



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGÍA

EL PAPEL DE LOS VIDEOJUEGOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA HERENCIA MENDELIANA
PARA ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:

BIÓL. CARLA LÓPEZ SILVA

TUTORA PRINCIPAL

DRA. NORA ELIZABETH GALINDO MIRANDA
FACULTAD DE CIENCIAS

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

DR. LUIS FELIPE JIMÉNEZ GARCÍA
FACULTAD DE CIENCIAS

MTRO. RAFAEL CHÁVEZ LÓPEZ
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. ENERO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

“El mundo, ¡qué lugar tan glorioso! Busca la libertad y será esparcida en frente de tus ojos. Si el sueño sin fin guía tu espíritu incansable, ¡hazlo tuyo! ¡Sube tu bandera! ¡Y párate firme!”

– **Gol D. Roger / Eiichiro Oda, One Piece**

“La educación como práctica de la libertad, al contrario de aquella que es práctica de la dominación, implica la negación del hombre abstracto, aislado, suelto, desligado del mundo, así como la negación del mundo como una realidad ausente de los hombres”

– **Paulo Freire**

Índice	1
Agradecimientos	3
Resumen	4
Planteamiento del problema	5
Preguntas de investigación	6
Objetivo general	6
Objetivos particulares	6
I. Marco teórico disciplinario	7
I.1 Ubicación de la temática “Herencia Mendeliana”	7
I.2 Herencia Mendeliana; ¿Qué es y qué engloba su concepción?	8
I.2.1 La aportación de Gregorio Mendel, el descubrimiento de los principios de la herencia	8
I.2.2 Las Leyes de Mendel	9
I.2.3 El método del cuadro de Punnett	10
I.3 La enseñanza de la Genética y la Herencia Mendeliana	12
II. Marco teórico psicopedagógico	14
II.1 La perspectiva constructivista	16
II.1.1 El aprendizaje por descubrimiento	18
II.2 El modelo expositivo	20
II.3 La importancia del juego en la educación	21
II.3.1 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) como herramienta de aprendizaje	23
II.3.2 Los videojuegos y su rol en la comunicación del conocimiento	24
II.3.3 La importancia de la motivación en los videojuegos y en la enseñanza-aprendizaje	27
II.3.3 Aplicación didáctica de los videojuegos	29
II.4 El cartel	31
II.5 El mapa mental	32
III. Marco contextual	33
III.1 Caracterización de la Educación Media Superior en México	33
III.2 Colegio de Ciencias y Humanidades	34
III.2.1 Modelo educativo	36
III.2.2 Contexto social, económico y cultural del CCH y su población estudiantil	37
IV. Estrategia metodológica	41
IV.1 Descripción y contexto de la población estudiantil en el Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Vallejo y Oriente	43
IV.2 Desarrollo de las secuencias didácticas en la estrategia didáctica	44
IV.3 Evaluación e instrumentos de evaluación	45
IV.3.1 Evaluación diagnóstica y pretest	45
IV.3.2 Evaluación formativa	46
IV.3.3 Evaluación sumativa, rúbrica, guía de juego tipo cuestionario y postest	47
IV.3.4 Heteroevaluación y autoevaluación	48
IV.3.5 Evaluación general del videojuego y motivación	48
IV.4 Pruebas estadísticas y Alpha de Cronbach	50

V.	Resultados, discusión y conclusiones	55
V.1	Resultados y análisis	55
V.1.1	Análisis descriptivo de la población: Cuestionario tipo Likert.....	56
V.1.2	Análisis del aprendizaje conceptual: Conocimientos biológicos sobre la herencia mendeliana pretest y postest.....	68
V.1.3	Análisis del aprendizaje procedimental: cuadro de Punnett de la guía de juego.....	77
V.1.4	Análisis del aprendizaje actitudinal: Cartel sobre la importancia de enseñar herencia Mendeliana.....	82
V.1.5	Valoración general del videojuego y motivación.....	85
V.2	Discusión.....	89
V.3	Conclusiones.....	98
	Referencias bibliográficas	100
	Anexos.....	109
	Anexo 1. Características del software utilizado para el diseño del videojuego prototipo	109
	Anexo 2. Permisos, derechos de autor y descargo de responsabilidad	113
	Anexo 3. Planeaciones	114
	Anexo 4. Pretest y postest	120
	Anexo 5. Respuestas de las preguntas opción múltiple (aprendizaje conceptual)	130
	Anexo 6. Consentimiento informado.....	132
	Anexo 7. Tarea. Mi mapa mental sobre herencia mendeliana y ejemplo.	133
	Anexo 8. Guía de juego sobre el videojuego <i>Mendelian</i>	134
	Anexo 9. Tarea. Mi cartel sobre herencia mendeliana y ejemplo.....	136
	Anexo 10. Rúbricas de evaluación.	137
	Anexo 11. Presentación elaborada en PowerPoint.....	138
	Anexo 12. Contenidos clave que pueden ser encontrados en el videojuego <i>Mendelian</i>	147
	Anexo 13. Aplicación detallada de las secuencias didácticas de la estrategia didáctica.	148

Agradecimientos

Agradezco y dedico esta tesis en primer lugar a la Universidad Nacional Autónoma de México, mi alma mater, la cual me ha formado académicamente brindándome un apoyo continuo en mi desarrollo profesional y personal a partir de su infraestructura, clases, administrativos, profesores y estímulos como la beca “APOYOS A LOS ESTUDIOS DE POSGRADO (PAEP)” y la beca “CGEP”, becas de las cuales fui beneficiaria a través de la Subdirección de Asuntos Escolares del Posgrado (SAEP), sin estos apoyos la elaboración de esta tesis habría sido imposible.

De igual forma agradezco profundamente a los estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Vallejo y Azcapotzalco por permitirme trabajar con ellos desarrollando la secuencia didáctica que se plantea en esta tesis, sin su colaboración esta tesis no habría sido posible.

Agradezco infinitamente a mi tutora la Dra. Nora Elizabeth Galindo Miranda, no solo por ser una guía académica en el desarrollo de esta tesis, con sus valiosas observaciones y comentarios sobre el trabajo, sino también por ser una mentora de vida desde que cursaba la licenciatura. Gracias Dra. Nora, sin usted quizá me habría perdido en la incertidumbre, me ha ayudado a encontrarme profesionalmente, siempre le estaré agradecida.

Agradezco a mi comité tutorial y al jurado que se ha integrado en el trabajo, Dr. Luis Felipe Jiménez, Mtro. Rafael Chávez, Dra. María Esther Urrutia y Dra. Adriana Muñoz, les estoy muy agradecida por sus comentarios, observaciones y sugerencias en el trabajo, cada uno de ustedes me ha ayudado a construir y mejorar esta tesis.

Agradezco a mis maestros y compañeros de la MADEMS, por estar ahí y enseñarme académicamente y sobre la vida, especialmente a la Mtra. Diana Margarita Reyes Armella por sus valiosos consejos, apoyo académico y personal, muchas gracias maestra.

Por último agradezco a mi familia y amigos, a mi padre Héctor López y mi madre Margarita Silva, quienes han sido los pilares en mi educación, a mi hermano Armando López por hacerme reír y por recordarme disfrutar de la vida, a mi hermana Elena López quién me ha guiado a través de sus consejos, recursos y visión académica, así como a mis amigas Marissa Pérez y Estefanía Obregón quienes me han hecho crecer, soñar y superarme en cada aspecto.

Resumen

En México, la herencia mendeliana constituye uno de los pilares más complicados de analizar y comprender dentro de los planes de estudio de nivel bachillerato, la dificultad subyacente tiene un origen multifactorial. El objetivo principal de este trabajo es analizar el papel del videojuego en la enseñanza-aprendizaje de un grupo de estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), de la Universidad Nacional Autónoma de México, en los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la herencia mendeliana, antes y después de una intervención didáctica que incluya el uso de un videojuego RPG (*role-playing game*). Para tal efecto se desarrolló una estrategia didáctica centrada en el uso del videojuego RPG (*Mendelian*), diseñado en el software RPG Maker XP® e ideado con un enfoque específico para la enseñanza del tópico, el cual fue complementado con herramientas como: la clase expositiva, el mapa mental, una guía de juego, el cartel, y la exposición. El análisis de los resultados del pretest, posttest y el trabajo en clase, arrojó que los estudiantes después de la intervención con el videojuego mostraron avances significativos en el dominio conceptual, procedimental y actitudinal, respecto a su desempeño inicial. Demostrando la pertinencia y eficiencia del videojuego en la enseñanza del tema de herencia mendeliana, en diversos casos los resultados muestran que se logró reconocer y relacionar conceptos del tema, así como comprenderlos y explicarlos con sus propias palabras, objetivos de enseñanza que están por encima del nivel cognitivo establecido en el plan de estudios del CCH, además de la predisposición de estudiantes a utilizar este tipo de herramientas y la motivación que les causa, no obstante, es necesario hacer las adecuaciones pertinentes en la estrategia didáctica para que el aprendizaje pueda tener mayor consolidación en los alumnos. Finalmente, se discute la importancia del planteamiento adecuado del videojuego, su desarrollo e implementación, la propuesta para hacer posible su uso en lugares con poca infraestructura, además de las características presentes en la población y como estas influyeron en la estrategia didáctica.

ABSTRACT

In Mexico, the Mendelian inheritance constitutes one of the most complicated pillars to analyse and understand within the high school level study plans, the underlying difficulty has a multifactorial origin. The main objective of this work is to analyse the role of the video game in the teaching-learning of a group of students from the Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), of the Universidad Nacional Autónoma de México, in the conceptual, procedural and attitudinal contents of the Mendelian inheritance, before and after a didactic intervention that includes the use of an RPG (*role-playing game*). For this purpose, a didactic strategy focused on the use of the RPG video game (*Mendelian*) was developed, designed in the RPG Maker XP® software and devised with a specific approach for teaching the subject, which was complemented with tools such as: the expository class, the mind map, a game guide, the poster, and the exhibition. The analysis of the results of the pretest, posttest and class work, showed that the students after of the video game intervention showed significant advances in the conceptual, procedural and attitudinal domain, with respect to their initial performance. Demonstrating the relevance and efficiency of the video game in teaching the subject of Mendelian inheritance, in several cases the results that show recognition and relating concepts of the subject are keep, as well as understanding and explaining them in their own words, teaching objectives that are above the cognitive level established in the CCH's study plan, in addition to the predisposition of students to use this type of tools and the motivation that it causes them, however, it is necessary to make the relevant adjustments in the didactic strategy so that learning can have greater consolidation in the students. Finally, the importance of the adequate approach of the videogame, its development and implementation, the proposal to make its use possible in places with little infrastructure, as well as the characteristics present in the population and how these influence the didactic strategy are discussed.

Planteamiento del problema

En México, las ciencias suelen tener problemas de enseñanza dentro de los planes de estudio de nivel bachillerato, diversos autores (Molina y Agustín, 2000; Gericke *et al.*, 2012; Kovalski y Araújo 2013), consideran específicamente, que en el área de Biología, la Genética constituye uno de los pilares más complicados de analizar y comprender, la dificultad subyacente tiene un origen multifactorial (conceptos abstractos, poca motivación de los alumnos, apatía a los temas, etc.), una problemática que se debería enfrentar con diversas metodologías en la enseñanza y aprendizaje del tema, tanto en educación superior como en educación media superior.

En Biología la herencia mendeliana es un eslabón importante dentro de la cadena de aprendizaje, debido a que proporciona un marco conceptual elemental y ayuda a comprender el significado de diversos conceptos biológicos de igual importancia (como la evolución), se debe considerar el impacto que este conocimiento tiene en una sociedad informada, la cual podrá comprender un nivel básico de investigación, sus repercusiones tecnológicas y de salud, sus consecuencias e importancia (Arias, 2014).

Los problemas relacionados a la Genética y sus subtemas, toman un papel trascendental en la salud, la economía y las políticas públicas, los nuevos conocimientos en este campo tienen implicaciones significativas para los individuos y la sociedad, en la opinión de Bowling *et al.* (2008) resulta sumamente preocupante que a pesar de estas consideraciones, las investigaciones recientes sobre la comprensión de la Genética del público en general, revelan una baja comprensión de los conceptos pertenecientes al área. México no se salva de este apartado, Molina y Agustín (2000) documentan que, en el país dentro del área de Biología, la Genética general incluyendo la herencia mendeliana, suele tener graves problemas de enseñanza en el nivel medio superior, en consecuencia, son temas complicados de analizar y comprender entre los alumnos. En este contexto autores como Ortega, J. y Pérez, A. (2011) refieren que introducir la utilización de videojuegos en el aula puede proporcionar nuevas formas de aprendizaje, además de entretener y distraer, señalan que los juegos de tipo aventura/rol pueden proporcionar información y constituir una fuente de motivación hacia determinadas temáticas, que debe ser acompañado de la guía del docente y su labor de promover la reflexión sobre los valores y contravalores que se consideren en el juego. En este trabajo se propone, la elaboración, diseño y aplicación

de una estrategia didáctica que incluya un videojuego role-playing game (RPG) sobre la herencia mendeliana planteada en el constructivismo y el aprendizaje por descubrimiento, que ayude a los alumnos a desarrollar conocimientos actitudinales, procedimentales y conceptuales, a la vez que incentiva el estudio del tema.

Preguntas de investigación

En este trabajo de investigación educativa se definen las preguntas de investigación como las siguientes:

Abordar el tema de herencia mendeliana a través de una estrategia didáctica que incluya el uso de un videojuego del rol o mejor conocido en inglés como role-playing game RPG, que se sustente en el constructivismo y el aprendizaje por descubrimiento, ¿podrá mostrarnos evidencias de aprendizaje en estudiantes de un grupo de Biología III del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Vallejo?

¿La inclusión de un videojuego educativo propicia la motivación en los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje que se propone con esta estrategia didáctica?

¿Es posible que los estudiantes de este grupo del CCH logren aprendizajes sobre la herencia mendeliana con una estrategia didáctica con este enfoque?

