contactar estos contenidos con la realidad de la sociedad actual (Ruiz et al., 2017). La enseñanza de la Herencia Biológica resulta básica para la alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos, ya que son numerosos los contextos sociales en los que la Genética es la protagonista: clonación de

animales, alimentos transgénicos, enfermedades de origen genético... (Puigcerver & Íñiguez, 2013).

Dada la complejidad del modelo de expresión de los genes, consideramos necesario que los textos dediquen más espacio a explicar la influencia del ambiente mediante ejemplos concretos, e incorporen tareas que requieran que el alumnado movilice sus ideas acerca de la expresión de los genes. Sin embargo, no resultan suficientes las actividades de aplicación del modelo de expresión de los genes. Sugiero la necesidad de que los textos incorporen actividades de la aplicación del modelo de expresión de los genes, a fin de promover el desarrollo del pensamiento crítico sobre el determinismo por el alumnado (Puig & Jiménez, 2014)

CONCLUSIÓN

Hasta ahora he podido demostrar que en estudios anteriores la implementación de nuevas estrategias de enseñanza, asociadas a una motivación adecuada y la disposición de los estudiantes, permiten que ellos se vinculen de forma responsable, consciente y activa con sus procesos formativos.

Por lo tanto, este estudio resulta muy importante e innovador, debido a que aporta una nueva propuesta de enseñanza y aprendizaje para comprender las leyes de Mendel, y otros conceptos y procesos biológicos. Además de que se emplearon alternativas como, sustancias de cultivo, herramientas de laboratorio improvisadas, microscopios para escuelas de bajos recursos y actividades lúdicas. De tal manera que el docente y el alumno no descarten la opción de las actividades experimentales no por falta de recursos, sino brindar opciones de solución que mejoren la atención y calidad de aprendizaje.

Los resultados obtenidos en el Post-test del grupo experimental fueron significativamente superiores a los del grupo control, debido a que fueron analizados en el programa STATISTICA Ver. 10 utilizando las pruebas estadísticas correspondientes. Consiguientemente, afirmo que la implementación de la propuesta de enseñanza y aprendizaje realizadas con el modelo biológico *Drosophila melanogaster* son didácticas y divertidas, permitiendo despertar el entusiasmo por el aprendizaje en los alumnos al desarrollar habilidades, al comprobar conceptos y al vincular la información con su entorno. Trascender sobre los métodos de enseñanza convencionales, creando un clima en donde los estudiantes hacen parte de su proceso de aprendizaje y tienen a su disposición actividades innovadoras de carácter interactivo, colaborativo y creativos, adquiriendo conocimientos al mismo tiempo en que se divierten.

Se logró cuantificar el rendimiento académico sobre las concepciones de los estudiantes antes y después de la aplicación de estrategia de enseñanza y aprendizaje fundamentadas en los instrumentos de medición, durante la acción docente en el aula de clase, un caso concreto de ello se encuentra en los resultados obtenido en el pre-test y post-test de concepciones y comprensión del Tema Primera y Segunda Ley de Mendel obtenidos del grupo control y el grupo experimental. En este sentido, doy especial relevancia al modelo constructivista como un alternativa a las problemáticas que presenta el modelo convención de enseñanza de la Genética, debido a que este posibilita aspectos tales como el reconocimiento de las concepciones previas del estudiante como un factor fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto, permite que el docente trascienda el rol de mero transmisor de conocimientos, posibilita los procesos de retroalimentación en el aula, posibilita la contextualización del concepto a la realidad de los estudiantes, entre otros aspectos que contribuyen en el cambio de las concepciones de los estudiantes en relación a la herencia biológica generando un aprendizaje significativo.

El desarrollo de una propuesta de enseñanza y aprendizaje evaluación de la Genética que constituya una alternativa frente al modelo convencional de enseñanza, requiere reconocer la organización científico disciplinar, lo cual, facilita que se realice una selección y organización que posibilite una adecuada relación de estos, y de esta manera los contenidos abordados presenten una coherencia con relación a la lógica científico disciplinar y a los propósitos educativos.

Otro aspecto considerado relevante para el desarrollo de la propuesta es el reconocer las dificultades didácticas, evidencias en los diferentes estudios e investigaciones de la didáctica de la genética, de manera que se retomen las consideraciones y recomendaciones para la planificación didáctica.

Con relación a la aplicación de la propuesta realizada en una escuela pública de la ciudad de Tehuacán, Puebla; concluyo que su infraestructura y recursos tecnológicos son buenas, presenta algunas de las muchas herramientas que un docente debe tener dentro del aula. Sin embargo, carece de un laboratorio equipado como tal, lo ideal es que contaran con ello para darle más apoyo de acuerdo con el perfil que los alumnos con orientación a Ciencias Experimentales, y desarrollar y potenciar sus habilidades y destrezas frente a la competencia de otra modalidad de nivel Medio Superior. Sin embargo, las ventajas de utilizar a *Drosophila melanogaster* como modelo experimental hacen a esta estrategia de enseñanza-aprendizaje viable para cualquier institución y el ingreso para un microscopio óptico hoy en día es mucho más accesible en cuanto a costo y adecuado a el dispositivo que pretendan usar (Laptop, celular o cañón).

Involucrémonos como docentes en crear un puente de inducción de enseñanza y aprendizaje en Genética y Evolución; utilizando propuestas novedosas donde el alumno se encuentre inmerso en el tema de la Unidad.

Recomendaciones

De acuerdo, con los resultados obtenidos con relación a la problemática de investigación desarrollada se plantean las siguientes recomendaciones didácticas para el diseño de propuestas de actividades experimentales:

- Es necesario que los profesores tengan un acceso previo al conocimiento del campo disciplinar que se pretende enseñar, contemplando aspectos como: los Modelos teóricos estructurantes de su campo de saber, Estrategias empleadas para la producción de conocimientos en ese campo del saber y el desarrollo histórico entre otro. Lo anterior contribuye a no crear en las estudiantes nuevas concepciones, además de mejorar el dominio del tema lo que contribuye a guiar mejor el proceso de enseñanza.
- Para la selección y secuenciación del contenido se recomiendan dos factores que se consideran de vital importancia para el desarrollo del concepto, el primero es la consideración de concepciones de Genética en la propuesta, debido a que es fundamental que se asocie la temática con la Primera y Segunda Ley de Mendel.
- Se recomienda que se realice un seguimiento constante al proceso de enseñanza, para que en caso de notar dificultades se puedan realizar los cambios pertinentes.
- Se destaca la necesidad de considerar la influencia de las experiencias personales de los alumnos, fuera de las aulas, sobre sus modos de entender la Genética (concepciones previas), como aspectos que puede utilizar el docente para facilitar la comprensión de la temática en los estudiantes.
- La formulación de hipótesis explicativas en relación con las situaciones planteadas es muy útil para que los estudiantes compartan ideas y se involucren con el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, es importante que este sea un proceso guiado para que no se pierda la intención de la actividad.

- El uso de problemas reales en el aula es una herramienta que permite la apropiación de elementos conceptuales en relación con situaciones de trascendencia política, económica y social lo que contribuye a formar agentes críticos y reflexivos.
- Implementar el uso de las herramientas TIC y de actividades experimentales en la enseñanza-aprendizaje. Contribuye como un apoyo didáctico en la enseñanza del concepto, debido a que permite presentar los contenidos de la temática, los cuales por sus características suelen ser abstractos y poco asociables a la realidad de una manera diferente puesto que brinda diversas herramientas (las aplicaciones multimedia, la interactividad, entre otras), las cuales están arraigadas en la cotidianidad de los estudiantes por lo que su uso adecuado en el aula de clases incrementa el aprendizaje y mejoran la calidad de la educación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzola, J. (2019). *Los trabajos prácticos como base fundamental para la enseñanza de la Biología, una experiencia con Genética Mendeliana en estudiantes de grado novena*. [Tesis de pregrado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá Colombia. [archivo PDF]. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14988/1/AnzolaLadinoJennifferHasblady2019.pdf>
- Arteaga, E., Armada, L. y Del Sol, J. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. *Retos y sugerencias. Universidad y Sociedad*, 8(1), 169-176. [archivo PDF]. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100025&lng=es&tlng=es
- Artea, Y. y Tapia, F. (2009). Núcleos problemáticos en la enseñanza de la biología. *Educere Investigación arbitrada*, 12(46), 719 -724. [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/356/35613218016.pdf>
- Arteaga, Y., Méndez, E. y Tapia, F. (2012). Núcleos problemáticos en el aprendizaje de la biología. *Multiciencias*, 12, 283 – 287. [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/904/90431109046.pdf>
- Ayuso, E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 133-157. [archivo PDF]. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/38990692.pdf>
- Banco de moscas*. (s.f.). Recuperado de <http://bancodemoscas.fciencias.unam.mx>
- 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*, 13(2), 137-

153. [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21403/93363>

Barrero, F. (2011). *Cruces genéticos mono y dihíbridos. Una herramienta para establecer ideas previas y propiciar aprendizajes significativos en los estudiantes de grado octavo de la institución educativa Santa Rosa de Lima del municipio de Suárez-Tolima*. [Tesis maestría]. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia [archivo PDF]. Recuperado de <https://studylib.es/doc/6856178/%E2%80%9Ccrucos-gen%C3%A9ticos-mono-y-dih%C3%ADbridos.-una-herramienta-para>

Benítez, R. A. (2013). *La enseñanza de la genética en el grado noveno de básica secundaria: una propuesta didáctica a la luz del constructivismo*. [Tesis de Maestría]. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. [archivo PDF]. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/11058483.pdf>

Bernal, D. (2017). *Estrategia de enseñanza de las leyes de Mendel en el marco de la Educación inclusiva*. [Tesis de maestría]. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia [archivo PDF]. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/62311/1030533375.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Brito, G., Soto, M. y Pat V. (2011). *Manual de prácticas de Introducción a la Genética*. (p 26-48). Recuperado de http://prepa.chapingo.mx/pdf/p_gen.pdf

Cano, S. (2017). *Uso del modelo didáctico analógico para promover la participación, comprensión y aprendizaje del tema interacción ambiente-genotipo en la enseñanza de la genética*. [Tesis de maestría]. Maestría en docencia para la Educación Media Superior, Facultad de Ciencias: UNAM. [archivo PDF]. Recuperado de http://madems.posgrado.unam.mx/alumnos/g_biologia.html

- Castañeda P., Heres P. y Dueña G. (2013). *Drosophila melanogaster* un modelo experimental. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 81 pp.
- Castro, M. y Valbuena, E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. Revista TED. (22), 126-145. [archivo PDF]. Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/385/387>
- Celniker, S., Brown, J., Frise, E. y Karpen G.(s.f.). *Berkeley Drosophila Genome Project: Home*. Recuperado de <http://www.fruitfly.org/>
- Centro escolar Presidente Venustiano Carranza. (s.f.). Recuperado de <http://cepvc-sitio-oficial.blogspot.mx/2010/01/historia.html>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2015. Seres modélicos. Entre la naturaleza y el laboratorio. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)*. [archivo pdf]. Recuperado de <http://seresmodelicos.csic.es/mosca.html>
- Crispín, B., Doria, Ma., Rivera, A., Camino, T., Carrillo, S., Guerrero, L., Patiño, H., Caudillo, L., Fregoso A., Martínez, J., Esquivel, M., Loyola, M., Costopoulos, Y. y Athié, Ma. J. (2011). Aprendizaje autónomo: orientaciones para la docencia. Universidad Iberoamericana. 246 pp. [archivo PDF]. Recuperado de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/dcsyp-uia/20170517031227/pdf_671.pdf
- Crujeiras, B y Jiménez, M. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 33(1), 63-84. [archivo PDF]. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:N40gLocpyssJ:https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/288572/376855+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx>

- Dávila M. (2004). *¿Cómo se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?*. Colegio de Ciencias y Humanidades: Área de Ciencias Experimentales Plantel Naucalpan; UNAM. [archivo PDF]. Recuperado de <https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/bio/bio1/GuiaBioI/5072c3a163746963615f6d75746163696f6e6573.pdf>
- Duhne, M. (s.f). Premios Nobel 2008. *¿Cómo vez? Revista de divulgación científica de la UNAM*. 10-15 [archivo pdf]. Recuperado de http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/120/rafagas_120.pdf
- Fala, Ma., Correia, M. e D'Muniz, H. (2010). Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. [Actividades prácticas en la escuela secundaria: un enfoque experimental para las clases de genética]. *Ciências & Cognição*. 15 (1),137-154. [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/248>
- Figini, E. y De Micheli, A. (2005). La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra VII, Congreso VII. [archivo PDF]. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp408ensge.pdf
- García, M. y Mazarella, C. (2011). Efecto de una intervención didáctica constructivista sobre el conocimiento y la resolución de problemas relacionados con Herencia Biológica en estudiantes de noveno grado. *Revista de Investigación*, 74(35), 111-138. [archivo PDF]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3972396>
- Garriz, A. (2009). Shimomura, Chalfie y Tsien: los señores de la proteína verde bioluminiscente de la medusa *Aequorea victoria*. *Educación química*. 20(1), 88-89. [archivo pdf]. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000100008&lng=es&tlng=es.

- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science [Una mirada crítica al trabajo práctico en la ciencia escolar]. *The School Science Review*, 71 (256), 33-40. [archivo PDF]. Recuperado de [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/journal/paperinformation.aspx?paperid=25432](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/journal/paperinformation.aspx?paperid=25432)
<http://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/huejutla/n4/e1.html>
- Hurtado, M. y Cañizares, M. (2014). Diseño de una unidad didáctica como estrategia para abordar la enseñanza de la herencia mendeliana en estudiantes de noveno. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*. 7(13): 239-251. [archivo PDF]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/304500327_Disenio_de_un_unidad_didactica_como_es_trategia_para_abordar_la_ensenanza_de_la_herencia_mendeliana_en_estudiantes_de_grado_noveno
- Íñiguez, F. (2005). *La Enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Barcelona. [archivo PDF]. Recuperado de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/31760/01.FJIP_1de4.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Íñiguez, F. y Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327. [archivo PDF]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4541890>
- López N. y Rosas R. (2014). *Factores de riesgo y rendimiento académico en estudiantes*. [Tesis de pregrado]. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias de la Conducta. [archivo PDF]. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/49231>

- López Rúa, Milena A. y Tamayo O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(8), 145-166. [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>
- López, M. y Morcillo, J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 6(3), 562-576. [archivo PDF]. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Marta_Lopez_Garcia2/publication/28184291_Las_TIC_en_la_ensenanza_de_la_Biologia_en_la_educacion_secundaria_los_laboratorios_virtuales/links/0a85e537b37aa57cea00000/Las-TIC-en-la-ensenanza-de-la-Biologia-en-la-educacion-secundaria-los-laboratorios-virtuales.pdf
- Lunetta, V., Hofstein, A. y Clough, M. (2008). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research theory and practice. [Aprendizaje y enseñanza en el laboratorio de ciencias de la escuela: un análisis de la teoría y la práctica de la investigación]. *Handbook of research on Science Education*, 394-441. [archivo PDF]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/283630224_Learning_and_teaching_in_the_school_science_laboratory_An_analysis_of_research_theory_and_practice
- Martínez, F. (2015). *Estudios sobre el Gen PHF5a en Drosophila melanogaster*. [Trabajo de fin de grado en Biotecnología]. Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ing. Agronómica y del medio natural. [archivo PDF]. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54318/MART%C3%8DNEZ%20-%20Estudios%20sobre%20el%20gen%20PHF5a%20en%20D.%20melanogaster.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

- Méndez, E. y Arteaga, Y. (2016). Una mirada a las estrategias didácticas para la enseñanza de la genética. *Omnia*, 22(1), 61-73. [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/737/73747750006/html/index.html>
- Miramontes, R. (2016). *Diseño y aplicación del Método de casos para la enseñanza y el aprendizaje del tema Mutaciones en el bachillerato*. [Tesis de maestría]. Maestría en docencia para la Educación Media Superior, Facultad de Ciencias: UNAM. [archivo PDF]. Recuperado de http://madems.posgrado.unam.mx/alumnos/g_biologia.html
- Osorio, G. (2000). Genomas de microorganismos y diagnóstico molecular. *Revista chilena de pediatría*. 71(6), 475-477. [archivo PDF]. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062000000600002>
- Otero-Moreno, D., Peña-Rangel M. y Riesgo-Escovar, J. 2016. Crecimiento y metabolismo: la regulación y la vía de la insulina desde, la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster*. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 19(2), 116-126. [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v19n2/1405-888X-tip-19-02-00116.pdf>
- Pacheco, M. (2018). *Aplicación de recursos de la web 2.0 en la enseñanza de las ciencias naturales: Uso De Laboratorios Virtuales De Genética Mendeliana En Una Institución Educativa De Soacha Cundinamarca para estudiantes de grado octavo*. [Tesis de especialidad]. Universidad Cooperativa de Colombia. [archivo PDF]. Recuperado de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/8160/1/2018_aplicacion_recursos_web.pdf
- Pérez, M. y Tolosa A. (2017). Los Nobel de la Genética (I). *Genética Médica News*. [archivo PDF]. Recuperado de https://genotipia.com/genetica_medica_news/nobel-de-la-genetica/
- Petino, M. (2017). *Estudio de la variabilidad genética y fenotípica de caracteres adaptativos en poblaciones naturales de Drosophila melanogaster*. [Tesis Doctoral]. Facultad de Ciencias

- Exactas y Naturales, Departamento de Ecología, Genética y Evolución. Universidad de Buenos Aires. [archivo PDF]. Recuperado de https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6306_PetinoZappala.pdf
- Pinzón, A., Gómez, P. y Romero, I. (2015). Esquema de los semáforos: una estrategia de evaluación formativa para compartir metas. *Revista Colombiana de Matemática Educativa*. 1(1), 66-71. [archivo PDF]. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/78470627.pdf>
- Puig, B. y Jiménez, M. (2015). El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 55-65. [archivo PDF]. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4997/JRCPE.2013.116>
- Rafael, P., Fernández, M., Sánchez, J., Palmeros, B., Sánchez, G., Castillo J., Rodríguez G., Campos, J. y Castañeda A. (2012). Congreso Nacional de Genética. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 28(2), 5-215. [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/370/37025144001.pdf>
- Ramón, J. 2012. Chistiane Nüsslein-Volhard (1942). *SEBBM Divulgación galería de retratos women in biochemistry*. [archivo pdf]. Recuperado de https://www.sebbm.es/web/images/archivos/archivos_tinymce/pdf_christiane_nusslein_revcl_-_revautor_defcl.pdf
- Ramón, J. (2016). *Historia “Nobelada” de la genética (1990-2016) concepto y método*. Real Academia Nacional de Farmacia. [archivo pdf]. Recuperado de <http://www.segenetica.es/jrl/Historia-nobelada-JRLacadena.pdf>
- Restrepo, F. (2014). *Diseño de una secuencia didáctica empleando insectos como herramienta de enseñanza, adaptada al currículo de Ciencias Naturales del grado Noveno de la Educación Básica*

secundaria. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. [archivo PDF]. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54439>

Rincón, D., Fernández, P. y Reséndez, D. (2009). De la genética de la mosca a la salud humana. *CIENCIA UANL*. 12 (1): 83-89. [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.cajal.csic.es/actividades/de-la-genetica.pdf>

Rodríguez R. (2005). Manual de prácticas de genética y cuaderno de trabajo. México: UNAM.

Rodríguez, H. (2014). Ambientes de Aprendizaje. *Ciencia Huasteca Boletín de la Escuela Superior de Huejutla*. 2(4). [archivo PDF]. Recuperado de <https://doi.org/10.29057/esh.v2i4.1069>

Rojas-Resendíz, A. y Sotomayor-Olmedo, A. (2014). Enseñanza del modelo de crecimiento poblacional usando herramientas *cloud computing*. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Buenos Aires Argentina 1:9. [archivo PDF]. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:e01Ci3QKR9kJ:https://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1477.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx>

Ruiz, C., Banet E. y López L. (2017) Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre Herencia Biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (3), 550-569. [archive PDF]. Recuperado de <https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/19507/4-3246-RuizGonlez.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Ruiz, G., Martínez, J., Ibáñez, S. y Chona, G. (2016). Análisis de las concepciones de los alumnos en torno a una experiencia sobre desarrollo y crecimiento de la *Drosophila melanogaster*. *Bio-grafía escritos sobre biología y su enseñanza*. 10:18, 29-41. [archivo PDF]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/323566947_Analisis_de_las_concepciones_de_los_alu

mnos_en_torno_a_una_experiencia_sobre_desarrollo_y_crecimiento_de_la_Drosophila_melano
gaster

Salcedo, C. (s.f.). Medicina espacial: Las fronteras del cuerpo humano. *¿Cómo vez? Revista de divulgación científica de la UNAM: Ráfagas*. 120, 5-7 [archivo pdf]. Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/31/medicina-espacial.pdf>

Sánchez, Ma. del C. (2009). El monje matemático y el biólogo evolucionista. *Educación matemática*, 21(1), 151-158. [archivo PDF]. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-58262009000100007&lng=es&tlng=es.

Secretaría de Educación Gobierno de Puebla. Plan de estudios. [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.sep.pue.gob.mx/index.php/alumnos/educacion-media-superior/itemlist/category/178-programas-del-bachillerato-general-estatal>

Stephenson R. y Metcalfe N. (2013). *Drosophila melanogaster: a fly through its history and current use*. [Drosophila melanogaster: una mosca a través de su historia y uso actual]. *Royal College of Physicians of Edinburgh*. 43,70–75. [archive PDF]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/304572159_Drosophila_melanogaster_a_fly_through_its_history_and_current_use_The_use_of_Drosophila_melanogaster_in_medical_and_scientific_research

Valencia C. (2013). *La enseñanza de la Herencia biológica: Una propuesta desde el enfoque de la evaluación formativa-formadora*. [Tesis para el grado de Maestra en Docencia de Educación Media Superior]. Facultad de Ciencias, UNAM. [archivo PDF]. Recuperado de http://madems.posgrado.unam.mx/alumnos/g_biologia.html

- Villar, C., Ramos, M., Villar, C., Elías, L. y Martínez M. (2011). *Drosophila melanogaster* como modelo de enseñanza de los contenidos de genética de los programas de Biología. *Biología, CCH-Sur*. 1-6. [archivo PDF]. Recuperado de <https://eventos.cch.unam.mx/congresosimposioestrategias/memorias/13Simposio/archivos/2011%20comp%20sim%2061.pdf>
- Woody, S. y Himelblau, E. 2013. Understanding & Teaching Genetics Using Analogies. [Comprensión y enseñanza de la genética mediante analogías]. *American Biology Teacher*. 75 (9), 664-669. [archivo PDF]. Recuperado de <https://online.ucpress.edu/abt/article/75/9/664/18634/Understanding-amp-Teaching-Genetics-Using>
- Zapata, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del “conectivismo”. *Education in the Knowledge Society*. 16(1): 69-102. [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/5355/535554757006.pdf>

ANEXOS

ANEXO A. Pre-Test

INSTITUCIÓN: CENTRO ESCOLAR PRESIDENTE VENUSTIANO CARRANZA
MODALIDAD: BACHILLERATO GENERAL **TURNO:** VESPERTINO **CLAVE:** 21EBH0713W

UNIDAD 1 DE: BIOLOGÍA II

NOMBRE: _____ **N.L.:** _____

SEMESTRE: ___ **GRUPO:** ___ **FECHA:** _____ **CALIFICACION:** _____

LEE ATENTAMENTE LAS PREGUNTAS Y MARCA EN LOS CÍRCULOS DE LA HOJA DE RESPUESTA, LA LETRA QUE CORRESPONDE A LA OPCIÓN CORRECTA.