Objetivo general

- Analizar y discutir la importancia de los videojuegos en la enseñanza-aprendizaje en la educación media superior, a partir del diseño y aplicación de una estrategia didáctica que abarque la utilización de un videojuego RPG para que los alumnos puedan formar conocimientos actitudinales, procedimentales y conceptuales, que les permitan comprender la herencia mendeliana y los incentive a su estudio.

Objetivos particulares

- ❖ Diseñar un videojuego RPG como herramienta para propiciar la motivación en el estudio de la herencia mendeliana a partir de la exposición de problemas en el mismo; que permitan consolidar el aprendizaje.
- ❖ Elaborar una estrategia didáctica para la enseñanza de conceptos/procesos pertenecientes al tema de la herencia mendeliana que incluya el uso de un videojuego RPG.

- ❖ Caracterizar y evaluar el conocimiento de estudiantes de bachillerato sobre los conceptos de la herencia mendeliana antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica.
- ❖ Discutir sobre la importancia del videojuego en el aprendizaje.

I. Marco teórico disciplinario

I.1 Ubicación de la temática “Herencia Mendeliana”

Para este trabajo se delimitó el tema de la “herencia mendeliana” como lo establece el programa de estudios de la materia de Biología I del Colegio de Ciencias y Humanidades, la cual se imparte de manera regular a alumnos de tercer semestre. En este programa se propone la enseñanza de una Biología integral que provea a los alumnos los conceptos y principios básicos, así como habilidades que les permitan entender y estudiar nuevos conocimientos de la disciplina, en otras palabras, aprender a aprender. En la parte actitudinal, el programa señala que se debe continuar con la adquisición, reforzamiento y práctica de actitudes y valores que les permitan a los estudiantes integrarse a la sociedad de nuestro tiempo y asumirse como parte de la naturaleza, procurando formar una actitud de respeto hacia ella y una actitud ética en cuanto a las aplicaciones del conocimiento biológico. El tema de herencia mendeliana se encuentra situado en la Unidad 3 titulada “¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética?”, con una duración de 35 horas totales, cuyos propósitos educativos plantean que los alumnos puedan identificar los mecanismos de transmisión y modificación de la información genética, como responsables de la continuidad y cambio en los sistemas biológicos, para que comprendan su importancia biológica y evolutiva. (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2016). En esta unidad, específicamente en la sección temática número dos “Herencia”, se encontrar el tema de la “Herencia mendeliana” como uno de los cinco temas que se encuentran englobados en esta sección temática, siendo las cuatro restantes; “Variantes de la herencia mendeliana”, “Mutación y cambio genético”, “Teoría cromosómica de la herencia” y “Manipulación del DNA”. A su vez, el programa de estudios establece que el objetivo de aprendizaje para el tema de “Herencia mendeliana” será: “Que los alumnos reconozcan las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos”.

I.2 Herencia Mendeliana; ¿Qué es y qué engloba su concepción?

Collins (2020) describe a la herencia mendeliana como el concepto por el cual se alude al tipo de herencia que se entiende parsimoniosamente como consecuencia del actuar de un solo gen, estos patrones de herencia son característicos de organismos que se reproducen sexualmente, estos fueron descubiertos por el monje austríaco Gregorio Mendel, quien realizó a mediados del siglo XIX, miles de cruces con chícharos del jardín del monasterio donde radicaba. Mendel explicó sus resultados describiendo dos leyes de la herencia que introdujeron la idea de genes dominantes y recesivos. Posteriormente a principios del siglo XX el genetista Reginald Punnett diseñó un diagrama conocido como “cuadro de Punnett” para pronosticar de manera más cómoda los genotipos y fenotipos que se podían obtener en la descendencia de sus progenitores (Audesirk, Audesirk y Byers, 2013).

I.2.1 La aportación de Gregorio Mendel, el descubrimiento de los principios de la herencia.

La manera en las que se transmiten las características hereditarias de una generación a otra de organismos, siempre han sido motivo de interés y curiosidad de las sociedades, en particular las que están presentes en la relación con su sobrevivencia y prosperidad; como la domesticación de especies animales y vegetales para su consumo, además de las relacionadas con el estudio sobre las causas de algunas enfermedades.

Sin embargo, Audesirk, Audesirk y Byers (2013) mencionan que fue hasta finales del siglo XIX que este tipo de estudio se formalizó desde un punto de vista experimental, con los trabajos de Gregorio Mendel (1822-1884), monje nacido en Hyncice, Moravia, ubicada en la actual República Checa. Mendel fue miembro de la Real e Imperial Sociedad Morava y Silesia para la mejora de la agricultura, ciencias naturales y conocimientos del país. Además de esto, fue jardinero; lo que dio oportunidad de que realizara experimentos con chícharos haciendo uso de sus conocimientos matemáticos y en ciencias. Sus análisis genéticos conforman la base teórica de nuestro conocimiento de la Genética moderna.

En el diseño de sus experimentos sobre herencia, Mendel eligió la planta del chícharo (*Pisum sativum*) como sujeto principal de su investigación, él cruzó cientos de veces dos plantas de chícharo para ver qué tipo de descendencia producían, utilizando algunas veces el método de autopolinización y otras más, el de fecundación cruzada. El diseño de Mendel era sencillo, pero brillante. Se concentró en estudiar en las plantas una característica individual a la vez (rasgo), lo que le permitió seguirles el rastro durante varias generaciones,

contando el número de descendientes que tenían cada rasgo presente, utilizó cerca de 28000 plantas de chícharos y eligió siete rasgos que podían presentarse en dos formas; altura de planta: alta/baja, color de la flor: blanca/roja, posición de la flor: axial/terminal, forma de la semilla: rugosa/lisa, color de la semilla: verde/amarilla, color del albumen: verde/amarillo, forma y color de las legumbres: inflada/constreñida. En sus resultados también observó, que una de las características siempre se expresaba con más frecuencia, a la cual llamó dominante y la identificó con una letra mayúscula, sobre la otra característica a la que llamó segregada (recesiva) y a la que identificó con la misma letra, pero minúscula. De esta manera, al analizar estadísticamente las cifras y proporciones que obtenía para cada rasgo, logró esclarecer el esquema general de la herencia. Su trabajo consolidado en el artículo *“Experiments on Plant Hybridization”*, fue leído a la Sociedad de Historia Natural de Brunn el 8 de febrero y el 8 de marzo de 1865, para posteriormente ser publicado en 1866 (García, 2017 y Mendel, 1866).

I.2.2 Las Leyes de Mendel.

Tal como señala Mojica (2016), la herencia mendeliana se puede considerar un hito en la evolución de la Biología, por su gran transcendencia. A la fecha se le ha comparado con las Leyes de Newton, quien también ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de la Física. Tal apreciación tiene su sustento en el hecho de que Mendel fue el primero en formular una teoría de la herencia fundamentada en metodología estadística para cuantificar sus experimentos, expresada en lo que luego se llamarían las "Leyes de Mendel". Es gracias a la luz de sus descubrimientos y postulados, que en un futuro se permitiría entender el concepto naciente de Genética. Como se describe en la literatura, “Las Leyes de Mendel” son el conjunto de reglas básicas sobre la transmisión por herencia de las características de los organismos padres a sus hijos (cualquiera sea la especie), resultado de la reproducción sexual. Estas reglas básicas de herencia constituyen el fundamento principal de la Genética; su autor es el monje austriaco Gregorio Mendel, de quien ya se mencionó antes. Su trabajo publicado en el año 1865, que, en principio, sufrió el rigor de la indiferencia de la comunidad científica por más de 35 años, fue reconocido en el año 1900, cuando fue de manera independiente redescubierto por tres científicos: el holandés Hugo de Vries, el alemán Carl Correns, y el austríaco Erich von Tschermak, sin conocer los trabajos de Mendel llegaron a las mismas conclusiones. Desde este momento hasta hoy, el trabajo de Mendel será recordado como el punto de partida para comprender los mecanismos de herencia, lo que lo llevó a ser considerado un pilar fundamental de la

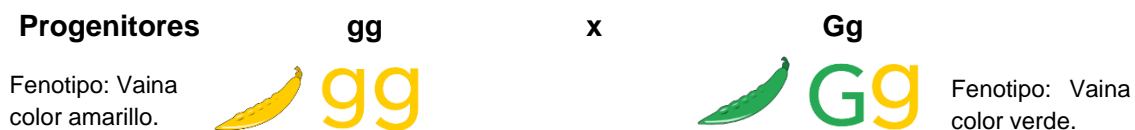
Genética. En este sentido se pueden retomar las ideas de Mendel (1866), plasmadas en su artículo “*Experiments on Plant Hybridization*” y las cuales dieron origen a las leyes de Mendel, a continuación, descritas:

- **1ª Ley:** Segregación de los caracteres, establece que durante la formación de gametos (en la meiosis) se segregan los alelos provenientes de los cromosomas homólogos, para dar origen a la constitución genética de los gametos del individuo en el cual se está desarrollando la meiosis, de manera que cada gameto resultante recibe solo una versión de cada alelo para un carácter.
- **2ª Ley:** Segregación independiente de los caracteres hereditarios, establece que el patrón de herencia de un rasgo no afectará el patrón de herencia de otro. Únicamente se cumple en aquellos genes que no están ligados (ubicados en cromosomas diferentes) o que están en regiones muy separadas del mismo cromosoma (≥ 50 centimorgans). Es decir, siguen las proporciones 9:3:3:1 (Lobo y Shaw, 2008).

I.2.3 El método del cuadro de Punnett

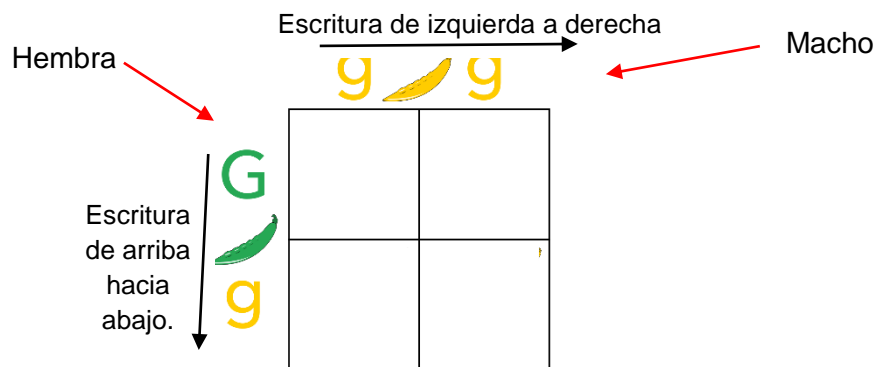
El método del cuadro o tabla de Punnett, así nombrado por el famoso genetista de principios del siglo XX, R. Punnett, es una representación gráfica de los posibles genotipos y fenotipos de una descendencia que surge de la complementación de la información de ambos progenitores. La creación de un cuadro de Punnett requiere el conocimiento de la composición genética de los padres (genotipo). Las diversas combinaciones posibles de sus gametos están encapsuladas en un formato tabular. Por lo tanto, cada cuadro de la tabla representa un evento de fertilización (Lan *et al.*, 2019). A continuación se muestra la construcción de un cuadro de Punnett de la cruce genética de dos progenitores de la especie *Pisum sativum*, el polen de una planta con genotipo gg (“macho”) y el óvulo de una planta con genotipo Gg (“hembra”), donde el alelo dominante “G” refiere el fenotipo del color verde de sus vainas, mientras el alelo recesivo “g” refiere el fenotipo del color amarillo en las mismas.

1. Se identifican los progenitores, así como la composición de su genotipo (gametos) y fenotipo (caracteres visibles).

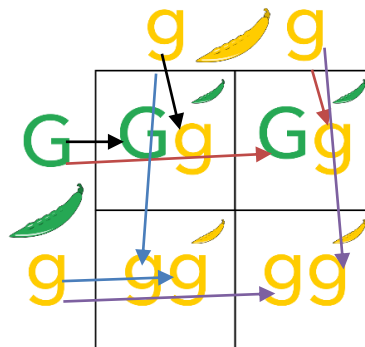


Gametos **g, g** ; **G, g**

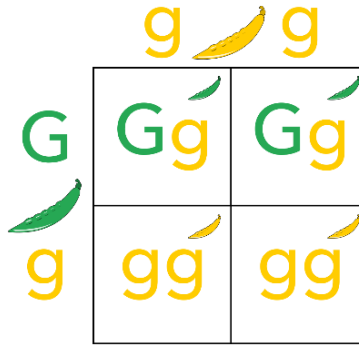
- Se coloca en el cuadro de Punnett los gametos que componen el genotipo del macho en la parte de arriba del cuadro, ocupando cada gameto una casilla y escribiéndolo de izquierda a derecha, mientras el genotipo de la hembra será colocado en el costado izquierdo del cuadro, ocupando igualmente una casilla por gameto y escribiéndolo de arriba hacia abajo. Se debe señalar que no siempre se nos referirán si los gametos provienen de un macho o una hembra, en estos casos se procederá a colorar a los progenitores en el orden que el sujeto prefiera, respetando que un progenitor se coloque en la parte de arriba del cuadro y el otro en el costado izquierdo del cuadro.



- En cada cuadro se realizará una intersección entre los gametos de cada progenitor (por fila y columna) y se escribirá el genotipo resultante de dicha cruce (los alelos dominantes siempre se escriben primero), para posteriormente identificar los fenotipos que se han formado.



- En este ejemplo tenemos que de la cruce genética de gg x Gg obtenemos ½ de descendientes con genotipo Gg y ½ de descendientes con genotipo gg, así como ½ de descendientes con fenotipo vaina de color verde y ½ de descendientes con fenotipo vaina de color amarilla.



Un cuadro de Punnett se establece bajo la suposición inherente de que cada rasgo está determinado por un único locus génico y que varios rasgos se transmiten independientemente unos de otros. Aunque esto es cierto para diversos rasgos de múltiples organismos, hay muchas excepciones.

Esta herramienta fue creada en el siglo XX, mucho después de la publicación del artículo de Mendel “*Experiments on Plant Hybridization*”. Sin embargo, ahora se usan comúnmente en la docencia para explicar los resultados que obtuvo Mendel, especialmente cuando se combinan con nuestro conocimiento actual del DNA, genes y cromosomas (Audesirk, Audesirk y Byers, 2013).

I.3 La enseñanza de la Genética y la Herencia Mendeliana.

Con el creciente “bombardeo” de información pseudocientífica, nos enfrentamos a un gran desafío en las disciplinas de las ciencias: promover una enseñanza actual y dinámica que cerciore el dominio de los contenidos necesarios para la comprensión del mundo contemporáneo. La Biología no está exenta de este apartado, su responsabilidad es grande, en particular, la Genética es un área de estudio que está profundamente relacionada con planteamientos y problemas de índole ético, político, sanitario, familiar y económico, entre muchas más. La Genética junto con la evolución, están en el corazón de la Biología porque abarcan y unen varias sub disciplinas (Bonzanini y Bastos 2011). El impacto de la Genética se filtra en nuestra vida cotidiana de muchas maneras, en el ámbito de la atención de la salud con pruebas prenatales, en la formulación de nuevos fármacos y terapias contra la diabetes o el cáncer, así como en las pruebas de paternidad, alimentos transgénicos y en el diagnóstico de enfermedades, entre otros temas de la actualidad (Buske y Bartholomei-Santos, 2019).

Por lo anteriormente descrito, es innegable que, dentro de la Biología, la enseñanza de la Genética toma un papel protagónico porque es un momento crucial para comunicar, exponer y explicar a detalle temas de actualidad, relacionados con la aplicación de biotecnologías. Autores como Amorim (1997), Gericke *et al.* (2012) y Kovaleski y Araújo (2013) consideran el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Genética entre los contenidos más difíciles de comunicar en la Biología. Al mismo tiempo, no podemos olvidar que muchos estudiantes consideran este apartado poco interesante, por lo que se enfrentan a él con nula motivación para adquirir los conocimientos del tema. La interrelación de contenidos y materiales, la existencia de conceptos abstractos, el exceso de terminologías y metodologías mal planteadas, son varios de los factores que dificultan la consolidación de aprendizajes (Buske y Bartholomei-Santos, 2019).

En la opinión de Bowling *et al.* (2008), los problemas relacionados a la Genética juegan un papel importante en la salud y las políticas públicas; los nuevos conocimientos en este campo tienen implicaciones significativas para los individuos y la sociedad, por lo que sostienen que resulta sumamente preocupante que a pesar de esto, las investigaciones recientes sobre la comprensión de la Genética del público en general, muestren una comprensión relativamente baja de los conceptos pertenecientes al área.

Se han documentado varios estudios que demuestran y caracterizan las diversas dificultades a las que los estudiantes se enfrentan durante el aprendizaje de la Genética (Buske y Bartholomei-Santos, 2019). Esto es claro en la aportación de Santos *et al.* (2020), autores que señalan a partir de su artículo "*Sequência didática fundamentada na neurociência para o ensino de Genética*", que los estudiantes de tercer año de una escuela pública de educación media en Brasil presentan como principal problema, la asimilación de conceptos erróneos sobre la relación genoma-organismo-ambiente, además de poco conocimiento previo sobre la estructura y función de material genético.

En cuanto a la enseñanza de la herencia mendeliana, Bizzo (1998) sugirió enseñar, además de las ideas mendelianas, bases de herencia no mendeliana, los conceptos de expresividad y penetrancia, etc. Hay un consenso general de que la enseñanza de la Genética, no debe restringirse a la herencia mendeliana, ya que el énfasis en la herencia de un solo gen puede contribuir inadvertidamente a una comprensión deficiente de la Genética y fomentar el determinismo genético. Sin embargo, analizar el conocimiento de los estudiantes sobre esta asignatura es fundamental, ya que puede servir de base para ampliar la enseñanza de la Genética para otros tipos de herencia y conceptos más complejos, donde se necesita un

conocimiento más profundo. Además, la herencia mendeliana también es esencial en la vida cotidiana, ya que las personas suelen expresar curiosidad por saber cómo heredaron varios de sus rasgos fenotípicos.

Así mismo, investigadores como Smith, Wood y Knight (2007) refieren que los educadores de Biología también han comenzado a comparar la efectividad de diferentes enfoques de instrucción en sus cursos de Genética, ya que la evidencia que se ha obtenido, sugiere que el reemplazo de las clases tradicionales con enfoques más interactivos puede resultar en mayores ganancias en el aprendizaje de los estudiantes.

II. Marco teórico psicopedagógico

A lo largo de la historia educativa en México, el método tradicional de enseñanza ha sido el predilecto por los docentes en todas las áreas incluyendo la biológica. Como menciona Vives (2016), este método surge en el siglo XVII en Europa con el surgimiento de la burguesía y como expresión de modernidad. Encuentra su concreción en los siglos XVIII y XIX con el surgimiento de la Escuela Pública en Europa y América Latina, con el éxito de las revoluciones republicanas de doctrina político-social del liberalismo. Su concepción descansa en el criterio de que la escuela es la institución encargada de la educación pública masiva y fuente fundamental de la información, la cual tiene la misión de la preparación intelectual y moral de los ciudadanos. Su finalidad es la conservación del orden de cosas, para ello el profesor asume el poder y autoridad, un ente que se centra en transmitir conocimientos al alumno, por lo que estos adquieren un papel pasivo en el proceso de aprendizaje. Su concepción descansa en el criterio de que la escuela es la institución social encargada de la educación pública masiva y fuente fundamental de la información, la cual tiene la misión de la preparación intelectual y moralmente a los educandos.

Entre 1922 y 1923 en México este modelo educativo empieza a ser cuestionado por el secretario de educación José Vasconcelos, quien impulsó reformas educativas en el gobierno del presidente Álvaro Obregón, las cuales estaban orientadas hacia una enseñanza más “práctica” y humanista, con el objetivo de formar a largo plazo personal capacitado en la industria (técnicos) con una enorme visión solidaria que sirviera en la tarea de facilitar el avance en conjunto del país (Fell, 2021).

Hoy en día las condiciones educativas en el país han cambiado, ya no se busca la masificación de una educación enciclopédica o la creación masiva de técnicos para la

industria, la educación actual en México busca formar ciudadanos libres, participativos, responsables e informados, capaces de ejercer y defender sus derechos, que participen activamente en la vida social, económica y política de México (Nuño *et al.*, 2017).

Aunque aún se discute la viabilidad y ventajas del método tradicionalista, ya que generalmente los grupos estudiantiles son numerosos y la interacción entre alumnos-docente es difícil, por lo que es preferible que el docente actúe como guía en la búsqueda de la obtención de conocimiento, promoviendo la enseñanza activa y el trabajo colectivo a partir de nuevas herramientas y métodos (Méndez y Ortega, 2014).

Debemos abrirnos al debate y reflexionar en las opciones que podemos utilizar para comunicar el conocimiento, métodos que vayan más allá de la enseñanza dogmática de las ciencias, nuevas alternativas que sean amplias, sistémicas, flexibles y enmarcadas dentro de la cultura humanista, en este aspecto las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) surgen como una opción potencial, específicamente los videojuegos cada vez toman más importancia en el área educativa como principales actores y protagonistas para dicha tarea (Torres, 2010).

Debemos señalar que, aunque las TIC ofrecen bastas oportunidades didácticas, los videojuegos son una de las herramientas que ha causado más controversia, cuya implementación en el área educativa encuentra tanto detractores como con firmes defensores.

Entre los defensores, se dialoga el potencial educativo de los videojuegos en torno a dos líneas de trabajo: una relativa a la motivación para el aprendizaje y otra va más allá y busca la utilización de los videojuegos con fines claramente didácticos y en áreas del conocimiento muy diversas (Ortega y Pérez, 2011).

López (2013) señala que actualmente se puede discutir cómo los videojuegos son parte inseparable de las actividades inherentes al ser humano y como cualquier otro juego, la especie humana ha aprendido a relacionarse a partir de los mismos en los ámbitos familiar, material, social y cultural. El juego *per se*, es un concepto amplio, versátil y ambivalente que implica una difícil categorización para referirse a todos los dinanismos que puede englobar. Es una actividad de aprendizaje constante; si se logra dirigir y orientar pedagógicamente, contribuye a la activación del pensamiento y permite desarrollar distintas capacidades en los alumnos. Mientras que autores como Brustolin y Malta (2017), proponen

que deben incrementarse los estudios en los juegos digitales y en la “ludificación” que implica su desarrollo y su uso. Sin embargo, su empleo en cualquiera de sus formas debe realizarse de manera planificada teniendo en cuenta los objetivos del programa y las características de los alumnos (edad, intereses, necesidades, etc.).

El uso de los videojuegos puede ser una herramienta poderosa, a partir de ella se plantea dirigir y aumentar la motivación del alumnado al mismo tiempo que se aprende, con el objeto de mejorar la disposición hacia un tema en específico y su rendimiento en la comprensión del mismo, ya que favorecen la consolidación de contenidos, la adquisición de destrezas en el pensamiento analítico, el desarrollo de un aprendizaje activo, etc. Por otra parte, la búsqueda de soluciones en juegos sirve para el afianzamiento de objetivos como: ayudar a la formación de actitudes positivas como la confianza, autodisciplina o perseverancia, habilidades de observación, comunicación, entre otras (Fernández, 2015).

Por estas razones se propone en esta investigación educativa el diseño y aplicación de un videojuego sobre la herencia mendeliana de tipo RPG (role-playing game), ya que aunado a todos los beneficios que se han descrito anteriormente, los juegos de aventura/rol pueden proporcionar información y constituir fuente de motivación hacia determinadas temáticas, a la par de que permiten que el educador promueva la reflexión sobre los valores y contravalores que se consideren en el juego (Ortega y Pérez, 2011).

Para el desarrollo de la secuencia didáctica sobre el tema de la herencia mendeliana se abordará el videojuego bajo la perspectiva del modelo de aprendizaje por descubrimiento y el modelo constructivista, además de apoyarse del modelo expositivo para la realización de las clases, modelos de los cuales se hablará a continuación.

II.1 La perspectiva constructivista

La teoría constructivista es un modelo que surge bajo la construcción de Piaget y Vygotsky. Según García (2016), el constructivismo propone que el conocimiento se “construye” a partir de las ideas previas de cada individuo, las cuales se verán modificadas por la interacción con su contexto social, cultural y la realidad geo-histórica que le rodea. Es esta interacción la cual da lugar a nuevos conocimientos, los cuales son “construidos” por el propio aprendiz, quien tiene un papel central en su propio aprendizaje en comparación con otras teorías del aprendizaje. El constructivismo, según Zubiría (2004), proporciona al individuo la oportunidad de tomar un papel activo de individuo cognoscente que tiene motivaciones e

intereses movidos e influidos por sus propias relaciones interpersonales y los procesos intrapersonales que vive el individuo dentro de su contexto sociocultural. El interactuar con otros sujetos requiere de habilidades memorísticas y sociales, las cuales deberá poner en marcha para poder construir su propio conocimiento. El individuo, también interactúa con los objetos de su contexto, por lo que, el sujeto construye conocimiento al establecer una relación entre el conocimiento previo y la experiencia con otros y/o el objeto. El docente no toma el rol de protagonista, o por lo menos, no lo es de manera tan directa como si lo es en otras teorías del aprendizaje. Será el docente el que deberá propiciar situaciones de aprendizaje distintas y en dicha tarea debe considerar las necesidades de sus estudiantes, flexibilizar su manera de trabajo, planificación al contexto y a las interacciones sociales a través de las cuales aprende el alumnado.

Ríos (2013) nos menciona que quizá sean Piaget y Vigotsky los autores más citados sobre el tema del juego y la educación, por ser dos de los académicos que más importancia han otorgado al juego dentro del aprendizaje y que mayor alusión le otorgan en el mundo educativo. Vigotsky dentro de la teoría constructivista concibió al juego, como un instrumento sociocultural, es un elemento catalizador del desarrollo mental principalmente de los niños y jóvenes (quienes más recurren a él), ayudando en el desarrollo de las funciones superiores del entendimiento tales como la atención o la memoria voluntaria. Para él, el juego es: *“Una realidad cambiante y sobre todo impulso del desarrollo mental. Concentrar la atención, memorizar y recordar se hace, en el juego, de manera consciente, divertida y sin ninguna dificultad. A través del juego el niño construye su aprendizaje y su propia realidad social y cultural.”*

Huizinga (2000) señala la importancia del juego para la socialización de los individuos de todas edades, con un constante aprendizaje individual y grupal, en un espacio tiempo determinados. En este aspecto Lacasa (2011) afirma que los videojuegos, independientemente del género al que puedan estar inmersos (rol, disparos, plataformas, etc.) y sin importar la edad de los usuarios, cumplen con estos requisitos señalados por Huizinga, para un juego, además de señalar que conforme se va avanzando, el jugador-estudiante va teniendo más protagonismo y libertad en sus acciones, permitiendo que el mismo pueda “construir” su propio “camino” hacia el aprendizaje dentro de los propios límites del juego (controlados por el profesor o programador) y a través del descubrimiento, en este sentido es importante señalar que se abordará de esta forma el aprendizaje por descubrimiento, que en palabras de Boscan, Pirela y Velásquez (2017) lo definen como:

“Aquel que se obtiene a través del producto de la exploración, siendo ésta el motor que mueve al ser humano más allá de sus límites y conocimientos.” Donde también se hace hincapié al proceso de ensayo y error para convertir lo descubierto en algo aprendido.

II.1.1 El aprendizaje por descubrimiento

Dentro de la propuesta pedagógica que abarca al constructivismo se engloba el llamado aprendizaje por descubrimiento, un modelo de enseñanza que es esencial para el desarrollo de propuestas educativas en las ciencias experimentales.

Como expresa Arias y Oblitas (2014), si bien se tienen antecedentes de que la teoría del aprendizaje por descubrimiento tiene raíces en la filosofía socrática donde Sócrates exponía que “las personas ya vienen con todos los conocimientos al momento de nacer y solo se trata de hacerlos recordar”, para él era más importante hacer a sus discípulos reflexionar sobre diversas cuestiones a través de preguntas y que ellos mismos encontraran las respuestas a partir de su propia experimentación a la par de su experiencia, sin embargo para muchos autores la teoría fue consolidada hasta 1961 cuando Jerome Bruner da a conocer su teoría del aprendizaje por descubrimiento, según la cual el aprendizaje significativo se contrapone al aprendizaje memorístico, lo cual supone promover la comprensión en vez de la memorización.