1.-Un individuo que tiene los dos alelos de un gen iguales se llama:

- A) Recesivo
- B) Homocigoto
- C) Heterocigoto
- D) Mutante

2.- El resultado del genotipo y su interacción con el ambiente se conoce como:

- A) Genotipo
- B) Cromosoma
- C) Fenotipo
- D) Ecotipo

3.- Es el alelo que se expresa aún en condición heterocigota

- A) Recesivo
- B) Letal
- C) Dominante
- D) Locus

4.-A cada una de las formas alternativas (características) de un gen se le llama:

- A) Alelo
- B) Fenotipo
- C) Dominante
- D) Cariotipo

5.-La información genética de un organismo se denomina:

- A) Genotipo
- B) Dominante
- C) Fenotipo
- D) Cariotipo

6.-El alelo que sólo se expresa en condición homocigota se llama

- A) Homocigoto
- B) Dominante
- C) Recesivo
- D) Locus

7.- Padre de la genética que realizó los primeros descubrimientos genéticos, fundando sus bases de la genética.

- A) Gregorio Mendel
- B) Charles Darwin
- C) Suttón y Morgan
- D) Watson y Crick

8.- Es la ciencia que estudia los componentes hereditarios que producen variabilidad entre los seres vivos:

- A) Genética
- B) Herencia
- C) Biología
- D) Medicina

9- Portan la información que permitirá crear un nuevo organismo y la transmiten mediante un código químico. Es un fragmento de ADN que lleva la información para un carácter hereditario.

- A) Gen
- B) Aminoácido
- C) Proteína
- D) Lípido

10.- Thomas Hunt Morgan uso como modelo experimental a ... para sus estudios de la Teoría Cromosómica.

- A) *Drosophila melanogaster*
- B) *Lumbricus terrestris*
- C) *Pisum sativum*
- D) *Homo sapiens*

11.- ¿Cuál es la probabilidad de que una madre tenga un hijo hombre y no una mujer?

- A) 25%
- B) 75%
- C) 50%
- D) 5%

12.- Es el nombre de la Primera Ley de Mendel

- A) Segregación de caracteres independientes
- B) Uniformidad
- C) Segregación
- D) Herencia ligada al sexo

13.- Si una planta homocigótica de tallo alto (AA) se cruza con una homocigótica de tallo enano (aa), sabiendo que el tallo alto es dominante sobre el tallo enano, ¿Cómo serán los genotipos y fenotipos de la F1 y de la F2?

A)

	GENOTIPO	FENOTIPO
F ₁	100% Heterocigotos Aa	100% Tallo alto
F ₂	25% Homocigoto AA 50% Heterocigoto Aa 25% Homocigoto aa	75% Tallo alto 25% Tallo enano

B)

	GENOTIPO	FENOTIPO
F ₁	75% Heterocigotos Aa 25% Homocigoto aa	75% Tallo alto 25% Tallo enano
F ₂	25% Homocigoto AA 75% Homocigoto aa	25% Tallo alto 75% Tallo enano

C)

	GENOTIPO	FENOTIPO
F ₁	100% Homocigoto aa	100% Tallo enano
F ₂	100% Homocigoto aa	100% Tallo enano

D)

	GENOTIPO	FENOTIPO
F ₁	55% Heterocigotos Aa 45% Homocigoto aa	35% Tallo alto 25% Tallo enano
F ₂	90% Homocigoto AA 20% Homocigoto aa	50% Tallo alto 50% Tallo enano

14.-Menciona el nombre científico de la mosca de la fruta.

- A) *Drosophila melanogaster*
- B) *Lumbricus terrestris*
- C) *Pisum sativum*
- D) *Homo sapiens*

15. Menciona la importancia de las Leyes de Mendel en tu vida diaria y ¿qué te gustaría saber?

ANEXO B. Pos-Test

INSTITUCIÓN: CENTRO ESCOLAR PRESIDENTE VENUSTIANO CARRANZA
MODALIDAD: BACHILLERATO GENERAL **TURNO:** VESPERTINO **CLAVE:** 21EBH0713W

UNIDAD 1 DE: BIOLOGÍA II

NOMBRE: _____ **N.L.:** _____

SEMESTRE: ____ **GRUPO:** ____ **FECHA:** _____ **CALIFICACION:** _____

LEE ATENTAMENTE LAS PREGUNTAS Y MARCA EN LOS CÍRCULOS DE LA HOJA DE RESPUESTA, LA LETRA QUE CORRESPONDE A LA OPCIÓN CORRECTA.

1.- *Drosophila melanogaster* presenta características de ojos rojos (+/+); es decir, tiene los dos alelos de un gen iguales por lo tanto se llama:

- A) Recessivo
- B) Homocigoto
- C) Heterocigoto
- D) Genoma

2.- El macho y la hembra de *Drosophila melanogaster* presentan características particulares. Son el resultado del genotipo y su interacción con el ambiente:

- A) Genotipo
- B) Cromosoma
- C) Fenotipo
- D) Alelo

3.- *Drosophila melanogaster* presenta un fenotipo de cuerpo ébano y un genotipo e/e, por lo tanto, es un alelo homocigoto

- A) Recesivo
- B) Letal
- C) Dominante
- D) Mutante

4.- A cada una de las variaciones de expresión que tiene *Drosophila melanogaster* en un gen que ocupa un locus determinado se le llama:

- A) Alelo
- B) Fenotipo
- C) Dominante
- D) Genoma

5.- Es el conjunto de genes que contiene *Drosophila melanogaster* y puede heredar de sus progenitores.

- A) Genotipo
- B) Dominante
- C) Fenotipo
- D) Mutación

6.- *Drosophila melanogaster* presenta un fenotipo silvestre (+/+) en la F₁, si la cruce de sus progenitores son silvestre X vestigial. El carácter silvestre se expresa en condición:

- A) Homocigoto
- B) Dominante
- C) Recesivo
- D) Mutante

7.- Padre de la genética que realizó los primeros descubrimientos genéticos, fundando las bases de la genética.

- A) Gregorio Mendel
- B) Charles Darwin
- C) Suttón y Morgan
- D) Thomas Hunt Morgan

8.- Es la ciencia que estudia los componentes hereditarios que producen variabilidad entre los seres vivos:

- A) Genética
- B) Herencia
- C) Biología
- D) Paleontología

9.- *Drosophila melanogaster* presenta al igual que los seres humanos una unidad básica de herencia, conocida como:

- A) Genes
- B) Aminoácidos
- C) Proteínas
- D) Lípidos

14.- Thomas Hunt Morgan uso como modelo experimental a ... para sus estudios de la Teoría Cromosómica.

- A) *Drosophila melanogaster*
- B) *Lumbricus terrestris*
- C) *Pisum sativum*
- D) *Mus musculus*

15.- Si cruzamos un macho y una hembra de *Drosophila melanogaster* ¿Cuál es la probabilidad de tener una hembra?

- A) 25%
- B) 75%
- C) 50%
- D) 100%

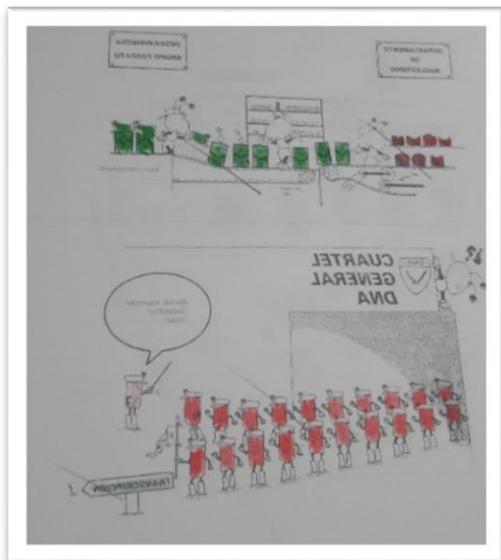
16. Escribe y dibuja 3 características ejemplifiquen el dimorfismo sexual de *Drosophila melanogaster*..... (Valor 1p)

17. Escribe un problema que determine la primera y segunda Ley de Mendel, utilizando a *Drosophila melanogaster*. Anota los genotipos y fenotipos..... (Valor 2p)

18. Escribe el nombre de las Leyes de Mendel y descríbelas brevemente..... (Valor 1p)

19. Escribe un comentario acerca de las actividades experimentales con *Drosophila melanogaster*..... (Valor 1p)

ANEXO C. Historieta



ACTIVIDAD DINÁMICA
Estructura de proteínas

Numero: 47, 53, 51, 23, 32

Observaciones: Talle la simbología, dibujaron a detalle los etapas de la síntesis de proteínas.

FECHA	ACTIVIDAD	DESARROLLO	COMENTARIOS
23/03/2020
24/03/2020
25/03/2020
26/03/2020

Importancia de la Síntesis de Proteínas (Observación)

ACTIVIDAD DINÁMICA
Síntesis de proteínas

Numero: 47, 53, 51, 23, 32

Observaciones: Talle la simbología, por identificar los protagonistas, sites de acción y función. Pero en gen. es un muy buen trabajo.

¡ FELICIDADES !

ACTIVIDAD DINÁMICA
Síntesis de proteínas

Numero: 47, 53, 51, 23, 32

ACTIVIDAD DINÁMICA
Síntesis de proteínas

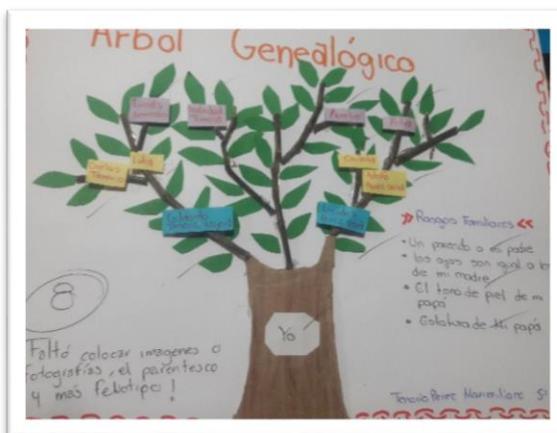
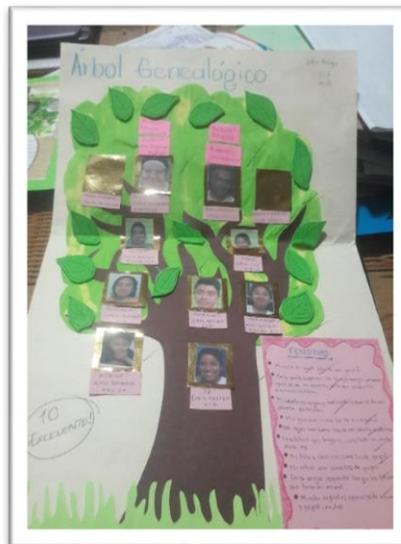
Numero: 47, 53, 51, 23, 32

Observaciones: Talle la simbología, por identificar los protagonistas, sites de acción y función. Pero en gen. es un muy buen trabajo.

¡ FELICIDADES !