Este modelo tiene una gran tradición didáctica, su premisa principal se basa en que el único conocimiento valioso es aquel que el alumno/a fórmula a partir de su propia experiencia. De allí, que este método, permite al estudiante su aprendizaje considerando el pensamiento constructivista, de forma tal que, logra organizar en su pensamiento el conocimiento que adquiere durante el aprendizaje.

Escribano (2004) nos señala que el aprendizaje por descubrimiento se basa en la enseñanza de una asociación, un concepto o una regla en la que interviene el “descubrimiento” de la asociación, regla o concepto. Es este mismo principio el cual se utilizó en el desarrollo del videojuego. Este tipo de aprendizaje tiene dos características básicas: la primera es que interviene la inducción, y la segunda es que al reducir la secuencia instructiva estructurada se introduce al estudiante en un aprendizaje por ensayo y por error. El uso de fenómenos y hechos pueden ser de utilidad para que el estudiante interprete y entre en un proceso de descubrimiento.

Es una metodología que pretende que el alumno relacione conceptos, busque los conocimientos y asimile esa información, incorporándose de ese modo a sus aprendizajes previos. Con todo ello, el estudiante creará las herramientas necesarias para ir construyendo sus propios conocimientos. De acuerdo con la UNIR (2020) el maestro se convierte, por tanto, en un guía durante el desarrollo del estudiante, orientándose en el proceso de búsqueda de resolución de los problemas y temas planteados, tiene en su conjunto muchas ventajas las cuales enumeraré a continuación las principales:

1. Se forma a partir de la propia experiencia y búsqueda de conocimiento por parte del estudiante, olvidándose del estudio meramente memorístico, potencia el desarrollo de las capacidades, de la creatividad y de las competencias del alumnado.
2. Enseña a cómo aprender a aprender, promueve la reflexión, el pensamiento propio y la búsqueda de resolución de problemas.
3. Refuerza la propia autoestima y seguridad de los estudiantes, proporcionándoles aspectos que favorecen en su maduración y crecimiento.
4. Está basado en los intereses/motivaciones del alumnado, por lo que sus aprendizajes serán más fáciles de asimilar y se retienen mejor los contenidos trabajados.
5. Estimula a los usuarios a formular hipótesis propias, además de analizar y corregir de manera crítica tanto las propias como las ajenas.

Aunque de manera paralela también se señala que el aprendizaje por descubrimiento puede presentar varias dificultades, entre ellas se encuentra el hecho de que el aprendizaje inductivo es más valioso en algunos estudiantes que en otros y que no se puede generalizar a todos, señalando que las variables que interactúan en ello se relacionan más con la personalidad que con la capacidad, también se requiere de una gran inversión de tiempo por parte de los docentes en el desarrollo de sus estrategias, por lo que tomando en cuenta el número de alumnos por docente (presenta dificultades en aulas con grupos numerosos), este modelo puede resultar agotador si se aplica constantemente, además de que está directamente relacionado a la motivación de los alumnos. Si alguien no está motivado y no quiere aprender, no se podrá utilizar tan eficientemente este modelo de enseñanza (UNIR, 2020).

Dentro de algunas herramientas que pueden utilizarse bajo la perspectiva de la teoría del aprendizaje por descubrimiento, tenemos al juego, con el cual se busca que las aulas se conviertan en una comunidad de descubrimiento, donde se aprenda superando retos y niveles de conocimiento, que motiven al alumno a investigar más para superar obstáculos y enfrentar nuevos desafíos o retos.

Si bien la estrategia tiene como pilar fundamental el uso del modelo constructivista y el aprendizaje por descubrimiento, también será asistida por el modelo expositivo en momentos cruciales, el cual tendrá un papel importante en la comunicación del tema, por consiguiente, en el siguiente apartado se refiere a dicho modelo, sus características, ventajas y desventajas, las cuales se tomaron en cuenta para la realización de la estrategia.

II.2 El modelo expositivo

Se propone el método expositivo como parte de este trabajo, específicamente para abordar la parte conceptual del tema, ya que permite cubrir características de la población estudiantil del CCH; trabajar con grupos numerosos, con una breve duración de las sesiones de clases y la comunicación desde una visión crítica de un profesor experto sobre el tema. Autores como Luna (2007) o Escribano (2004) mencionan que los objetivos en el método expositivo son la comunicación de conocimientos de un tema preciso, además de ofrecer un enfoque crítico de la disciplina que conduzca a los alumnos a reflexionar y descubrir las relaciones entre los diversos conceptos, aunado a que impulsa el desarrollo de una mentalidad crítica que favorece la forma de afrontar los problemas y la capacidad para elegir un método para resolverlos. Se puede a su vez, resumir las principales ventajas del método, las cuales se señalan las siguientes:

- Permite abarcar contenidos amplios en un tiempo relativamente corto.
- Es un buen medio para hacer accesibles a los estudiantes las disciplinas cuyo estudio les resultaría desalentador si las abordaran sin la asistencia del profesor.
- El profesor puede ofrecer una visión más equilibrada que la que suelen presentar los libros de texto.
- En ocasiones es un medio necesario ya que ofrece información que se recaba de diferentes fuentes y orienta al estudiante a consultarlas.
- Algunos estudiantes suelen aprender más fácilmente escuchando que leyendo.
- Ofrece al estudiante la oportunidad de ser motivado por quienes ya son expertos en el conocimiento de una determinada disciplina.
- Facilita la comunicación de información a grupos numerosos.

Aunque es importante mencionar que el método expositivo tampoco está exento de dificultades en su aplicación y planteamiento, ya que en principio exige como base contar con excelentes expositores y un gran dominio de los temas. También carga con inconvenientes en los estudiantes, ya que en los alumnos este método refuerza la pasividad

en la clase, no desarrolla el pensamiento crítico propio del estudiante y puede incluso favorecer el desinterés del alumno y por lo tanto la inasistencia. Para combatir dichas dificultades como la pasividad de los estudiantes o el “desinterés”, en el desarrollo de la estrategia didáctica las clases expositivas estarán acompañadas de otras tres actividades; el videojuego, el mapa mental y el cartel. Por esta razón proseguirá exponiendo, las características, ventajas y desventajas de estos tres recursos didácticos, iniciando por el videojuego y lo que su uso implica (la importancia del juego en la educación, el papel de las tecnologías de la información y comunicación, los videojuegos y su rol en la comunicación del conocimiento y su aplicación didáctica).

II.3 La importancia del juego en la educación

El juego forma una parte importante en la historia de la humanidad, a partir de este las personas han aprendido a relacionarse con su entorno familiar, material, social y cultural. Es una “construcción” muy basta, amplia, versátil y ambivalente que implica una difícil categorización. Etimológicamente, los expertos en lingüística refieren que la palabra juego procede de dos vocablos del latín: “*iocum* y *ludus-ludere*” ambos hacer referencia a broma, diversión, chiste, y se suelen usar indistintamente con la expresión de la actividad lúdica (López, 2013).

López (2013) menciona en su trabajo “*Juegos didácticos de educación ambiental enfocados al nivel medio superior*”, que conforme aumenta la edad de los estudiantes y el nivel de educativo que cursan, en la mayoría de los institutos se disminuye o se vuelve nula la utilización de juegos didácticos, de manera que puede rastrearse como decrece su uso de la primaria hacia la universidad desaprovechándose su potencial, ya que el juego es una actividad de aprendizaje constante; si se dirige, guía y orienta pedagógicamente puede contribuir a la activación del pensamiento y el desarrollo de las actividades intelectuales de los alumnos. Sin embargo, para que esto sea posible, el empleo de los juegos didácticos debe realizarse de forma controlada y planificada, en sincronía con los objetivos del programa, teniendo en cuenta además las características de los alumnos, edad, intereses y necesidades, ya que su aplicación requiere una adecuada orientación metodológica.

Mondeja *et al.* (2000) refieren que los juegos didácticos reúnen características y requisitos que los hacen rentables para la construcción de los procesos de enseñanza aprendizaje:

- “Constituyen un método que dinamiza la actividad de los alumnos en muchas de las formas de organización de la enseñanza, donde una vez motivados desarrollan su actividad cognoscitiva, práctica y variada, en la que adquieren, precisan y consolidan los conocimientos de forma activa”.
- “Propician el cumplimiento de los objetivos didácticos, requiriendo su empleo de una gran reflexión por parte del docente y su efectividad se logra cuando los objetivos y contenido de la enseñanza promueven de forma eficiente el aprendizaje”.
- “Deben planearse en forma ordenada en correspondencia con los objetivos del programa y su derivación hacia la clase”.
- “Encierran dos elementos esenciales dentro del desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje: son un medio de enseñanza como artículo y a la vez un método de enseñanza como forma de realizar la actividad”.

Si bien el juego *per se*, es una realización que no tiene finalidades externas, tal como alude Palacino (2007), puede apropiarse como un medio para obtener un fin, aunque muchas veces no sea necesariamente conocido por quienes lo practican y que no sea de estricto cumplimiento. Debe verse como una acción de regocijo, donde se apliquen adecuadamente el tiempo y energía para que los estudiantes actúen y se desenvuelvan con sus propias reglas que por voluntad propia acepten y cumplan.

Desde el punto de vista de Concepción (2004), el juego implica “ser y hacer”, requiere de la participación integral del sujeto que lo aborda, ya que esta actividad lúdica guarda conexiones semánticas y dinámicas. Exponiendo su carácter holístico al estar relacionado profundamente con acciones del desarrollo humano como la creatividad, la solución de problemas, el desarrollo de lenguajes, la determinación del rol social, el aprendizaje, la comunicación, entre otras.

Sin embargo, antes de hablar del videojuego como una herramienta de aprendizaje que tiene solidez en el concepto del “juego”, es indispensable que se retome la importancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) como herramientas de enseñanza-aprendizaje, pues de las mismas el videojuego forma parte.

II.3.1 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) como herramienta de aprendizaje

De acuerdo a Alvarado (2014), en la historia de la educación se han vivido diferentes etapas y las cuales se han implementado estrategias, modelos y metodologías distintas, cada una de ellas buscaba responder a las demandas de los contextos vigentes de la época. En la actualidad, vivimos una nueva etapa, donde se han integrado las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) como herramientas de aprendizaje. Molina *et al.* (2015) y Muñoz y González (2015) mencionan que existe un naciente interés didáctico y pedagógico por integrar a las TICs para mejorar los procesos de aprendizaje y comunicación del conocimiento. Afirman que las TICs tienen un enorme potencial para la mejora de la enseñanza, tanto a nivel institucional como curricular y didáctico.

La adopción de las TICs en la educación tiene su origen en el desarrollo del Internet y de la Web 2.0, cuando fueron utilizadas por primera vez por O'Reilly Media durante una conferencia en octubre de 2004. A partir de este hecho en nuestra historia moderna, han surgido nuevas oportunidades para compartir e interactuar con otras personas en ambientes de aprendizaje en línea y mediante aplicaciones propias de la Web 2.0, como lo son los blogs, wikis, videojuegos, vídeos en línea, podcasts, plataformas variadas y recursos educativos abiertos (Molina *et al.*, 2015; Plascencia y Beltrán, 2016; Sánchez *et al.*, 2015). Además, Alvarado (2014) resalta que las TICs también son un fenómeno sumamente importante en la historia, ya que son el resultado de cambios económicos, políticos, culturales y sociales, no solo del rápido avance tecnológico. Molina *et al.* (2015) indican que las TICs claramente han mejorado los procesos de enseñanza-aprendizaje el siglo XXI.

En la opinión de Plascencia y Beltrán (2016):

“Las TICs pueden ser consideradas como herramientas de gestión del conocimiento que mejoran el aprendizaje y lo hacen significativo para los estudiantes, porque facilitan el intercambio de información científica, permiten el acceso a contenidos lingüísticos y culturales diversos y facilitan la colaboración y comunicación sincrónica y asincrónica entre estudiantes y docentes, en ambientes de aprendizaje abundantes en fuentes de información que permiten explorar, observar y analizar multiplicidad de fenómenos y situaciones, aspecto que facilita la construcción de conocimientos a través del estímulo de la comprensión conceptual, la flexibilidad mental, la creatividad y la innovación, y conduce así a los estudiantes a convertirse en constructores de su propio conocimiento.”

A su vez, como plantea Ruiz *et al.* (2014) el uso de las TICs debe ser ampliamente considerado porque demandará en los estudiantes, una búsqueda constante, análisis y comparación de información con sus conocimientos de referencia y la construcción de ideas, con lo que se dará un aprendizaje significativo, para Díaz-Barriga y Hernández (2005) este aprendizaje es aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes, se refiere a relacionar nuevos conceptos o información con lo que el estudiante ya sabe, para lo cual los nuevos conocimientos deben poder relacionarse con las ideas que el estudiante adquirió de manera previa, quien a su vez también debe tener disposición al aprendizaje y hacerse partícipe del proceso, es decir, debe mostrar interés en aprender y una actitud activa frente al proceso de aprendizaje.

No obstante, Tello y Cascales (2015) indican que si bien las TICs están teniendo, un papel importante en el ámbito educativo, su incorporación adecuada y beneficiosa depende no solo de los centros educativos, sino también responde a todo un entramado institucional, donde el docente tendrá un papel principal.

II.3.2 Los videojuegos y su rol en la comunicación del conocimiento

Los videojuegos mezclan la parte lúdica de la enseñanza y las tecnologías. Son una de las herramientas que las TICs ofrecen y que poseen más controversia en su implementación con fines educativos, ya que poseen tanto grupos detractores como gremios de firmes defensores. Entre aquellos que abogan por su utilidad e importancia, señalan el potencial educativo de los videojuegos en torno a dos líneas principales de trabajo: una referente a la motivación para el aprendizaje y otra que va más allá y busca el uso de los videojuegos con fines claramente didácticos y en distintas áreas del conocimiento (Ortega y Pérez, 2011).

Lo que es un hecho frente a detractores y defensores del tema, es que actualmente los videojuegos son utilizados como herramienta de trabajo en el ámbito educativo y en la investigación pedagógica, todo esto con el fin de explorar como este tipo de recurso contribuye al proceso de enseñanza en diversas áreas, sus beneficios, sus limitaciones y características.

En la perspectiva de Soto-Ardila (2015) y Eguía, Contreras-Espinosa y Solano-Albajes (2013), los videojuegos representan un campo extenso de oportunidades como recursos

para la enseñanza de contenidos didácticos mientras que establecen relaciones entre la utilización de éstos y el desarrollo de actitudes, conocimientos y habilidades (Soto-Ardila, Melo, Caballero, y Luengo, 2019). Como expresan Dondi, Edvinsson y Moretti (2004), los videojuegos pueden ser muy útiles para desarrollar habilidades sociales o el aprendizaje motivado, que se ve beneficiado en los alumnos.

Mientras que autores como Brustolin y Malta (2017), resaltan que la atención es uno de los factores que más se ve favorecido de la utilización de los juegos como recurso, proponiendo que debe incrementarse los estudios en los juegos digitales y en la “ludificación” (gamefication en inglés), en una población cada vez más amplia de edad en el alumnado. Y dicho en palabras de Kirriemuir y Mcfarlane, (2004), “*no debemos pasar por alto que la concentración es una de las habilidades que también se ve beneficiada con el uso de videojuegos*”, aunque debe señalarse que esa concentración debe ser dirigida y bien canalizada hacia la actividad que se desea impulsar, así como el pensamiento lógico/crítico, la resolución de problemas y la planificación de estrategias.

Para terminar con este pequeño apartado es indispensable referirse a la clasificación de las distintas áreas de aprendizaje en que los videojuegos son benéficos para la formación integral del alumnado. Esta clasificación es planteada por Eguía, Contreras-Espinosa y Solano-Albajes (2013) y se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Clasificación de los beneficios de los videojuegos en distintas áreas del aprendizaje (Erguía, Contreras-Espinosa y Solano-Albajes, 2013)

Áreas del aprendizaje	Beneficios de los videojuegos
<i>Desarrollo personal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona interés y motivación. • Mantiene la atención y la concentración. • Puede trabajarse como parte de un grupo y se pueden compartir recursos.
<i>Conocimiento y comprensión del mundo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento de sucesos. • Uso y control de software.
<i>Lenguaje y alfabetización.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anima a los alumnos a explicar lo que está pasando en el juego. • Uso del discurso, de la palabra para organizar, secuenciar y clasificar el pensamiento, ideas, sentimientos y eventos.
<i>Desarrollo creativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Respuesta y expresión varias. • Uso de la imaginación a partir del diseño gráfico, la música, y la narrativa de las historias.
<i>Desarrollo físico</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Control de la motricidad a partir del uso del ratón en la navegación y selección de objetos.

En contraparte, al buscar antecedentes de la investigación que se realiza con videojuegos o de manera más general con las TIC sobre enseñanza de temas como la Genética, se encontró claramente con una escasez de contenidos en las bases de datos actuales. El estudio más interesante que se puede resaltar es el de Wilson *et al.* (2018) con su artículo “*Teacher Implementation and the Impact of Game-Based Science Curriculum Materials*”, donde analizan la utilización de “Geniverse” un videojuego desarrollado con una colección de “rompecabezas” de herencia mendeliana a partir de una historia ficticia en la que se trabajará con un criadero/laboratorio de dragones. Experimentando con la herencia de distintas “características dracónicas” (piel metálica, presencia de alas, ausencia de patas...) y, al mismo tiempo, estudias de primera mano las leyes mendelianas. Sin embargo, esta propuesta tiene un par de problemas: como saturación de texto, confusión en terminologías, un único idioma jugable (inglés) y como no se trata de un juego gratuito, no es completamente accesible a los estudiantes. Wilson *et al.* (2018) señalan que los juegos digitales basados en la investigación tienen un gran potencial para ser herramientas efectivas de apoyo al aprendizaje científico de la próxima generación, debido a la motivación que producen en los estudiantes. Sin embargo, concluyen que al igual que con todos los materiales de instrucción, los maestros influyen significativamente en su implementación y contribuyen a su efectividad.

Entre otras herramientas que ofrecen las TICs, se localizó en su mayoría estudios como el de Bauza y Orive (2020), un trabajo que analiza los factores relacionados con la retención de los contenidos de la Genética a partir de la enseñanza a distancia desde un ordenador. Aunque también es alentador encontrar intentos de incluir las TICs en el área médica/biológica como el trabajo de Bolaños, Rejona, Toro, Gámez y Cabalé (2019), el cual aborda el uso de un software educativo de introducción a la Genética médica para estudiantes de enfermería.

Como se ha visto y teniendo en cuenta que la mayoría de los estudios abordados en los videojuegos tienen como eje de importancia o de interés la motivación que causan en los estudiantes y el impacto que generan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se procederá a hablar de ello, en la siguiente sección.

II.3.3 La importancia de la motivación en los videojuegos y en la enseñanza-aprendizaje.

Cómo se señaló anteriormente con autores como Erguía, Contreras-Espinosa, Solano-Albajes (2013) u Ortega y Pérez, (2011), la motivación es uno de los principales beneficios que aporta el uso de los videojuegos en un aula, por no decir el más importante en la opinión de autores como Contreras (2017), dicho autor subraya que en el proceso de enseñanza-aprendizaje la motivación es un eje fundamental para “garantizar” un mejor aprendizaje, en palabras de este autor *“un estudiante bien motivado tendrá mejor rendimiento en las actividades académicas, creará un ambiente de atención y concentración e interés alrededor de un tema en específico”*.

La motivación puede ser identificada como intrínseca o extrínseca: la primera de ellas se caracteriza por ocurrir en el instante en el cual un “sujeto” experimenta satisfacción personal o placer, por ejemplo, al ser consciente de que ha aprendido un nuevo tema, mientras que la segunda, es aquella que mueve al “sujeto” en la búsqueda de una recompensa como consecuencia de realizar una actividad o tarea (Gee, 2003).

Como señalan Lee y Hammer (2011), el desarrollo de motivación a partir del uso de juegos se ha abordado y reconocido de manera extensa por diversos autores desde Piaget (1952), de manera amplia los videojuegos como cualquier otro juego, motivan a los sujetos porque impactan directamente en sus áreas cognitivas, sociales y emocionales, de manera extrínseca y en algunos casos intrínseca (cuando el alumno ya posee una predisposición personal por los mismos).

En el área cognitiva los jugadores deberán dominar una serie de procesos y/o conceptos que les permitan completar una serie de tareas ligadas a los conocimientos que se quieran comunicar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde su naturaleza puede ser tan amplia como el autor del juego quiera adecuar. Esto funciona por medio de ciclos de tareas de corto, mediano y largo plazo (objetivos), que los jugadores intentaran completar. En dicho proceso los jugadores fallarán en diversas ocasiones hasta “adquirir” el nivel suficiente para completar la actividad designada. Cuando un sujeto se ve involucrado en este proceso, el videojuego le señalara las actividades que debe realizar al término de cada ciclo. Esta es la razón por la cual en el inicio de gran número de videojuegos, se establecen objetivos o metas que deben realizarse, mientras se explica su propósito. Adicionalmente

en el área social, los jugadores pueden tener variadas interacciones a partir de un videojuego. Son múltiples los mecanismos que pueden abordarse para esta finalidad, así pues los jugadores se integran a un grupo social donde vivirán las mismas condiciones (reglas, mecánicas de juego y objetivos), pero tendrán experiencias distintas, esto abre el “telón” a la cooperación entre jugadores con la finalidad de ayudarse a completar los desafíos expuestos, al mismo tiempo que compiten contra otros sujetos o equipos, con la meta de obtener un mejor desempeño, provocar una sensación de riesgo, mejorar tiempos de partida o simplemente compartir una interacción social. Se puede agregar en este componente social, que la libertad es otro punto clave en la motivación de los estudiantes cuando se encuentran jugando, permitirles a los jugadores experimentar un cierto grado de libertad para resolver los objetivos planteados en el juego, en función de sus intereses o habilidades propias del jugador o del equipo de juego, también les motiva. Finalmente, un videojuego impacta en el área emocional de un sujeto como consecuencia de trabajar primordialmente con las percepciones del éxito y el fracaso. De la misma forma, un videojuego provee emociones positivas en los sujetos cuando logran superar problemas y dificultades. Los juegos incrementan el “sentimiento de ser triunfadores”, con los sistemas de recompensa que nos ofrecen: un reconocimiento a partir de medallas, trofeos, diplomas o finales de un juego. En cambio, cuando un jugador “falla” puede experimentar cierta inconformidad, ansiedad o frustración, es por este motivo que al desarrollar un videojuego el “desarrollador” debe ser cuidadoso con la implementación de problemas y procesos, esto con la propósito de evitar en los jugadores cualquier incomodidad y hacer que el juego sea compatible con el nivel de habilidad de la población objetivo. Si se conserva una dificultad adecuada en un juego, se puede conducir a los jugadores a experiencias positivas que les motiven a continuar con las actividades (Gee, 2003; Lee y Hammer, 2011; Contreras, 2017).

Dados los puntos expuestos sobre como la motivación puede ser fomentada cuando un videojuego está adecuadamente diseñado, es transcendental cuidar el adecuado planteamiento, desarrollo y manejo del videojuego en la enseñanza-aprendizaje de los temas que se abordaran y el nivel de los objetivos que se quieran alcanzar con ellos, por consiguiente se procederá a hablar de la aplicación didáctica de los videojuegos y sus implicaciones.

II.3.3 Aplicación didáctica de los videojuegos

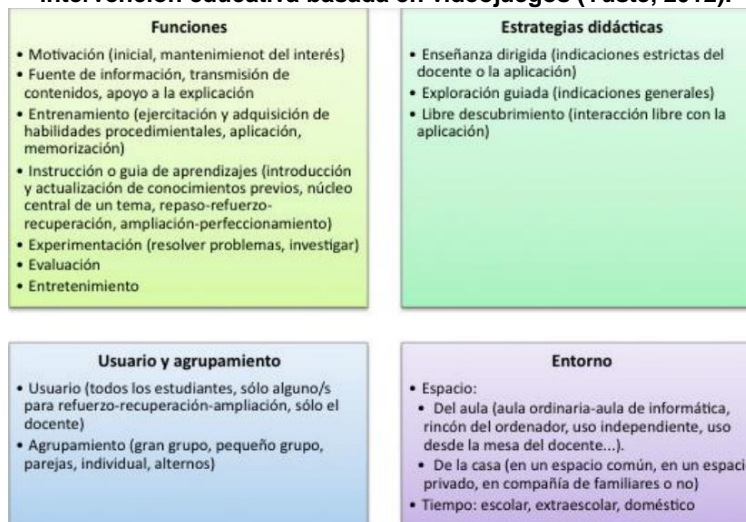
La integración curricular de los videojuegos implica una modificación estructural que afecta aspectos importantes como: la identificación clara de los objetivos (explícitos o implícitos), competencias que se puedan desarrollar, los contenidos a tratar (en mayor o menor profundidad), las estrategias metodológicas que se deben arbitrar para su uso, los criterios de evaluación que se implementaran, etc., de ahí lo importante de las características del alumnado y el contexto, ya que a partir de las mismas se harán los ajustes correspondientes para su implementación (Del Moral, Esnaola, Villalustre y Yuste, 2015).

En este mismo camino, autores como Marqués (2001) resaltan lo importante de analizar dos premisas fundamentales en el momento cúlpe del diseño de cualquier intervención educativa apoyada en TICs: 1. Seleccionar los recursos a utilizar, siempre priorizando y buscando la máxima eficacia didáctica. 2. Reflexionar sobre cada uno de los elementos inherentes de la misma, en pro de garantizar una coherencia armónica del contenido.

El contenido será fundamental en la estructuración del videojuego, pero es importante destacar y reflexionar, que la toma de decisiones del docente orientará el proceso educativo, y no el recurso por sí solo, pues su papel debe contribuir a brindar a los videojuegos propiedades didácticas y de la significación pedagógica de la que carecen en su contexto natural de principalmente ocio. Es esencial clasificar a priori los videojuegos en función de su potencial educativo, todo con el fin de garantizar la idoneidad y eficacia de sus posibilidades didácticas, atendiendo a variables como las características del alumnado, contexto socio educativo, relación con los objetivos, contenidos que pretenden abordarse, etc. No debe de olvidarse de igual manera, analizar la rentabilidad del esfuerzo que ha de realizar cada docente para conseguir integrar un videojuego como una actividad curricular, y si de esta manera, se propiciará la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje (Del Moral, Esnaola, Villalustre y Yuste, 2015).

Es substancial realizar una reflexión sobre las funciones, estrategias didácticas, entorno, usuario y agrupamiento que los videojuegos deben desempeñar en la planificación didáctica, su papel principal (Marqués, 2001). A continuación, se señalan en la imagen 1, algunas funciones destacables que, a modo de orientación pedagógica, debe contemplar el docente al proponer la utilización de un videojuego dentro de sus clases (Yuste, 2012):

Imagen 1. Funciones, estrategias didácticas, entorno, usuario y agrupamiento para el diseño de una intervención educativa basada en videojuegos (Yuste, 2012).



Como expresa Del Moral, Esnaola, Villalustre y Yuste (2015), no podemos desaprovechar la oportunidad educativa que los videojuegos presentan para diseñar procesos de colaboración docente-discente, así como entre estudiantes y con otros agentes, esto los convierte en plataformas apropiadas para el aprendizaje. A su vez, Del Moral, Esnaola, Villalustre y Yuste (2015) también plantean que es necesario considerar que el uso de videojuegos en el ámbito educativo permite desarrollar una serie de estrategias y habilidades, como las que se mencionan a continuación:

Significatividad: A través de los videojuegos los alumnos pueden desarrollar altas cotas de significatividad, al encontrarse en consonancia cercana con los propios intereses de los usuarios escolares, lo cual los muestra como una herramienta didáctica potencial.

Interactividad: Durante su utilización y desarrollo, los videojuegos ofrecen gran interactividad con el alumnado, ya que les permiten integrarse y comprometerse con el imaginario desarrollado a partir de las historias y acciones que en ellos se exponen.