ANEXO D. Memorama de conceptos

ANEXO E. Árbol genealógico



LISTA DE COTEJO **ÁRBOL GENEALÓGICO**

Nombre: José Escobar, Presidente Municipal, Caracas Tema: "Concepciones acerca de la herencia"

Apellido Paterno de Alumno: José Apellido Materno de Alumno: Nichols Semestre: 3 Grado: 3

Lista de Cotejo: Árbol Genealógico		SI	NO
Conocimiento	MOEVA		
	Categoría	Aspectos Valores Identificación de características hereditarias.	<input checked="" type="checkbox"/>
Procesos y Productos	Caracteres hereditarios	Indica el tipo de relación entre los integrantes de la familia.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Formato	Se presenta totalmente limpio. Se presenta con buena ortografía.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Recolección de la información	Incluye los nombres de cada integrante. Indica el tipo de relación entre los integrantes de la familia.	<input checked="" type="checkbox"/>
Actitudinal/Conciencia	Puntualidad	Se entregó en la hora y fecha acordada.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Creatividad	Utilizó fotografías/imágenes para elaborarlo.	<input checked="" type="checkbox"/>
		El diseño del trabajo resulta atractivo. Materiales con los que realizó el diseño	<input checked="" type="checkbox"/>
Calificación			8

LISTA DE COTEJO **ÁRBOL GENEALÓGICO**

Nombre: José Escobar, Presidente Municipal, Caracas Tema: "Concepciones acerca de la herencia"

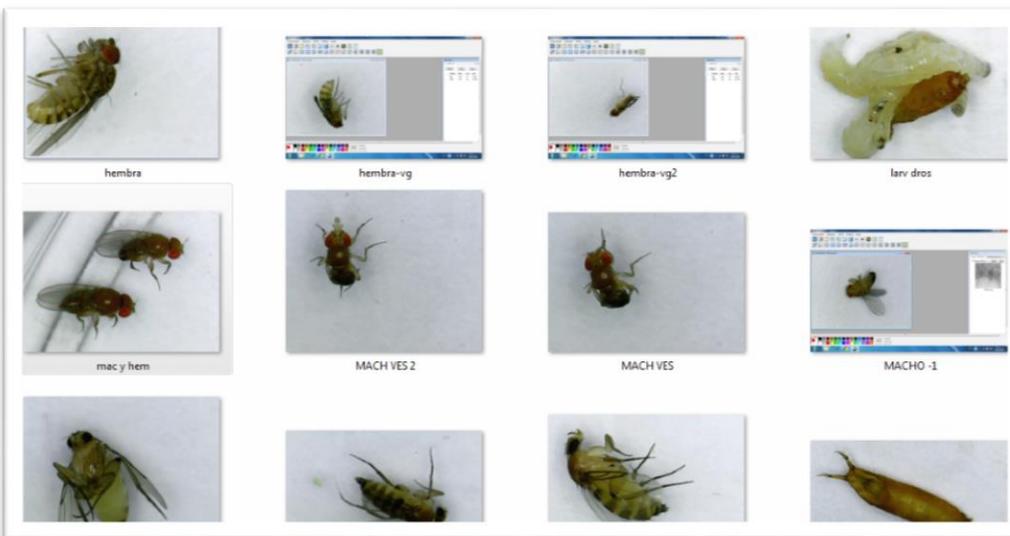
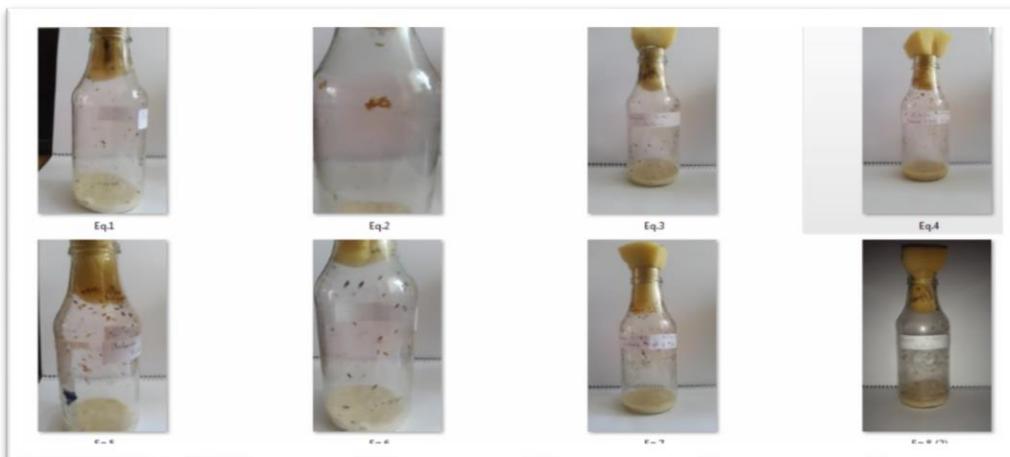
Apellido Paterno de Alumno: José Apellido Materno de Alumno: Nichols Semestre: 3 Grado: 3

Lista de Cotejo: Árbol Genealógico		SI	NO
Conocimiento	MOEVA		
	Categoría	Aspectos Valores Identificación de características hereditarias.	<input checked="" type="checkbox"/>
Procesos y Productos	Caracteres hereditarios	Indica el tipo de relación entre los integrantes de la familia.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Formato	Se presenta totalmente limpio. Se presenta con buena ortografía.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Recolección de la información	Incluye los nombres de cada integrante. Indica el tipo de relación entre los integrantes de la familia.	<input checked="" type="checkbox"/>
Actitudinal/Conciencia	Puntualidad	Se entregó en la hora y fecha acordada.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Creatividad	Utilizó fotografías/imágenes para elaborarlo. El diseño del trabajo resulta atractivo.	<input checked="" type="checkbox"/>
		Materiales con los que realizó el diseño	<input checked="" type="checkbox"/>
Calificación			10

ANEXO F. Identificación y manejo *Drosophila melanogaster*



ANEXO I. Evidencias “Preparación de cultivo y sexado de progenitores”





20181014_154300



20181014_154324



20181017_153047



20181017_153905



20181014_151649



20181014_151656



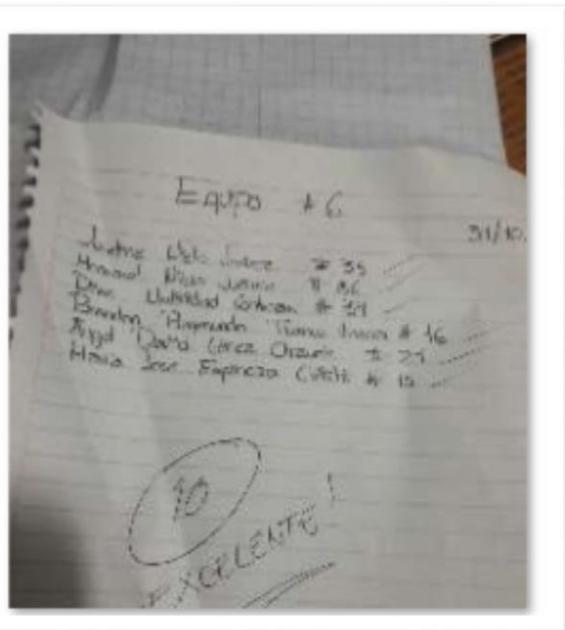
20181017_152836



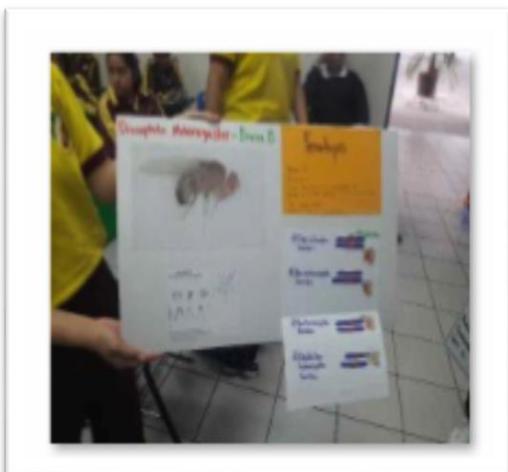
20181017_152857



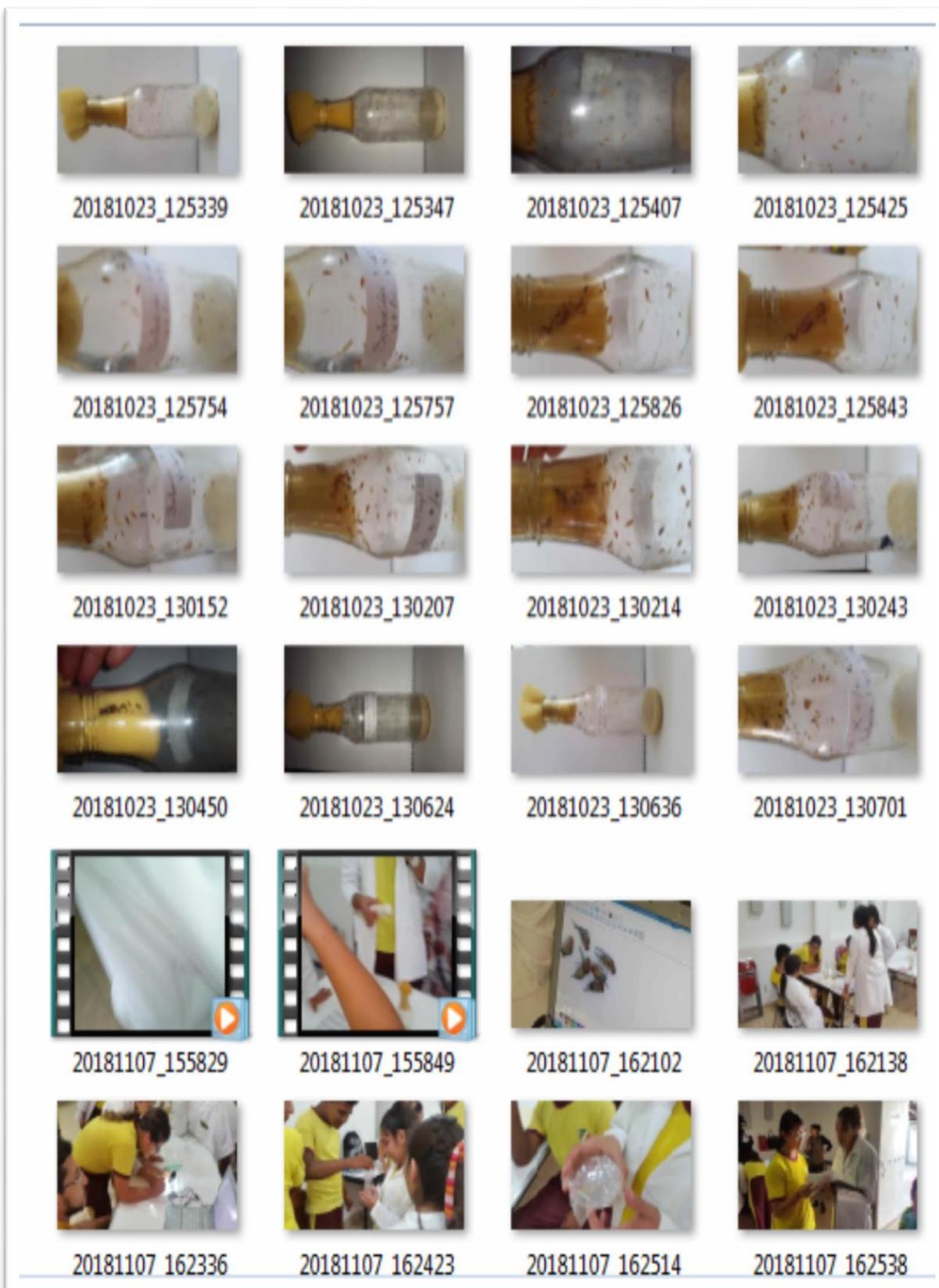
ANEXO J. Mapa mental "Thomas H. Morgan"



ANEXO K. Maqueta de cariotipos “Mutaciones en Drosophila melanogaster”



ANEXO L. Evidencias “Demostración de la Primera y segunda Ley de Mendel”