Capacidad de individualización: Este punto entendido como la posibilidad de ejercitar habilidades individuales y personales, y en algunos casos la constatación de la existencia de algún tipo de seguimiento a los progresos de los discentes por parte del docente.

Posibilidad de autorregular: Este apartado para los docentes es de gran ayuda, ya que se tendrá la posibilidad de autorregular los diferentes procesos y estrategias que se incluyan en el videojuego.

En este contexto, después de analizar las premisas anteriormente descritas por diferentes autores, es claro y necesario aumentar la exploración del uso de videojuegos en la docencia en general, sobre todo en la parte menos explorada y con problemas de interés, como lo son las áreas biológicas de la educación media superior, bajo esta vertiente en este trabajo de tesis se analizará el papel de los videojuegos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la herencia mendeliana en estudiantes de educación media superior, a partir del desarrollo y aplicación de un videojuego tipo RPG.

Como se mencionó anteriormente, no solo el videojuego será parte de la estrategia didáctica para la enseñanza de la herencia mendeliana, este será complementado con dos recursos didácticos que tienen de propósito la integración y sinergia de toda la estrategia, estos recursos son el cartel y el mapa mental, de los cuales se hablará a continuación.

II.4 El cartel

Para Díaz y Muñoz (2013) los carteles son materiales gráficos que constituyen un sistema de comunicación impreso, cuya finalidad es transmitir una idea a “primera vista”. Es una herramienta que permite mostrar la información más importante de un tema (conceptos clave) el cual representa un esquema visualmente atractivo de los contenidos. Bernal (2010) menciona que la acción de realizar un cartel, es un proceso complejo que implica organizar, sintetizar, analizar y presentar de forma concisa y amena esta información, en consecuencia, se vuelve más comprensible para la persona que lo ve. De la misma forma Bernal (2010) refiere que existen ventajas significativas en el uso de esta herramienta, destaca que estructura y facilita el estudio de los temas, permitiendo ordenar ideas, apoya en el reforzamiento de los conceptos más importantes y consolida conocimientos adquiridos antes y durante su elaboración. Asimismo, sirve para evaluar y recordar los contenidos donde existe una diversidad de métodos para su desarrollo, ya que cada alumno trabaja en función de sus habilidades y recursos. También, es una herramienta ideal para propiciar la participación de los estudiantes, tanto en el apartado metodológico (libertad de diseño), en la exposición de sus trabajos, como también en el trabajo grupal y la cooperación con la competición positiva. Por último, no puede dejarse de lado que es un recurso barato y de fácil elaboración, permite desarrollar la creatividad a través de distintas técnicas plásticas, materiales o digitales.

II.5 El mapa mental

Tal como señala Roig y Araya (2013) el mapa mental es un recurso y una estrategia didáctica que cataliza el aprendizaje de conceptos, los cuales serán asociados y conectados con otras ideas/conceptos, favoreciendo una reflexión y análisis de la información presentada. Para Daladiere (2004) el mapa mental debe ser entendido como una representación jerárquica temporal y arbitraria de vínculos entre diferentes datos; normalmente se sigue una estructura tipo arbórea, que tiene por objetivo estructurar y hacer emerger información. De esta manera, también es importante señalar que los mapas mentales representan la “forma natural” en la cual el cerebro funciona con relación a sus dos hemisferios. Al respecto, Buzan (1994) explica que los procesos mentales que el cerebro elabora son de naturaleza esquemática y qué, por tanto, es importante considerar que cada individuo actúa de acuerdo con modelos y criterios de pensamiento.

El mapa mental es una estrategia que permite el reequilibrio de las funciones de los hemisferios cerebrales, el derecho, comúnmente relacionado con la imaginación, la creatividad, la visión general de las cosas, y el hemisferio izquierdo que considera el lenguaje, el orden, lo racional y la lógica. Particularmente con esta estrategia ambos hemisferios se activan para generar una serie de vínculos, asociaciones y conexiones de la información que se procesa, que tiende a reflejar las estructuras neuronales del cerebro.

Carrasco (2004) señala las características específicas que un mapa mental debe poseer para cumplir exitosamente su función de estrategia y recurso, las cuales se citarán a continuación:

- **Compromiso personal:** *Hay que tomar decisiones sobre la información relevante, la reducción de las palabras y la organización.*
- **Aprendizaje multicanal:** *Mediante la utilización de forma, dibujos, colores, escritura, sonido, etc., interviene el mayor número de sentidos posibles.*
- **Organización:** *Se organiza la información en una representación gráfica en la que se ve claramente la estructura, la secuenciación de ideas (centrales y secundarias) y las relaciones de unas ideas con otras.*
- **Asociación:** *Se agrupan las ideas de acuerdo con el funcionamiento del cerebro (no lineal).*

- **Palabras claves o nodos:** Se seleccionan las palabras, frases e ideas que sean significativas y eficaces.
- **Imágenes visuales:** Facilitan y estimulan la retención y evocación de lo aprendido.
- **Trabajo total del cerebro:** Los dos hemisferios, el izquierdo (verbal y analítico) y el derecho (espacial, visual y artístico) trabajan por igual.

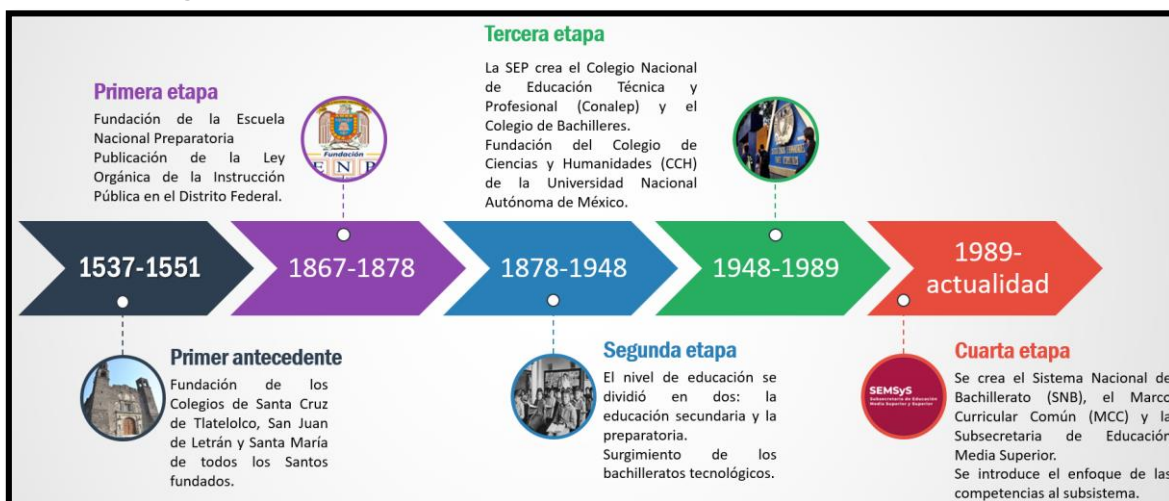
Por estos principios expuestos, el cartel y el mapa mental son herramientas sumamente valiosas que se decidió utilizar en la estrategia didáctica.

III. Marco contextual

III.1 Caracterización de la Educación Media Superior en México

Como menciona Valles (2020), a diferencia de la educación básica el bachillerato mexicano posee un pasado desperdigado con diversas etapas y eventos difíciles de definir. A continuación (Imagen 2) se representa de manera gráfica en una línea del tiempo los principales antecedentes según Villa (2010), Plá (2017) y Valles (2020), de lo que hoy se conoce como educación media superior en México.

Imagen 2. Principales antecedentes de la educación media superior en México.



Claramente la construcción y constitución de la Educación Media Superior en México ha tenido varias vertientes, algo fácilmente justificable si se analiza toda la diversidad de

opciones educativas que actualmente existen. Podemos encontrar que, en el país, cada institución educativa ha consolidado su propia identidad e historia que integran actualmente el sistema de Educación Media Superior. Puesto que en este trabajo se abordó la importancia de los videojuegos en la enseñanza-aprendizaje de la herencia mendeliana para estudiantes de educación media superior, pertenecientes a un grupo de alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), se profundizará un poco más en la historia, filosofía, identidad, misión y modelo educativo de esta institución.

III.2 Colegio de Ciencias y Humanidades

Dentro de la construcción en México de la Educación Media Superior, se resaltarán la importancia de la tercera etapa (Imagen 2) en donde la masificación del sistema educativo obligó a la creación de nuevos sistemas e instituciones educativas, entre ellas el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se convertiría en parte de los proyectos más ambiciosos en la materia de aquella época. Con un enfoque claramente nuevo, el planteamiento del CCH además de exponer al bachillerato como una opción más para la formación integral del estudiante; apostaba a hacerlo a través del trabajo interdisciplinario y la cooperación interescolar, a partir de la incorporación de docentes de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y estudiantes-docentes provenientes de las diversas disciplinas de las facultades de Ciencias, Filosofía, Química y Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad (Gaceta UNAM, 1971).

El CCH se fundó el 26 de enero de 1971, durante el rectorado de Pablo González Casanova, quien lo consideró como: la creación de un motor permanente de innovación de la enseñanza universitaria y nacional, *“el cual deberá ser complementado con esfuerzos sistemáticos que mejoren a lo largo de todo el proceso educativo, los sistemas de evaluación de lo que enseñamos y de lo que aprenden los estudiantes”* (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2018); bajo una concepción de educación, cultura, enfoques disciplinarios y pedagógicos que siguen vigentes. En su plan de estudios se especifica que la misión del CCH será que sus estudiantes puedan ser, al egresar: individuos actores de su propia información, de cultura de su entorno, capacitados para poder obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnológicos para resolver problemas. Qué a su vez, sean poseedores de conocimientos sistemáticos en las principales áreas del saber (ciencias y humanidades), de una conciencia de cómo aprender, de las relaciones

interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, de una capacitación general para aplicar sus conocimientos, formas de pensar y actuar en la solución de problemas prácticos (García, 2018).

En la actualidad, el CCH está formado por una Dirección General, dirigida por un director general y nueve secretarías que apoyan la actividad académica-administrativa. Cinco planteles, cuatro en la zona metropolitana y uno en el Estado de México (Naucalpan). Cada uno dirigido por un director y secretarías de apoyo académico y administrativo, donde se imparten clases en dos turnos, el turno matutino y vespertino. Según la Dirección General de Administración Escolar, UNAM (2021), en su informe estadístico de 2020-21, el CCH atiende a una población estudiantil de más de 57 mil alumnos, con una planta docente superior a 3 mil 600 profesores. A continuación, se muestra en la Tabla 2, el resumen de la población estudiantil del CCH, dividida por plantel académico, señalando si son estudiantes de primer ingreso o de reingreso, además de proporcionar la información referente al sexo de los alumnos.

Tabla 2. Composición de la población escolar de los planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades. (Dirección General de Administración Escolar UNAM, 2020)

Subsistema / Plantel	Primer ingreso			Reingreso			Población total
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES	9,149	9,541	18,690	19,207	19,459	38,686	57,379
Plantel Azcapotzalco	1,742	1,822	3,564	3,825	3,876	7,701	11,265
Plantel Naucalpan	1,776	1,912	3,688	3,577	3,894	7,471	11,159
Plantel Oriente	1,918	1,887	3,805	4,083	3,845	7,928	11,733
Plantel Sur	1,813	1,851	3,664	3,958	3,942	7,900	11,564
Plantel Vallejo	1,900	2,069	3,969	3,764	3,922	7,686	11,655

En cuanto a la filosofía del CCH, García (2018) señala, que la misma está sustentada en el desarrollo del alumno crítico que aprenda a aprender, a hacer y a ser, el CCH acogió los principios de una educación que considera al estudiante como un ente capaz de adoptar por sí mismo el conocimiento y sus implicaciones. Por lo que, el trabajo del docente en la institución consistirá en dar al alumno los instrumentos metodológicos necesarios para poseer los principios de la cultura científica-humanística. Citando al Colegio de Ciencias Humanidades (2018), el profesor no solo será transmisor de conocimientos, sino un compañero responsable del alumno al que propone experiencias de aprendizaje, las cuales

le permitan obtener nuevos conocimientos y tomar conciencia de cómo proceder para que de manera autónoma mediante la información, reflexión rigurosa y sistemática lo logre.

El CCH busca construir, enseñar y difundir el conocimiento, a favor de ayudar en la formación que requiere el alumno, las orientaciones del quehacer educativo del Colegio de Ciencias Humanidades se sintetizan en:

- ☑ *Aprender a aprender.* El alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por propia cuenta, es decir, se apropiará de una autonomía congruente a su edad.
- ☑ *Aprender a hacer.* El alumno desarrollará habilidades que le permitirán poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio. Supone conocimientos, elementos de métodos diversos, enfoques de enseñanza y procedimientos de trabajo en clase.
- ☑ *Aprender a ser.* El alumno desarrollará, además de los conocimientos científicos e intelectuales, valores humanos, cívicos y particularmente éticos.

III.2.1 Modelo educativo

El Colegio de Ciencias y Humanidades (2018) menciona en su página web que una de las características de la institución, que le da identidad, lo hace innovador y de las instituciones de bachillerato más adecuadas pedagógicamente en toda América Latina, es su construcción cimentada en la cultura básica, la formación propedéutica (esto es, preparará al estudiante para ingresar a la licenciatura con los conocimientos necesarios para su vida profesional) y su orientación en la formación intelectual ética y social de los estudiantes, considerados sujetos de la cultura y de su propia educación. Por lo que la enseñanza dirigida al estudiante en la institución, le fomentará actitudes y habilidades necesarias para que, por sí mismo, adopte los conocimientos racionalmente fundados, asuma valores y opciones personales.

Debido a que el conocimiento científico y tecnológico se desarrolla vertiginosamente, el CCH en respuesta actualiza constantemente los contenidos de sus programas de estudio, de acorde a los requerimientos del siglo XXI.

En la integración y formación de los alumnos, el Colegio no deja fuera los medios computacionales, existe una preocupación genuina porque los alumnos puedan apropiarse de estos conocimientos, por lo que se les enseña lenguajes utilizados para su producción

y la transición de la información y el conocimiento, como la forma de entenderlos, aplicarlos y hacer uso responsable de dicha información.

La lectura de textos también tiene un lugar primordial en el CCH, el cual realiza una extensa selección y organización de textos de diversas áreas, los cuales son de basto provecho para el aprendizaje de los alumnos. Continuando con las habilidades aunadas a leer, está la de producir textos, en este aspecto, los alumnos podrán atribuir jerarquías a los significados, nombrar sentidos, sintetizar, formular en palabras propias lo comprendido con propósitos y procedimientos nuevos, así como dialogar sobre los temas, en oposición o concordancia con los textos leídos.

En cuanto a la enseñanza de lenguas extranjeras, la institución se preocupa por que la totalidad del alumnado se inicie en los idiomas inglés y francés, las lenguas que predominan en los intercambios de todo género y en la comunicación a través de las redes mundiales.

También se hace un énfasis constante en reforzar el valor de la cultura de la institución, procurando que, aunque el estudiante se vea inmerso en el mundo de otras ideas, no olvide o distorsione los valores característicos del CCH; representaciones sociales, procesos históricos y lenguaje entre otros aspectos más, de modo que reafirme sus estatutos mediante la confrontación de ideas provenientes de otras culturas y entornos.

Así como de igual forma, la investigación formará parte de un componente vital en la enseñanza-aprendizaje de los alumnos en las vastas áreas disciplinares a las que tendrán acceso. Por esta razón existen materias encargadas de su enseñanza, con esto los alumnos sabrán encontrar el significado de ciertos términos y su función en un determinado campo de conocimiento, las fuentes y los sitios adecuados para resolver dudas.

Actitudes y valores como la postura de la investigación, el aprecio por el rigor intelectual, la exigencia, la crítica y el trabajo sistemático, así como las dimensiones éticas derivadas de la propia adquisición del saber, no están fuera del modelo educativo, al contrario, constituyen una vértebra fundamental que le permitirá tener posiciones éticas humanas más adecuadas para nuestra sociedad.

III.2.2 Contexto social, económico y cultural del CCH y su población estudiantil

Desde su creación en 1971, el Colegio de Ciencias y Humanidades constantemente ha realizado esfuerzos por adecuarse a los cambios sociales, culturales, políticos y

económicos de México y del mundo, prueba de esto, son las transformaciones en su concepto de educación, los enfoques disciplinarios y pedagógicos encaminados siempre a cumplir con los valores y principios básicos en los que se cimentó desde su origen. En el cumplimiento de estos objetivos, es necesario identificar y atacar las diversas problemáticas internas y externas que han enfrentado la institución en general, así como en cada plantel en particular. Dentro de estos nuevos retos, las instituciones de la educación media superior se enfrentaron y continúan luchando contra los problemas/secuelas ocasionadas por la pandemia del virus SARS-CoV-2, donde la visión de una transformación necesaria y urgente puso nuevos desafíos sobre la mesa, tanto para docentes como para los alumnos que se vieron orillados a recurrir a una adecuación rápida en sus competencias tecnológicas, además que en dicho proceso muchos de los implicados fueron excluidos por falta de recursos tecnológicos.

No es un escenario sencillo de enfrentar para la institución, considerando que en promedio según la Dirección General de Administración Escolar, UNAM (2021), el CCH recibe un total de 18 mil estudiantes provenientes su mayoría del Estado de México y la Ciudad de México durante cada año escolar, lo que hace evidente la necesidad de evaluar y analizar sistemáticamente las funciones de los agentes que lo conforman, conocer las problemáticas permite la planeación de acciones para abordar las dificultades presentes y futuras.

Valles (2020), comenta que el Colegio de Ciencias y Humanidades en general se enfrenta a condiciones que en término de “espejo”, reflejan el actual escenario de lo que se acontece en el país; la pandemia por COVID-19, la inseguridad, la violencia, el narcotráfico, incremento en el consumo de sustancias psicoactivas ilegales, la desigualdad económica, la pobreza, la brecha de género, el rezago educativo, inaccesibilidad de la educación, etc., son retos que se reproducen y repercuten al interior del colegio, ante los cuales, se lucha constantemente. La importancia del adecuado reconocimiento de las problemáticas radica en su potencial condicionamiento del buen desempeño y éxito escolar de los estudiantes. A la par, de que es necesario tener en cuenta que claramente existen en muchos de los casos, una clara correlación entre estos factores y el “éxito” escolar. Si bien la violencia y la inseguridad son comunes en todos los planteles del CCH, estos fenómenos son más frecuentes en los planteles que se encuentran en las zonas geográficas más marginadas, las cuales se caracterizan por tener un nivel socioeconómico bajo y registrar actividad de venta y consumo de drogas. La probabilidad de que pueda existir alguna relación entre estudiantes y el contexto de los planteles, aumenta considerablemente, acrecentando el

riesgo de que los estudiantes se sumerjan en condiciones poco favorables para su permanencia y futuro egreso del bachillerato.

Sin embargo, la pandemia por COVID-19 sin lugar a duda, ha sido el principal factor que ha impactado, estimulado y presionado el sistema educativo del CCH durante los años 2020, 2021 y 2022. En palabras de Ibarra (2020), la pandemia permitió el desarrollo acelerado de la educación online, abriendo el camino para una excelente oportunidad de integrarnos a la era digital; con una transición de clases presenciales a educación en línea, que ha generado foros, aulas, cursos, planteamientos, investigaciones y tareas, entre otros; si bien es cierto que la enseñanza y aprendizaje en esta nueva modalidad no representan un cambio de escuela, si son un cambio de forma, de referencia y mentalidad, y todo esto, desde luego, representa una gran oportunidad de transformación de las clases tal cual las conocíamos antes de la pandemia. La capacidad de adecuación de estudiantes y profesores al respecto, es simplemente impresionante, sin embargo Ibarra (2020) recalca que debemos estar atentos, que este hecho no nos exenta de otra problemática igual de importante y preocupante, la brecha social que se ha establecido y sesga los requerimientos y criterios para poder acceder a la educación online, desde los desafíos tecnológicos (equipos de cómputo y conectividad) y digitales, hasta aspectos culturales, falta de metodología, estrategias didácticas y un protocolo de emergencias que asegure el eficaz proceso de enseñanza-aprendizaje en las aulas virtuales.

En la Universidad Nacional Autónoma de México los esfuerzos realizados permitieron en gran medida atender de manera inmediata la enseñanza a distancia de sus estudiantes a través de diversas plataformas. El reto que se enfrentó fue muy grande, ya que las condiciones a las cuales tenían acceso los docentes, trabajadores y estudiantes fueron diversas, podemos decir que jamás se había enfocado tanto en el mundo virtual-académico. Los docentes, alumnos, técnicos y todos los colaboradores de la institución educativa, enfrentaron este enorme reto, que con dificultades se logró superar, permitiendo concluir semestres, años escolares y que nos han previsto de todo un abanico de herramientas, recursos y medios que probablemente perdurarán en las aulas, que en vista del cambio, serán una mezcla e híbrido entre el modelo digital y el presencial.

Sin embargo, aunque el panorama futuro pareciera ser “exitoso” con la incorporación de estos nuevos recursos tecnológicos a las aulas, Villalba (2020) menciona que debemos ser cautelosos, ya que este nuevo mundo también tiene sus monstruos digitales. Este autor señala que si bien la pandemia brindó una oportunidad de romper con nuestras cadenas y

ser libres del sistema, debemos tomar nota de que aunque estamos en una época de gran acceso a la información, también es un tiempo donde menos informados estamos como docentes o alumnos, donde más “ciegos” hay en la educación.

En cuanto a la regularidad del desempeño académico del estudiante de CCH, Muñoz y Ávila (2012) explican en el reporte sobre la trayectoria escolar de las generaciones 2006 a 2012, que al finalizar el primer semestre más de la mitad de la población de CCH no adeuda materias, pero a partir de este punto conforme se va avanzando en el ciclo hay un aumento de adeudos y que de manera significativa para el último semestre se restablecen los niveles observados al inicio. El análisis de esta tendencia permitió establecer e implementar programas de tutorías y apoyos para mejorar la eficiencia terminal.

En el ámbito socioeconómico de acuerdo con Muñoz y Ávila (2012) en los datos sobre ingreso, tránsito y egreso de las generaciones 2006 a 2012, se ve marcada una tendencia a la disminución de los estudiantes que trabajan. En cuanto al ingreso económico familiar se observó una aportación conjunta de ambos padres (pero en su mayoría sin superar los seis salarios mínimos), así como un deterioro económico progresivo, relacionado con el deterioro general del país en el mismo ámbito. Sin embargo, este informe también muestra un incremento en la adquisición de bienes como la tecnología celular y las computadoras portátiles. En la configuración familiar, en este informe se registraron variaciones sobre el estado civil de los estudiantes, esto es, solo el 2% cuenta con un estado civil distinto al de “soltero”, además de una disminución en el número de miembros familiares, principalmente de hermanos en concordancia con la tendencia de disminución demográfica del país. En la estadística de los padres, se encontró un incremento en el nivel de estudios de la madre, aunque inferior en comparación con el padre. Se identifica de igual manera una tendencia a las aspiraciones educativas de los estudiantes, los cuales manifiestan querer terminar el bachillerato y continuar con sus estudios superiores. En el ámbito académico, se identificaron hábitos de estudio, en su mayoría fueron el trabajo individual (en el hogar) y recurriendo principalmente las fuentes de información digitales a través de internet. En cuanto a las escuelas de procedencia, el 80 % de la población del CCH procedió de escuelas secundarias públicas que concluyeron sus estudios en tres años, no han tenido experiencia reprobando materias y consideran que su educación secundaria fue satisfactoria.

Para los datos obtenidos en el Examen Médico Automatizado (EMA), Valles (2020) comenta que los registros muestran que alrededor de un 15% de los estudiantes que ingresan al

bachillerato en la UNAM ya han fumado marihuana, probado alguna otra sustancia psicoactiva y consumen tres o más cigarrillos al día. Datos que la universidad utiliza para identificar estilos de vida riesgosos entre los alumnos y la planeación de programas de prevención y atención de adicciones.

Si bien estas estadísticas pueden dar una idea del comportamiento académico, de consumo, de salud y formación familiar de los alumnos los últimos años, los datos que se puedan recopilar/analizar durante el antes y el después de la pandemia probablemente se modifiquen en varios aspectos, como el número de alumnos que tengan aparatos electrónicos relacionados al estudio o la deserción que ocurrió con parte de la población estudiantil al no tener acceso a dichas herramientas digitales. En esta vertiente, algunos datos estadísticos del contexto académico, político, salud, social, económico y cultural de los estudiantes no se verán gravemente modificados por la pandemia, sin embargo, se reitera que hay muchos que tendrán un cambio considerable, que exhortan a investigar al respecto las repercusiones que han sucedido a partir de dicho fenómeno.

IV. Estrategia metodológica

A continuación, se plantea y profundiza en la propuesta metodológica que se utilizó en este trabajo, su planeación, así como la descripción y ubicación de la población involucrada en la estrategia didáctica, delimitación de las formas de evaluación y herramientas utilizadas.

Se partirá mostrando un cronograma diseñado para ofrecer un resumen de las secuencias que integran la estrategia didáctica (Tabla 3), así como las fechas que se establecieron para desarrollar las diversas actividades planteadas en tres secuencias didácticas divididas en el mismo número de sesiones, se señala las especificaciones de las instituciones educativas en la que se aplicó la estrategia didáctica, para posteriormente brindar una descripción de la población estudiantil con la cual se trabajó (dos grupos del Colegio de Ciencias y Humanidades, uno del plantel Oriente y otro del plantel Vallejo), continuando con el desarrollo de cada secuencia didáctica, así como sus formas de evaluación. Si se desea profundizar más especificaciones sobre la estrategia didáctica y su implementación, en el Anexo 3 se pueden consultar las planeaciones didácticas que se utilizaron durante la intervención.

Tabla 3. Resumen de la planeación didáctica para la aplicación de la estrategia didáctica propuesta.

Fecha de aplicación Grupo 1 Oriente	19/10/2021	Fecha de aplicación	21/10/2021	Fecha de aplicación	26/10/2021
Fecha de aplicación Grupo 2 Vallejo	10/11//2021	Fecha de aplicación	17/11/2021	Fecha de aplicación	22/11/2021
Descripción	Sesión 1 Clase expositiva y mapas mentales (100 minutos)	Descripción	Sesión 2 Videojuego Mendelian (100 minutos)	Descripción	Sesión 3 Exposición de carteles (100 minutos)
Inicio (20 min)	Presentación de la profesora. Aplicación del pretest Explicación de los objetivos de la clase, evaluación y manera de trabajar.	Inicio (10 min)	Recapitulación de la sesión 1 por parte de los estudiantes y sus mapas mentales. Respuesta de dudas y retroalimentación.	Inicio (10 min)	Recapitulación de la sesión 2 por parte de la profesora. Respuesta de dudas y retroalimentación a los estudiantes.
Desarrollo (65 min)	Clase expositiva sobre el tema de la herencia mendeliana con ayuda de diapositivas (Anexo 11).	Desarrollo (80 min)	Actividad: Videojuego "Mendelian" y resolución de la guía de juego.	Desarrollo (60 min)	Actividad: Exposición de los alumnos y sus carteles. Sesión de preguntas y retroalimentación. Autoevaluación de los carteles por parte de los alumnos.
Cierre (15 min)	Recapitulación de lo visto en clase. Tiempo para responder dudas y retroalimentación. Explicación de la tarea: elaboración de mapas mentales y descargar el videojuego <i>Mendelian</i> (Anexo 12).	Cierre (10 min)	Recapitulación de lo visto en clase y retroalimentación. Tiempo para respuestas de dudas. Explicación de la tarea (Carteles).	Cierre (30 min)	Postest. Despedida.
Evaluación e instrumentos de evaluación.	Evaluación diagnóstica: Pretest. Evaluación sumativa: Elaboración de mapas mentales y rúbrica para su evaluación. Evaluación formativa: A partir de la observación de los estudiantes durante su desempeño en la clase y retroalimentación.	Evaluación e instrumentos de evaluación	Evaluación sumativa y formativa: Se observará la resolución en equipo del videojuego (5 personas) y la guía de juego (formato cuestionario) (Anexo 8).	Evaluación e instrumentos de evaluación	Evaluación sumativa: Se utilizará una rúbrica para evaluar los carteles de los estudiantes y se les pedirá realizar una autoevaluación de los mismos. Evaluación formativa: A partir de la observación de los estudiantes durante su desempeño en la clase, participaciones y retroalimentación.
Recursos y materiales	Computadora. Diapositivas Plataforma Zoom. Google Classroom. Programas diversos para la elaboración de mapas mentales. Pretest.	Recursos y materiales	Computadoras. Plataforma Zoom. Videojuego <i>Mendelian</i> elaborado en RPG Maker XP®. Google Classroom.	Recursos y materiales	Carteles de los estudiantes. Computadora. Google Classroom. Plataforma Zoom. Postest.