20181023_125447



20181023_125503



20181023_125551



20181023_125606



20181023_125642



20181023_125904



20181023_125938



20181023_130025



20181023_130131



20181023_130138



20181023_130303



20181023_130309



20181023_130321



20181023_130335



20181023_130400



20181023_130716



20181023_130748



20181023_130754



20181026_112906



20181026_112913



20181107_162156



20181107_162206



20181107_162230

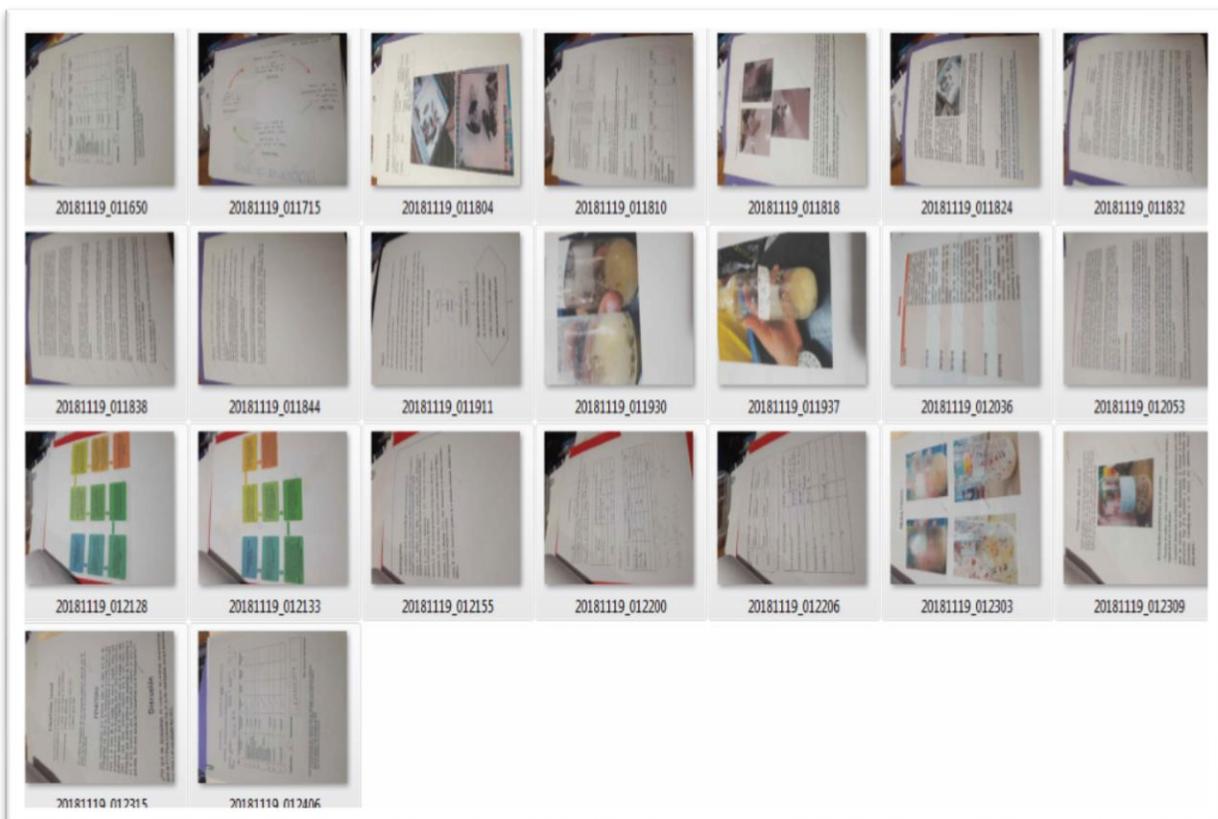


20181107_162243



20181107_162256

ANEXO M. Reporte de Práctica “Primera y segunda ley de Mendel”



ANEXO N. Dedicatoria “Mi grupo favorito”



ANEXO Ñ. Práctica 1: Identificación y manejo de *Drosophila melanogaster*

PRÁCTICA 1: IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Elaborado por: Biól. Verónica Vera Sánchez

Introducción

- Elaborar la introducción mínimo 1 cuartilla citando la bibliografía consultada. **(Valor 2p)**

Objetivos

Identificar el sexo durante la etapa adulta, las características de las líneas silvestres y mutantes, así como el ciclo de vida de la *Drosophila melanogaster* para familiarizarse con el uso de este organismo experimental.

Hipótesis

- Formular la hipótesis. **(Valor 1p)**

Material biológico

Individuos machos y hembras de *Drosophila melanogaster* capturados por los alumnos

Material

Éter

Frascos de Jumex

Microscopio estereoscópico o lupa

Hojas blancas en una carpeta o folder

Jeringa de 3 ml o algodón

Pinzas de disección o pincel

Metodología

- Elaborar el diagrama de flujo con los pasos a seguir. **(Valor 1p)**
 1. Para facilitar su estudio conviene anestesiarse las moscas, especialmente para evitar escapes. Aunque existen varios métodos para anestesiarse (éter, CO₂, frío, etc.), utilizaremos el éter que, aunque es peligroso, es el más efectivo.
 2. Se toma el frasco donde se encuentran los adultos y se golpea suavemente en un corcho para que caigan hacia el fondo. Se retira el algodón y se vuelca el frasco sobre el eterificador. El eterificador (una botella o tubo de vidrio) se tapa con un algodón impregnado de éter. Cuando las moscas están dormidas se vuelcan sobre un papel y se observan con la lupa o microscopio. El tiempo que tardan las moscas en dormirse es muy variable, y depende bastante de la edad (cuanto más viejas son, antes se duermen).

Consejos prácticos:

- 1.- Hay que tener cuidado, pues una exposición prolongada al éter les puede producir la muerte (se reconoce porque las alas se disponen perpendicularmente al cuerpo).
- 2.- Hay que cuidar no mantener abierta la botella del cultivo, para evitar que las moscas se escapen o que entren otras y el cultivo se contamine.
- 3.- No dejar abierto el eterificador ni la botella de éter, ya que además de evaporarse, por su bajo punto de ebullición y cargar el ambiente, hay peligro de explosión, ya que es altamente inflamable. Por lo tanto, no puede haber mecheros encendidos en el laboratorio durante las prácticas con éter.
- 4.- Antes de eterificar de nuevo, nos hemos de asegurar de que no quedan moscas en el fondo del eterificador.

5.- Si durante una observación o recuento las moscas empiezan a despertarse, se pueden reeterificar, con cuidado de no matarlas.

6.- Para facilitar la observación de los individuos es recomendable alinear todas las moscas sobre una hoja, pasando la hilera bajo el foco de la lupa. Así se pueden ir separando según nuestro interés.

7.- Cuando se devuelven las moscas dormidas a un frasco con comida, se ha de procurar que éste esté horizontal, para que no se peguen y mueran. La botella no se colocará en posición vertical hasta que estén despiertas. Otro método consiste en meter las moscas en un pequeño cucurucho de papel, que a su vez se mete en el frasco.

8.- Una vez finalizada la observación, los individuos que no nos interesen se introducirán en un frasco (MORGUE) que contiene aceite o una mezcla H₂O: EtOH: glicerina, para evitar la descomposición de las moscas.

Diferenciación entre sexos:

Esta especie presenta un claro dimorfismo sexual.

Características de las hembras:

- 1.- Abdomen acabado en punta y más grueso que el del macho.
- 2.- Dorso del abdomen con bandas transversales oscuras y separadas unas de otras hasta el final de éste.

Características de los machos:

- 1.- Menor tamaño que las hembras.
- 2.- Extremo del abdomen redondeado.
- 3.- Las últimas bandas transversales del abdomen están fusionadas, lo que da una apariencia oscura al final de éste, visible a simple vista.
- 4.- Poseen un peine sexual (quetas modificadas) en el primer segmento tarsiano del primer par de patas.

Resultados

- Dibujar o ilustrar el dimorfismo sexual de cada uno de los ejemplares observados con las características correspondientes
- Elaborar un cuadro comparativo
- Esquematisar el ciclo de vida

(Valor 2p)

Discusión

- Menciona algunas ventajas de *Drosophila melanogaster* como modelo biológico.
- ¿Cuántas y cuáles son las etapas del ciclo de vida de *Drosophila melanogaster*?
- ¿Cómo afecta la temperatura la duración del ciclo de vida de *Drosophila melanogaster*?
- ¿Por qué *Drosophila melanogaster* es un insecto holometábolo?
- ¿Qué son los discos imagales?
- ¿Cuál es la diferencia entre un organismo silvestre y mutante?
- ¿Qué similitud tiene estudiar el fenotipo de *Drosophila melanogaster* con un ser humano?

Conclusión

- Redactar la conclusión mínimo 1 cuartilla. (Valor 2p)

Bibliografía

- Consultar 3 libros, artículos o páginas electrónicas en formato APA. (Valor 1p)

ANEXO P. PRÁCTICA 2: Cultivo y manejo de *Drosophila melanogaster*

PRÁCTICA 2: CULTIVO Y MANEJO DE *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Introducción

- Elaborar la introducción mínimo 1 cuartilla citando la bibliografía consultada. **(Valor 2p)**

Objetivo general: Conocer la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster*, como uno de los mejores modelos biológicos del último siglo. Conocer sus características y manejo para su uso en proyectos de experimentación científica anuales o semestrales en cualquier institución educativa.

Hipótesis

- Formular la hipótesis. **(Valor 1p)**

Materiales

- 1L de agua
- 5 mL de una solución de ácido propiónico: ortofosfórico (10:1) como bactericida
- 10 mL de Nipagin (Tegosept) al 12% como fungistático (12g) aforados a 100 mL de solución de alcohol al 96%)
- Diluir la solución de ácidos en un poco de agua y agitar, añadir el Nipagin y agitar. Añadir el resto del agua. Conservar en envase ámbar.
- Incubadora a $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C
- Frascos cremeros de 240 mL, esterilizados en calor húmedos a 20 atmósferas por minuto (autoclave u olla express). Marcados con los datos correspondientes: **cepa *Drosophila*, fecha de cultivo, responsable de la siembra**
- Una caja de 125g de hojuelas de papa (Maggi)
- 1 balanza granataria
- Abatelenguas o espátula para pesar las hojuelas de papa
- 1 probeta de 1000 mL, dos pipetas de 10 mL y vasos de precipitado para preparar la solución conservadora
- Tapones para frasco de hule espuma (denso como el que se usa para hacer cojines) lavados con detergente y enjuagados abundantemente, o algodón con gasa que pueden esterilizarse varias veces
- 1 pedazo de neopreno (como el que se usa para mover el “ratón” de la computadora)
- Cultivo de *Drosophila melanogaster* con 11-22 días de edad (contados desde el trasvase de la siembra)

Método

- Elaborar el diagrama de flujo con los pasos a seguir. **(Valor 1p)**
 1. Preparar la solución conservadora
 2. Pesar 5 g de hojuelas de papa para cada frasco cremero esterilizado y marcado
 3. Añadir a cada frasco 20 mL de la solución conservadora y esperar unos minutos a que se absorba en hojuelas. Éste será el frasco con medio “nuevo”, fresco.
 4. Para trasvasar las moscas debe considerarse si el experimentador es diestro o zurdo

Instrucciones para una persona diestra

 - Poner el frasco con medio “nuevo” a la izquierda con su tapón limpio y el frasco de cultivo “viejo” sobre el neopreno evitando que las moscas se atasquen en el medio, retirar el tapón “viejo” y colocarlo boca arriba a un lado; a continuación, voltear el frasco “viejo” y

colocarlo *boca a boca* con el frasco “nuevo”. Manteniendo las bocas de los frascos juntos con ayuda de las manos, golpear suavemente sobre el neopreno para un número suficiente de moscas pase el cultivo “viejo” al frasco con medio “nuevo”. Si el medio del cultivo “viejo” está muy líquido y empieza a moverse, evitar que pase al nuevo

- Golpear con suavidad el frasco “nuevo” para que las moscas no vuelen, separar los frascos, y taponarlos de inmediato con sus respectivos tapones
- Incubar a $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C y 60% de humedad relativa (HR) hasta la emergencia de los imagos, es decir, 10 días aproximadamente

ANEXO Q. Práctica 3: Demostración de la Primera y Segunda Ley de Mendel

PRÁCTICA 3: DEMOSTRACIÓN DE LA PRIMERA Y SEGUNDA LEY DE MENDEL

Introducción

- Elaborar la introducción mínimo 1 cuartilla citando la bibliografía consultada. **(Valor 0.5p)**

Objetivo general

Demostrar las leyes de Mendel en el modelo *Drosophila melanogaster*.

Objetivos particulares

Analizar los resultados de la cruce de dos líneas de *Drosophila melanogaster* que son diferentes en al menos un par de caracteres hereditarios (genes), localizados en diferentes cromosomas. Contrastar los resultados de la transmisión de genes con la primera y segunda leyes de Mendel.

Hipótesis

- Formular la hipótesis nula (Ho) y alternativa (Ha). **(Valor 1p)**

Materiales

- Hembras vírgenes de la línea **cuerpo ebony** y **genotipo e/e; obtenidas de ___**
- Machos de la línea **vestigiales**, **genotipo vg/vg** (2-67. **obtenidas de ___**
- Éter etílico
- 2 Frascos para esterilizar
- 8 frascos con medio instantáneo para cultivo
- 10 tapones de hule espuma
- 200 ml de **solución conservadora**
- 4 tubos para recuperación de anestesia
- 2 pinceles
- 1 microscopio estereoscópico o lupa cosmética
- 3 marcadores de diferentes colores
- 1 probeta de 25 ml
- 1 gotero
- **Incubadora a 25° ± 2° C**

Método

- Elaborar el diagrama de flujo con los pasos a seguir por cada integrante. **(Valor 1p)**

Obtención de hembras vírgenes:

Es requisito indispensable que, al iniciar toda cruce, la hembra que fungirá como progenitor sea virgen. Estas se seccionan pocas horas antes de emergidas debido a que no copulan sino hasta después de 8 a 12 h. Al copular se almacenan una gran cantidad de espermatozoides de una sola inseminación durante gran parte de su vida reproductiva. Esto supone un inconveniente cuando se trata de realizar estudios genéticos en los cuales es preciso realizar cruces entre genotipos determinados, y por tanto es necesaria la utilización de hembras vírgenes:

Las hembras se pueden separar de los machos en el estado de pupa madura, ya que en este estado se pueden distinguir los peines sexuales de los machos como dos puntos entre las manchas de las alas. Las pupas se pueden extraer de la botella con un pincel húmedo, colocándose sobre la cartulina. Las pupas sin los puntos oscuros serán hembras, y se pondrán en un tubo aparte. A las 24 horas ya habrán emergido,

y si no hemos confundido ningún macho entre ellas, serán vírgenes y estarán listas para ser utilizadas en cruzamientos.

No es necesario que los machos sean vírgenes.

Preparación del medio de cultivo:

1. Hidratar dos frascos con 5 g de medio instantáneo (hojuela de papa), agregándole 20 ml de **solución conservadora con la proporción (Virkons 1:400, Virkons 1:200 o Virkons+ ác. Propiónico + Violeta de Gensiana 1:400)**, cuide de verter la solución con una jeringa de manera homogénea y de no revolver. Espere a que el medio absorba completamente el líquido.

*La utilización de diferentes proporciones de Virkons, fue para evaluar cual era la solución con mayor eficiencia, recordando que estos materiales no se encontraban dentro del centro escolar.

1° Ley de Mendel: Cruza monohíbrida

2. Marcar los frascos, con medio hidratado, de la manera siguiente:
e/e X +/+, fecha, cruce monohíbrida, su nombre o iniciales
3. Colocar el contenido de un tubo de hembras vírgenes de cuerpo ebony (e/e) y el tubo de machos silvestres (+/+) en cada uno de los frascos: PARA EVITAR QUE SE ESCAPEN LAS MOSCAS, GOLPEAR LA BASE DEL TUBO SOBRE UNA SUPERFICIE BLANDA, ANTES DE ABRIRLO. De inmediato abrir el tubo previamente marcado e introducir con rapidez la mitad de cada tubo con las moscas, en el frasco; sacudirlo hasta que TODAS las moscas queden en el interior. Para evitar que se escapen, golpear hacia abajo la base del frasco y tapar con el hule espuma.
4. Repetir el paso 1
5. Con otro color marcar los frascos con medio hidratado de la siguiente manera
e/e X vg/vg, fecha, cruce monohíbrida, su nombre o iniciales
6. Colocar el contenido de un tubo de hembras vírgenes de cuerpo ebony (e/e) y el tubo de machos con alas vestigiales (+/+) en cada uno de los frascos. Seguir las indicaciones mencionadas en el paso 3.
7. Mantener los cultivos a 25°C durante 5 a 6 días. Si no se cuenta con una estufa de temperatura controlada se recomienda poner los cultivos en un lugar cálido, cuidando que no baje la temperatura ni suba a 30 °C o más. Hay que recordar que si la temperatura es menos a 20°C, el ciclo de vida se retrasa y se incrementa a más de 30 °C, las moscas pueden quedar estériles o morir.
8. Después de ese lapso, retirar completamente los adultos de los frascos y escribir en el frasco la leyenda de F₁. Pueden eliminarse o utilizarse para obtener más descendencia de F₁ en nuevos frascos de cultivo marcados de igual manera.
 - a) Pasar los adultos a un frasco vacío: Tomar el frasco que contiene los adultos y golpear su base sobre una superficie blanda, para que los adultos caigan en el medio, inmediatamente quitar el tapón de hule espuma y colocar sobre la boca de frasco, la boca de un frasco vacío, invertir la posición de los frascos y golpear la base del frasco vacío para que caigan TODOS los adultos en él.
 - b) De inmediato tapar los frascos. Si queda algún adulto en el frasco marcado con F₁, eliminarlo con el pincel o con la goma de un lápiz hundiéndolo en el medio de cultivo.
9. De 5 a 7 días después de sacar las moscas parentales de los frascos F₁, y una vez que hayan nacido los descendientes (F₁), pasarlos a un frasco eterizador, previamente marcado con el nombre de la cruce correspondiente CUIDAR DE NO MEZCLAR LAS MOSCAS DE LAS DIFERENTES CRUZAS Y QUE NO ESTÉ HÚMEDO EL FRASCO ETERIZADOR.
10. Para dormir las moscas, agregar de 3-4 gotas de éter etílico en el tapón de hule espuma del frasco eterizador y esperar a que todas las moscas estén dormidas. NO AÑADIR DEMASIADO ÉTER

PARA EVITAR QUE SE DERRAME, MOJE LAS MOSCAS Y LAS MATE. EXTREMAR PRECAUCIONES CON EL USO DE ÉTER, YA QUE ES TÓXICO.

11. Colocar las moscas dormidas en un frasco de papel limpio y observarlas al microscopio estereoscópico o con una lupa cosmética para registrar el número de individuos que presentan diferentes fenotipos, para cada una de las cruzas.
12. Colocar en cada tubo de recuperación (TR) 20 parejas dormidas (10 hembras y 10 machos) de la F_1 de la craza monohíbrida, marcar los TR de la siguiente manera:
 F_2 , craza monohíbrida

2° Ley de Mendel: CRUZA DIHÍBRIDA

13. Colocar en cada tubo de recuperación (TR) 20 parejas dormidas (10 hembras y 10 machos) de la F_1 de la craza dihíbrida, marcar los TR de la siguiente manera:
 F_2 , craza dihíbrida

Obtención de la F_2

14. Hidratar dos frascos con 5 g de medio instantáneo, agregándole 20 ml de solución conservadora, cuidar de verter el líquido de manera homogénea y de no revolver. Esperar a que el medio absorba completamente el líquido.
15. Marcar los frascos, con medio hidratado, de la manera siguiente:
 F_2 , fecha, craza monohíbrida, su nombre o iniciales
16. Cuando despierten las moscas, colocar el contenido de cada uno de los TR marcados F_2 , craza monohíbrida, en cada uno de los frascos marcados con la misma leyenda.
17. Repetir el paso 14.
18. Marcar los frascos con medio hidratado.
 F_2 , fecha, craza dihíbrida, su nombre o iniciales
19. Cuando despierten las moscas, colocar el contenido de cada uno de los TR marcados F_2 , craza dihíbrida, en cada uno de los frascos marcados con la misma leyenda.
20. Mantener los cultivos a 25°C durante 5 a 6 días (véase punto 7).
21. Después de ese lapso, retirar completamente los adultos de los frascos F_1 y seguir las indicaciones del punto 8.
22. De 5 a 7 días después de eliminar a las parejas F_1 de los frascos F_2 , pasar los descendientes (F_2) al frasco esterizador y repetir las indicaciones; anotar en los puntos 9 y 10. Dormir las moscas por separado y registrar el número de los individuos que presentan los diferentes fenotipos, para cada una de las cruzas.

Datos importantes

- De acuerdo con las leyes de Mendel se esperaría que en la craza monohíbrida se obtuviera en la F_2 una proporción 3:1 (3/4 silvestres y 1/4 cuerpo ebony). En la craza dihíbrida se esperaría que la F_2 una proporción de 9:3:3:1 (9/16 silvestres; 3/16 con alas silvestres y cuerpo ebony; 3/16 color silvestre y alas vestigiales y 1/16 cuerpo ebony y alas vestigiales). Contrastar mediante la prueba de chi cuadrada, los resultados del cultivo con los esperados, con un grado de libertad para la craza monohíbrida y 3 grados de libertad para la craza dihíbrida.
- Cuando un cruzamiento experimental se observa solamente un carácter contrastante el cruzamiento se denomina MONOHIBRIDO, si se utilizan dos características contrastantes, recibe el nombre de DIHIBRIDO.

Actividades posteriores con los cultivos

- Revise su cultivo dos veces por semana y anote los cambios que se registren en su bitácora.

- Cuando observen larvas en el cultivo, elimine a los progenitores para evitar que se crucen con su descendencia (retrocruza). Al emerger la primera generación filial (F1) revísela y anote las características que presentan; transfíralas a un frasco con alimento fresco y etiquételo, indicando claramente el genotipo de la F1. Al observar larvas en el frasco, elimine a los individuos F1 que sembró para evitar la Retrocruza.
- Cuando la F2 emerja realice tres conteos en días diferentes, para acumular por lo menos 300 moscas. Registre sus observaciones en la hoja de registro que se anexa.

Conteos

- Antes de iniciar el primer conteo, plante la hipótesis de trabajo. Desarrolle el cruzamiento para determinar los fenotipos y la proporción esperada de estos en F1 y F2 utilizando el cuadro de Punnet

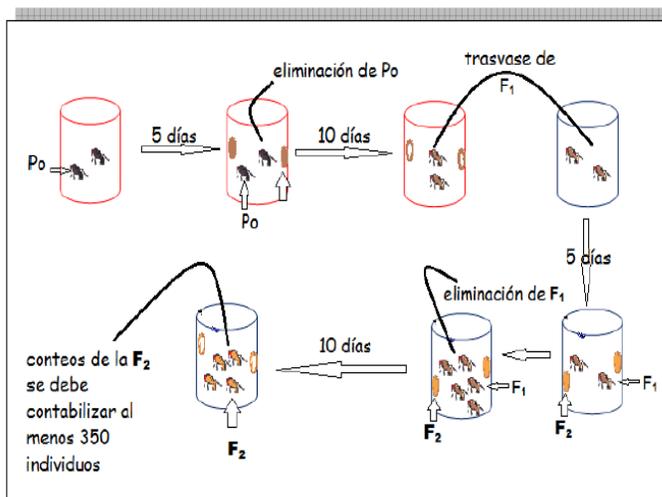


Figura No.1 Esquema general del experimento

Resultados

- Colocar las cruces con sus respectivas imágenes de los progenitores

CARÁCTER SEXO	COLOR DE OJOS	COLOR DE CUERPO	FORMA DE LAS ALAS
MACHO	Símbolo _____ Características _____	Símbolo _____ Características _____	Símbolo _____ Características _____
HEMBRA	Símbolo _____ Características _____	Símbolo _____ Características _____	Símbolo _____ Características _____

Nombre del cruzamiento _____

- Registro de actividades realizadas en el cruzamiento

ACTIVIDADES	FECHA	OBSERVACIONES
Inicio del cruzamiento		Genotipo _____
Eliminación de los progenitores		
Trasvase de la F ₁		Genotipo _____
Eliminación de la F ₁		
Conteos de F ₂ 1°		
2°		
3°		

- Hoja de Registro final del cruzamiento

HOJA DE REGISTRO

GRUPO _____ EQUIPO _____

CRUZAMIENTO (Genotipo y Fenotipo) _____

FECHA DE INICIO _____

OBSERVACIONES DE F₁ (Indicar genotipo y fenotipo) _____F₂. Fecha de inicio del cruzamiento _____

CONTEO DE F ₂ FECHAS:	NÚMERO DE MOSCAS DE CADA FENOTIPO			
TOTAL				

- Registro de prueba de X₂

Prueba de X²:

FENOTIPOS	VALORES		(O-E)	(O-E) ²	$\frac{(O-E)^2}{E}$
	OBSERVADOS	ESPERADOS			
TOTAL					

- Coloca las imágenes de su experimento algunas observaciones de su bitácora

(Valor 2p)

Discusión

- Comparar los datos obtenidos con los de la literatura y justificarlos.
- Con el propósito de determinar si las proporciones observadas corresponden a las esperadas, apliquen la prueba de χ^2 a los datos del equipo utilizando 1 grado de libertad. ¿Existe diferencias significativas entre los valores esperados y los observados para el equipo? ¿Para el grupo? Si es así, explique las causas posibles. Si no es así ¿Qué significa?
- Compare las proporciones de cada uno de los caracteres estudiados, por separados, con la proporción esperada para un cruzamiento monohíbrido y dihíbrido. **(Valor 2p)**

Conclusión

- Redactar la conclusión mínimo 1 cuartilla. **(Valor 1p)**

Cuestionario

1. Defina los siguientes conceptos:

- | | | | |
|-------------------|---------------|----------------|-------------|
| a) Homocigótico | e) Línea pura | i) Retrocruza | m) Mutación |
| b) Heterocigótico | f) Dominante | j) Monohíbrido | |
| c) Genotipo | g) Recessivo | k) Dihíbrido | |
| d) Fenotipo | h) Alelo | l) Segregación | |

2. Explique para que sirve utiliza la χ^2

3. Analice el desarrollo del trabajo del equipo y señale los posibles factores que pudieron afectar los resultados. ¿Cómo se pueden mejorar estas prácticas?

4. Escriba y explique las Leyes de Mendel.

5. En los resultados de la cruce monohíbrida ¿Qué proporciones genotípicas y fenotípicas se esperan? ¿Se ajustan los datos de su equipo y los del grupo a los esperados? Explique

6. En los resultados de la cruce dihíbrida ¿Qué proporciones genotípicas y fenotípicas se esperan? ¿Se ajustan los datos de su equipo y los del grupo a los esperados? Explique

7. Mencione que factores pudieron influir en el desarrollo de la práctica para modificar las proporciones esperadas.

8. Explique que representan las canicas en cada parte de la práctica

9. ¿Qué proporciones genotípicas y fenotípicas se esperan al realizar un cruzamiento trihíbrido?

(Valor 2p)

Bibliografía

- Consultar 3 libros, artículos o páginas electrónicas en formato APA. **(Valor 0.5p)**

ANEXO R. Escala estimativa : Práctica 3

Escala estimativa

Demostración de la primera y segunda Ley de Mendel

Bachillerato: Centro Escolar Presidente Venustiano Carranza

Asignatura Biología II

Horizonte de "Concepciones acerca de la
Búsqueda Herencia"

No. Lista
(Equipo)

Semestre Grupo

No.	Característica Para Evaluar	Ponderación sugerida	Excelente (1p)	Bueno (0.8p)	Regular (0.6p)	Deficiente (0p)
1	Introducción y Bibliografía	1 punto				
2	Material y método (Diagrama de flujo)	1 punto				
3	Elaboración de hipótesis	1 punto				
4	Resultados (fotografías, esquemas, dibujos, tablas de resultados)	2 puntos				
5	Discusión	2 puntos				
6	Conclusión	1 puntos				
7	Cuestionario	2 puntos				

Calificación: _____

Observaciones:

Biól. Verónica Vera Sánchez

Nota: Este instrumento de evaluación debe ser agregado a su carpeta de evidencias

La máxima ponderación equivale a 10 puntos = 10% en Procesos y Productos

Fecha de entrega: 13 de noviembre del 2018

Tipo de Evaluación: Heteroevaluación

ANEXO S. Lista de Cotejo “Árbol Genealógico”

LISTA DE COTEJO

ÁRBOL GENEALÓGICO

Bachillerato: Centro Escolar Presidente Venustiano Carranza

Asignatura Biología II

Tema "Concepciones acerca de la Genética"

Nombre del Alumno(a)

Semestre 5° Grupo B

Lista de Cotejo: Árbol Genealógico

MOEVA	Categoría	Aspectos Valores	Sí	No
Conocimientos	Caracteres hereditarios	Identificación de características hereditarias.		
		Indica el tipo de relación entre los integrantes de la familia.		
Procesos y Productos	Formato	Se presenta totalmente limpio.		
		Se presenta con buena ortografía.		
	Recolección de la información.	Incluye los nombres de cada integrante.		
		Indica el tipo de relación entre los integrantes de la familia.		
Actitudinal Consciente	Puntualidad	Se entregó en la hora y fecha acordada.		
	Creatividad	Utilizó fotografías/imágenes para elaborarlo.		
		El diseño del trabajo resulta atractivo.		
		Materiales con los que realizó el diseño		
		Calificación		

Biól. Verónica Vera Sánchez

Nota: Este instrumento de evaluación debe ser agregado a su carpeta de evidencias

La máxima ponderación equivale a 10 puntos = 10% en Procesos y Productos

Fecha de entrega: 6 de noviembre de 2018

Tipo de Evaluación: Autoevaluación

ANEXO U. Lista de Cotejo: Mapa Conceptual

LISTA DE COTEJO

MAPA CONCEPTUAL

Bachillerato: Centro Escolar Presidente Venustiano Carranza

Asignatura Biología II Tema "Leyes de Mendel"

Nombre del Alumno(a) _____ Semestre 5° Grupo B

Lista de Cotejo: Mapa conceptual

MOEVA	Categoría	Aspectos Valores	Sí	No
Conocimientos	Definición de conceptos	La definición es clara, precisa y breve.		
Procesos y Productos	Formato	Se presenta totalmente limpio y con buena ortografía.		
	Recolección de la información.	Relaciona y conecta los conceptos con coherencia		
		Se obtuvo de una fuente de información confiable (libros, artículos o pág. Webs).		
Actitudinal Consciente	Puntualidad	Se entregó en la hora y fecha acordada.		
	Creatividad	El diseño y materiales del trabajo resulta atractivo.		
		Calificación		

Biól. Verónica Vera Sánchez

Nota: Este instrumento de evaluación debe ser agregado a su carpeta de evidencias

La máxima ponderación equivale a 10 puntos = 10% en Procesos y Productos

Fecha de entrega: 8 de noviembre de 2018

Tipo de Evaluación: Autoevaluación

ANEXO V. Lista de cotejo: Maqueta de cariotipo

LISTA DE COTEJO

CARIOTIPO

Bachillerato: Centro Escolar Presidente Venustiano Carranza

Asignatura Biología II Tema "Teoría de T. H. Morgan:
Determinación cromosómica del sexo"

Nombre del Alumno(a) _____ Semestre 5° Grupo B

Lista de Cotejo: Cariotipo

MOEVA	Categoría	Aspectos Valores	Sí	No
Conocimientos	Conceptos de Mutación	Identificación de conceptos genéticos.		
		Indica el tipo de relación entre los conceptos.		
Procesos y Productos	Formato	Se presenta totalmente limpio.		
		Los dibujos son claros y precisos		
	Recolección de la información.	Incluye los conceptos, procesos y mecanismos.		
		Investigación de la localización de los genes mutantes en los cromosomas		
Actitudinal Consciente	Puntualidad	Se entregó en la hora y fecha acordada.		
	Creatividad	El diseño del trabajo resulta atractivo.		
		Materiales con los que realizó el diseño		
		Calificación		

Biól. Verónica Vera Sánchez

Nota: Este instrumento de evaluación debe ser agregado a su carpeta de evidencias

La máxima ponderación equivale a 10 puntos = 10% en Procesos y Productos

Fecha de entrega: 8 de noviembre de 2018

Tipo de Evaluación: Autoevaluación

ANEXO W. Rúbrica: Exposición
RÚBRICA ANALÍTICA DE **Exposición**

Bachillerato: Centro Escolar Presidente Venustiano Carranza

Asignatura Biología II Tema "Transgénicos"

Nombre del Alumno(a) _____ Semestre 5° Grupo B

MOEV A	Indicadores	Excelente (2 Puntos)	Puntos	Elemental (1 Puntos)	Puntos	Insuficiente (0 Puntos)	Puntos
C o n o c i m i e n t o s	Fundamento Del Tema	Presenta un tema en forma clara y bien enfocado. Menciona aspectos primordiales y se destaca el objetivo que es respaldado con información detallada.		El objetivo es parcialmente claro, menciona aspectos primordiales, pero se necesita más información de apoyo.		El objetivo no es claro, parece haber una recopilación desordenada de información.	
	Interpretación de la Información	El estudiante hace una interpretación adecuada de sus resultados y puede con precisión contestar casi todas las preguntas planteadas sobre el tema.		El estudiante no hace una interpretación adecuada de sus resultados y no contesta con precisión la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema.		El estudiante no realiza una interpretación adecuada de los resultados y no puede contestar las preguntas planteadas sobre el tema.	
	Conclusión	El alumno concluye con argumentos científicos el objetivo de la exposición.		El alumno concluye sin argumentos científicos y el objetivo de la exposición se cumplió parcialmente.		El alumno no concluye los objetivos.	

P r o c e s o s y P r o d u c t o s	Desarrollo de la Exposición	Realiza la exposición de manera organizada, tiene los conocimientos a la mano y prevé cualquier situación		Realiza la práctica, pero no de manera organizada, tiene los conocimientos pero no prevé situaciones.		No realiza la exposición completa y muestra desorganización.	
	Producto	Al finalizar la exposición, el producto cumplió con los requerimientos establecidos.		Al finalizar la exposición, el producto cumplió de manera parcial los requerimientos establecidos.		Al finalizar la práctica, el producto no cumplió con los requerimientos establecidos.	
	Material didáctico	Cumple con los parámetros establecidos, muestra orden y coherencia.		Cumple de forma parcial los parámetros establecidos.		No cumple con los parámetros establecidos.	
A c t i v i d a l C o n s c i e n t e	Creatividad	Presenta creatividad para la elaboración del análisis de la historieta.		Presenta creatividad para la elaboración del análisis de la historieta parcialmente completo.		Presenta creatividad para la elaboración del análisis de la historieta insuficiente.	
	Trabajo Colaborativo	Realiza su práctica con dinamismo, entusiasmo, es creativo y es propositivo en el trabajo en equipo.		Se muestra empático, pero no propositivo en el trabajo en equipo.		Demuestra apatía y no manifiesta interés al realizar la práctica.	
	Seguridad y Tono de Voz	Presenta seguridad y un tono de voz adecuado para el desarrollo de la historieta.		Presenta seguridad y un tono de voz no adecuado para el desarrollo de la historieta.		No presenta seguridad ni un tono de voz no adecuado para el desarrollo de la historieta.	

Calificación:		Observaciones:	
----------------------	--	-----------------------	--

Nota: Este instrumento de evaluación debe ser agregado a su carpeta de evidencias

La máxima ponderación equivale a 10 puntos = 10% en Procesos y Productos

Fecha de entrega: 29 de noviembre de 2018

Tipo de Evaluación: coevaluación

Biól. Verónica Vera Sánchez

ANEXO X: Planeación didáctica

Unidad II Concepciones de la Genética

Secuencia didáctica con estrategia

TEMA: GENERALIDADES		No. de sesión: 1	
Contenido	Objetivos de aprendizaje	Situación de aprendizaje	Evaluación
CONCEPTOS Y PRINCIPIOS DE GENÉTICA <ul style="list-style-type: none"> • Genotipo • Fenotipo • Gen • Alelo • Cromosoma • Gen dominante • Gen recesivo • Heterocigoto • Homocigoto • Haploide • Diploide • Generación filiar • Alelos múltiples • Gametos • Locus • Loci • Proporción • Segregación • Cuadro de Punnet • Gregorio Mendel • Mutación • Transgénicos 	CONCEPTUALES <ul style="list-style-type: none"> • Indagar sobre los conocimientos previos con base en hipótesis sobre su vida cotidiana. • Explorar la parte aparente o macroscópica de la herencia y vincularla con los factores internos que la causan. • Conocer e identificar los conceptos básicos de genética. PROCEDIMENTALES <ul style="list-style-type: none"> • Recolectar, sistematizar y registrar la información observada (caracteres hereditarios dominantes y recesivos, mecanismos hereditarios) en su propio 	<p style="text-align: center;">APERTURA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver el Cuestionario de conocimientos previos del Tema. • Pase de lista • Utilizando su árbol genealógico, discutir: <ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Por qué somos diferentes? ✓ ¿Cómo se transmiten esas diferencias de padres a hijos? ✓ ¿Cómo adquirimos esas diferencias que nos hacen únicos? ✓ Realizar una autoevaluación <p style="text-align: center;">DESARROLLO</p> <p style="text-align: center;">“MEMORAMA DE GENÉTICA”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integrar a los alumnos en pares, compartir sus definiciones y seleccionar la mejor o bien hacer otra donde se pueda comprender mejor el concepto. • El docente dará las reglas del juego y se jugará por equipos y después de manera grupal para incrementar el nivel de complejidad • Existirán 2 equipos y al que cuente con mayor puntaje se les dará un presente. <p style="text-align: center;">Retroalimentación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discutir y analizar los conceptos que no quedaron claros, buscar alternativas para que retención de memoria y sugerencias a la actividad. <p style="text-align: center;">CIERRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conclusión sobre lo importante que es tener un lenguaje amplio sobre conceptos de genética. • Resolver el Cuestionario correspondiente a cada sesión I 	<p style="text-align: center;">DIAGNÓSTICA</p> <p>Instrumento de evaluación</p> <p>Cuestionario diagnóstico</p> <p style="text-align: center;">FORMATIVA</p> <p>Evidencias</p> <p>Árbol genealógico 10%</p> <p>Instrumento</p> <p>Lista de Cotejo</p> <p>Lista de Grupo</p> <p>Tipo Autoevaluación</p>

	<p>árbol genealógico.</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaborar una ficha bibliográfica de conceptos de genética <p>ACTITUDINALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Juzgar y valorar su propio trabajo. Emisión y recepción de ideas y pensamientos. <p>Disposición para el trabajo en pares, trabajo en equipo.</p>	Tarea: Elaborar la introducción de la práctica de <i>Drosophila melanogaster</i> e hipótesis utilizando los conceptos vistos en clase e investigado en libros de texto, artículos y páginas. Webs confiables.	
TEMA: DROSOPHILA MELANOGASTER RESEÑA HISTÓRICA		No. de sesión: 2	
Contenido	Objetivos de aprendizaje	Situación de aprendizaje	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> Antecedentes de <i>Drosophila melanogaster</i> Conceptos básicos de genética Organización durante la práctica 	<p>CONCEPTUALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar, reconocer y determinar los acontecimientos más importantes que <i>Drosophila melanogaster</i> en la Genética. <p>PROCEDIMENTALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprender, analizar y justificar sus respuestas utilizando la información de su investigación. 	<p>APERTURA</p> <ul style="list-style-type: none"> El docente preguntará al grupo sobre su experiencia en la captura de <i>Drosophila melanogaster</i>. Procederá a tomar asistencia y a dar las indicaciones para ingresar al laboratorio. El docente dará a conocer el tema, los objetivos y los aprendizajes que se espera alcanzar con la práctica. <p>DESARROLLO</p> <ul style="list-style-type: none"> Se realiza un breve resumen de la metodología de la práctica y se pregunta si existe alguna duda. Se asignarán áreas de trabajo y los equipos compartirán microscopios con el fin de compartir experiencias y ejemplares que no pudieron capturar. <ul style="list-style-type: none"> Identificación de dimorfismo sexual Realización de cultivo Cruzas monohíbridas 	<p><u>FORMATIVA</u></p> <p>Evidencias Reporte de práctica</p> <p>Instrumento Lista de Grupo</p> <p>Tipo Heteroevaluación</p>

	<ul style="list-style-type: none"> Argumentar y verificar su postura. Compartir con el grupo la formulación de hipótesis al grupo. <p>ACTITUDINALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Aprender por iniciativa y dando respuesta a los problemas que encuentra en su entorno. 	<p>CIERRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolver el Cuestionario correspondiente a cada sesión. <p>Tarea: Captura de individuos de <i>Drosophila melanogaster</i> para mayor probabilidad de reproducción en su cultivo.</p>	
TEMA: LEYES DE MENDEL		No. de sesión: 3	
Contenido	Objetivos de aprendizaje	Situación de aprendizaje	Evaluación
<p>Antecedentes de Gregorio Mendel</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Primera ley “Segregación de caracteres” <p>Genotipo</p> <p>Fenotipo</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Segunda ley “Caracteres independientes” 	<p>CONCEPTUALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar, reconocer y determinar los conceptos esenciales de la Herencia, así como la historia e importancia de los trabajos de Mendel. <p>PROCEDIMENTALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprender, analizar y justificar sus respuestas utilizando la información de carácter científico sobre las Leyes de Mendel para argumentar 	<p>APERTURA</p> <ul style="list-style-type: none"> Pasar lista y recibir los cultivos de los equipos Leer la lectura de “Leyes de Mendel”. Por Patricia de la Peña Sobarzo y el Cuadro de Punnett. <p>DESARROLLO</p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer una mesa de diálogo sobre los antecedentes de Mendel, lo que aportó en la genética. Explicar brevemente las Leyes de Mendel utilizando ejemplos comunes de su vida diaria y con <i>Drosophila melanogaster</i>. <p>CIERRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Tarea: Ejercicios de “Leyes de Mendel” <p>Estos se encuentran en la plataforma del Portal académico de CCH. Resolver los ejercicios que se encuentran en la actividad final de la plataforma.</p>	<p>FORMATIVA</p> <p>Evidencias</p> <ul style="list-style-type: none"> Mapa conceptual de conceptos 10% <p>Instrumento</p> <p>Lista de Grupo</p> <p>Lista de cotejo</p> <p>Tipo</p> <p>Heteroevaluación</p>

	<p>y verificar su postura.</p> <p>ACTITUDINALES</p> <p>Aprender por iniciativa y dar respuesta a los problemas que encuentra en su entorno.</p>		
TEMA: LEYES DE MENDEL		No. de sesión: 4	
Contenido	Objetivos de aprendizaje	Situación de aprendizaje	Evaluación
<p><u>Aplicaciones en la vida diaria</u></p> <p>Primera ley “Segregación de caracteres”</p> <p>Genotipo</p> <p>Fenotipo</p> <p>Segunda ley “Caracteres independientes”</p>	<p>CONCEPTUALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Integrar y relacionar los contenidos de las Leyes de Mendel con la problemática de su vida diaria. <p>PROCEDIMENTALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprender, analizar y justificar sus respuestas utilizando la información de carácter científico sobre las Leyes de Mendel para argumentar y verificar su postura. <p>ACTITUDINALES</p> <p>Aprender por iniciativa y dar respuesta a los problemas que encuentra en su entorno.</p>	<p>APERTURA</p> <ul style="list-style-type: none"> Proyectar en una presentación de Power Point la metodología de la práctica. Traslado del salón al laboratorio. Se tomará asistencia con la participación de los alumnos. <p>DESARROLLO</p> <ul style="list-style-type: none"> Elaborar la práctica “Identificación y manejo del modelo experimental”. Avanzar en la preparación de cultivo y cruza para demostrar las leyes de Mendel. <p>CIERRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Dar las respuestas de los ejercicios y explicar si existe alguna duda. <p>Mencionar la importancia de las aportaciones de Mendel en la prevención de enfermedades hereditarias.</p>	<p>FORMATIVA</p> <p>Evidencias</p> <p>Ejercicios de “Leyes de Mendel” 10%</p> <p>Instrumento</p> <p>Listado Grupo</p> <p>Rubrica</p> <p>Descriptiva</p> <p>Tipo</p> <p>Heteroevaluación</p>
TEMA: TEORÍA DE T.H. MORGAN - Determinación cromosómica del sexo		No. de sesión: 5	

Contenido	Objetivos de aprendizaje	Situación de aprendizaje	Evaluación
<u>Antecedentes</u> Trabajos de Thomas Morgan Herencia Ligada al sexo Gametos Fecundación Reproducción sexual y asexual	CONCEPTUALES Conocer e identificar la historia, conceptos y la importancia de los trabajos de T. Morgan. PROCEDIMENTALES Comprender, analizar y registrar la información relevante de carácter científico sobre la Herencia Ligada al Sexo. ACTITUDINALES Aprender por curiosidad e interés por entender su entorno.	APERTURA <ul style="list-style-type: none"> Pasar de lista Proyectar un video acerca de los antecedentes de T.H. Morgan. https://www.youtube.com/watch?v=n0Tz-AVggxc ¿“Cómo se determina nuestro sexo?” https://www.youtube.com/watch?v=8dhpvaiFs14 DESARROLLO <ul style="list-style-type: none"> Realizar un esquema en equipo de 5-6 alumnos de cómo se define el sexo cromosómico en un individuo en equipo. Formular 3 preguntas que los propios alumnos proporcionen sobre sus dudas o bien las que el profesor formule. Exponer acerca de algunas alteraciones cromosómicas sexuales (Anexo 30). CIERRE Relacionar y reflexionar sobre algunas alteraciones cromosómicas sexuales con su vida diaria.	FORMATIVA Evidencias Esquema 10% Instrumento Lista de Grupo Lista de Cotejo Tipo Heteroevaluación

**TEMA 6: CARIOTIPOS
MUTANTES DE *DROSOPHILA
MELANOGASTER***

No. de sesión: 6

Contenido	Objetivos de aprendizaje	Situación de aprendizaje	Evaluación
Antecedentes <ul style="list-style-type: none"> Trabajos de Thomas Morgan Herencia Ligada al sexo Gametos Fecundación Reproducción sexual y asexual 	CONCEPTUALES Conocer e identificar cómo se estructura un cariotipo; ¿cuál es su utilidad? Y su importancia con nuestro modelo experimental. PROCEDIMENTALES Comprender, analizar y registrar la información relevante de carácter científico sobre la	APERTURA <ul style="list-style-type: none"> Pase de lista El docente reúne por equipos y se organizan para que exista 1 representante para cada exposición de los diferentes mutantes seleccionados. DESARROLLO <ul style="list-style-type: none"> Realizar un cuadro comparativo de cada mutante en su libreta. Formular 3 preguntas que los propios alumnos proporcionen sobre sus dudas o bien las que el profesor formule. CIERRE	FORMATIVA Evidencias Esquema 10% Instrumento Lista de Grupo Lista de Cotejo Tipo Heteroevaluación

	<p>Herencia Ligada al Sexo.</p> <p>ACTITUDINALES</p> <p>Aprender por curiosidad e interés por entender su entorno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retomar la importancia del cariotipo y su utilidad. • <u>Tarea: Realizar un ensayo de alguna de las siguientes películas y tomar como punto de partida las siguientes definiciones.</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aplicaciones ○ Ingeniería genética ○ Investigación Biomédica ○ Repercusiones ○ Normatividad <p>Películas: Slípe, Experimento mortal, El protegido, La teoría del todo, Decisiones extremas y Manos milagrosas.</p>	
--	--	---	--

COMPETENCIAS PARA DESARROLLAR	
GENÉRICAS	
COMPETENCIA:	ATRIBUTOS:
<p>4. Escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados.</p> <p>8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.</p>	<p>4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas.</p> <p>4.3 Identifica las ideas clave en un texto o discurso oral e infiere conclusiones a partir de ellas.</p> <p>8.3 Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.</p>
DISCIPLINARES	
<p>1. Valora de forma crítica y responsable los beneficios y riesgos que trae consigo el desarrollo de la ciencia y la aplicación de la tecnología en un contexto histórico-social, para dar solución a problemas.</p>	

EVALUACION		
TIPOS	MOMENTOS	PONDERACIÓN
Coevaluación	Diagnóstica	Productos
Heteroevaluación	Formativa	Árbol genealógico, historita y Memorama de conceptos 10%
Autoevaluación	Sumativa	Libreta 10% Reporte de Práctica 10%
		Desempeño Actitudinal
		<ul style="list-style-type: none"> • Puntualidad y asistencia 10% • Trabajo en equipo (Mapa mental-Exposición Oral) 10% • Ensayo 10%
		Examen de Conocimientos 40%