IV.1 Descripción y contexto de la población estudiantil en el Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Vallejo y Oriente.

La población que participó en este trabajo se trató como un único grupo de 39 estudiantes, aunque está conformada por dos grupos de estudiantes pertenecientes al Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente (grupo 1) y plantel Vallejo (grupo 2), por lo cual en la Tabla 4 se procederá a describir puntualmente sus características así como su contexto, el cual al ser tan similar en los grupos permitió tomar la decisión de trabajar con ellos como un único grupo.

Tabla 4. Datos institucionales de los grupos del CCH trabajados en la intervención.

	Grupo 1. CCH plantel Oriente		Grupo 2. CCH plantel Vallejo	
Nombre del centro escolar	Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente, de la Universidad Nacional Autónoma de México.		Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo, de la Universidad Nacional Autónoma de México.	
Modalidad	Presencial/Virtual		Presencial/Virtual	
Profesora durante la intervención	Carla López Silva			
Número institucional	Grupo 754		Grupo 373	
Turno	Vespertino		Matutino	
Número de estudiantes	21		18	
Programa institucional	Biología I			
Aprendizaje	Herencia Mendeliana (La aportación de Mendel, Leyes de Mendel y los Cuadros de Punnett)			
Propósitos de aprendizaje	Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.			
Sesión 1	Fecha/Duración	Horario	Fecha/Duración	Horario
	19/10/2021 ; 100 min	7:00 pm a 9:00 pm	10/11/2021 ; 100 min	7:00 am a 9:00 am
Sesión 2	Fecha/Duración	Horario	Fecha/Duración	Horario
	21/10/2021 ; 100 min	7:00 pm a 9:00 pm	17/11/2021 ; 100 min	7:00 am a 9:00 am
Sesión 3	Fecha/Duración	Horario	Fecha/Duración	Horario
	26/10/2021 ; 100 min	7:00 pm a 9:00 pm	22/11//2021 ; 100 min	7:00 am a 9:00 am
Contexto del grupo	Debe puntualizarse que a si bien los estudiantes estén inscritos en modalidad presencial, debido a las medidas tomadas por los planteles para combatir la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2, todas las sesiones que se realizaron fueron virtuales, por esta razón se procedió a analizar a los dos grupos como uno solo, un grupo de 39 estudiantes, ya que si bien estaban inscritos en diferentes CCHs, el contexto virtual en el que se encontraban inmersos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje en la intervención, fue similar. Estudiantes que “tomaban” sus clases desde sus hogares, a partir de la utilización de dispositivos electrónicos (computadoras, tabletas, celulares, etc.) y una conexión a internet.			
Número total de estudiantes	39			
Edades presentadas en la población	15, 16, 17, 18 y 21			
Edad promedio	16.6 años			

IV.2 Desarrollo de las secuencias didácticas en la estrategia didáctica

En una investigación educativa basada en la aplicación de una estrategia didáctica, es importante señalar metodológicamente la organización y aplicación de las actividades y recursos usados en el aula para lograr los aprendizajes previstos. Se señala que se grabó a los estudiantes en todas las sesiones de la estrategia didáctica, una semana antes de iniciar la estrategia por medio de Google Classroom se les envió a los alumnos un consentimiento informado de dicha actividad (Anexo 6), los cuales leyeron y firmaron, subiéndolas de nueva cuenta a la plataforma. A continuación, en la Imagen 3 se expone de manera general la estructura metodológica que se desarrolló en el aula para la estrategia didáctica y las 3 secuencias didácticas, las cuales se aplicaron en el mismo número de sesiones, para más detalles sobre las mismas puede consultarse el “Anexo 3. Planeaciones” o el “Anexo 13. Aplicación detallada de las secuencias didácticas de la estrategia didáctica”, donde se describe exhaustivamente la planeación de la estrategia y su aplicación en el aula.

Imagen 3. Resumen de la aplicación de la estrategia didáctica propuesta.

Estrategia didáctica

1ra sesión. Clase expositiva

- **INICIO** (10 min)
- Presentación de la profesora
- Aplicación de un pretest
- Objetivos de la clase
- **DESARROLLO** (65 min)
- Clase expositiva sobre el tema de Herencia Mendeliana
- **CIERRE** (15 min)
- Recapitulación de lo visto en clase
- Tiempo para responder dudas
- Explicación de la tarea (elaboración de mapas mentales) y instalación del juego.

Materiales y recursos

- Google Classroom.
- Programas diversos para la elaboración de mapas mentales.
- Pretest.
- Computadora.
- Diapositivas.
- Plataforma Zoom.

Evaluación

Evaluación diagnóstica: Pretest.

Evaluación sumativa: Elaboración de mapas mentales y rúbrica para su evaluación.

Evaluación formativa: A partir de la observación de los estudiantes durante su desempeño en la clase y retroalimentación.

2da sesión. Videojuego MENDELIAN

- **INICIO** (10 min)
- Recapitulación de la sesión 1 por parte de los alumnos y tareas
- Respuesta de dudas
- **DESARROLLO** (80 min)
- Actividad: Uso del Videojuego “Mendelian” y resolución de la guía de juego
- **CIERRE** (10 min)
- Discusión de la guía de juego
- Tiempo para respuesta de dudas
- Explicación de la tarea (Carteles)

Materiales y recursos

- Computadoras
- Plataforma Zoom.
- Videojuego Mendelian elaborado en RPG Maker XP6.
- Google Classroom.

Evaluación

Evaluación sumativa y formativa: Se observará la resolución en equipo del videojuego y la guía de juego (formato cuestionario).

3ra sesión. Exposición de carteles

- **INICIO** (10 min)
- Recapitulación de la sesión 2
- Respuesta de dudas
- **DESARROLLO** (60 min)
- Actividad: Exposición de los alumnos y sus carteles
- Autoevaluación de los estudiantes
- **CIERRE** (30 min)
- Postest
- Despedida

Materiales y recursos

- Carteles de los estudiantes.
- Computadora.
- Google Classroom.
- Plataforma Zoom.
- Postest.

Evaluación

Evaluación sumativa: Se utilizará una rúbrica para evaluar los carteles de los estudiantes y se les pedirá realizar una autoevaluación de los mismos.

Evaluación formativa: A partir de la observación de los estudiantes durante su desempeño en la clase, participaciones y retroalimentación.

IV.3 Evaluación e instrumentos de evaluación.

Como se puede apreciar en las palabras de Moreno (2009), el objetivo de la evaluación y de los instrumentos de evaluación, es valorar el aprendizaje de los estudiantes en cuanto a sus resultados y consecución. Las finalidades o metas marcarán los propósitos con los cuales se construya y aplique la evaluación. Las funciones están referidas al papel que el estudiante desempeñará para la sociedad, para la institución educativa, para el proceso de enseñanza/aprendizaje o para los individuos implicados en el mismo. En el siguiente apartado profundizaremos acerca de las evaluaciones presentes en la estrategia didáctica y los instrumentos utilizados en la misma.

IV.3.1 Evaluación diagnóstica y pretest

La evaluación diagnóstica tiene un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En palabras de Bombelli y Barberi (2012), cada estudiante que ingresa a una institución educativa viene acompañado de un conjunto de saberes, conocimientos y experiencias, según el ambiente sociocultural y familiar en el cual se ve inmerso. Estas experiencias constituyen el valor básico de cualquier aprendizaje, por lo que, los docentes en carácter de profesionistas, deben tener en cuenta la diversidad de los procesos de aprendizaje y, por lo tanto, la necesidad de que sus procesos de enseñanza, y especialmente los evaluativos, no solo contemplen dicha diversidad, sino que también los tomen como eje de su quehacer docente en las prácticas educativas.

Con el objetivo de recuperar estas experiencias previas sobre el tema de la herencia mendeliana y el uso de los videojuegos, se recurrió al uso de un pretest. Según Berry (2011), el pretest se puede utilizar al inicio de un curso, estrategia didáctica o secuencias didácticas para establecer una “línea” de base de los conocimientos de la materia, tema o aprendizaje y luego relacionarlo con un examen o postest al final del proceso de enseñanza-aprendizaje, con la finalidad de observar el conocimiento agregado. De la misma forma dependiendo de la construcción del pretest, también puede utilizarse como método de evaluación diagnóstica, para ayudarnos a “detectar” aquellas ideas que los estudiantes puedan tener sobre el tema, por mínimas que estas sean. Aunque pueda parecer contradictorio el hecho de “evaluar” conocimientos que no se espera que los estudiantes posean, la idea detrás de un pretest también es darles a los estudiantes una idea de los

concomimientos que se cubrirán y su profundidad, por lo que sirve como un mapa de los temas. Además, el docente obtendrá una medida cuantificable del conocimiento que los estudiantes ya poseen sobre un aprendizaje en particular, lo cual le permitirá en caso de ser necesario adecuar su estrategia didáctica con el fin de integrar conceptos, aclarar información previa y reajustar su nivel.

IV.3.2 Evaluación formativa

Para poder hablar de la evaluación formativa, considero importante exponer su definición, en este trabajo se ha inclinado por utilizar la acuñada por Hamodi, López y López (2014), quienes se refieren a la evaluación formativa como *“todo proceso de constatación, valoración y toma de decisiones cuya finalidad es optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene lugar, desde una perspectiva humanizadora y no como mero fin calificador”*. Una analogía que me parece sumamente interesante y que exponen estos autores respecto al proceso de evaluación formativa es la elaboración de un platillo en una cocina o restaurante, en el cual el cocinero desea que sus comensales se alimenten, pero principalmente que estos disfruten de la comida, que la saboreen y que se extasíen con ella, de la misma manera, el docente pretende que sus estudiantes aprueben un curso, pero sobre todo quieren que ellos aprendan, que interioricen y desarrollen a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje las competencias que les serán útiles/necesarias para su futura práctica profesional y desarrollo como ciudadanos. Para que esto pueda cumplirse, durante el tiempo en el que el chef está cocinando, va probando la comida, corrigiendo ingredientes, cambiando cantidades, etc., esforzándose para que el platillo elaborado quede bien y guste a los comensales. Todo este proceso mencionado está basado en una evaluación formativa. De manera paralela, el docente trabaja constantemente para que los alumnos puedan corregir sus errores, regularlos y reorientar sus aprendizajes de la manera más fructífera. Agregando a lo anterior, cuando los comensales prueban la comida, podríamos asemejarlo con la evaluación sumativa y final. En este punto ya no hay manera de modificar el plato, igual que en un examen un alumno ya no tiene opción de reajustar sus errores.

Bajo las premisas expuestas, durante el desarrollo de la estrategia didáctica, se tuvo acercamiento con los estudiantes para brindarles soporte, retroalimentación y apoyo en la realización de las actividades y durante las clases, con la finalidad de ayudarles a pulir de a poco su concepción, sobre los aprendizajes expuestos.

IV.3.3 Evaluación sumativa, rúbrica, guía de juego tipo cuestionario y postest.

Díaz-Barriga y Hernández (2005) definen a la evaluación sumativa o final, como aquella evaluación que trata de establecer balances fiables de los resultados obtenidos al término de un proceso de enseñanza-aprendizaje. Pone énfasis en la recogida de información y en la elaboración de instrumentos que posibiliten medidas fiables de los conocimientos a evaluar. Su principal fin consiste en verificar el grado en que las intenciones educativas han sido alcanzadas.

En este trabajo se usó en varios momentos la evaluación sumativa, no sin antes hacer una evaluación formativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Puntualmente me he guiado para esta evaluación de herramientas como las rúbricas, una guía de juego con un formato tipo cuestionario y un postest, por lo que se procederá a explicar las características de estos instrumentos.

De acuerdo a Román (2019), las rúbricas son una herramienta para la evaluación y en ocasiones para la calificación, que permite evaluar cada una de las competencias de forma detallada, por lo que pueden utilizarse de excelente manera para una evaluación de carácter sumativo. *“Es un instrumento idóneo especialmente para evaluar competencias, puesto que permite diseccionar las tareas complejas que conforman una competencia en tareas más simples distribuidas de manera gradual y operativa”*. El uso de rúbricas en la estrategia didáctica no solamente fue orientado en evaluación de la parte conceptual del tema, sino también en la parte procedimental, así como en las actividades propuestas: el desarrollo de un cartel y la construcción de un mapa mental. Estas rúbricas (Anexo 10) son de elaboración propia y fueron diseñadas con ayuda del software RubiStar ©.

Con base en los tópicos con los cuales se construyeron la guía de juego y el cuestionario, a continuación, se presentan los argumentos por los cuales se eligieron en la estrategia. Tomando en cuenta a Díaz-Barriga y Hernández (2005), se utilizó la guía de juego tipo cuestionario como una evaluación del aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal, debido a las características de los tópicos con los cuales fue construido, los cuales buscan seguir una aproximación cualitativa, porque se trabaja esencialmente como se interpreta el concepto, o como se usa en explicaciones o aplicaciones.

Para terminar con este apartado, se aborda el uso del postest como complemento indispensable del pretest, los cuales en su conjunto permitieron no solo “medir” el desarrollo de los aprendizajes que los estudiantes han obtenido, sino que brindaron datos acerca del desempeño global sobre el tema a partir de su comparación y análisis. El postest usado se diseñó bajo las mismas consideraciones que el pretest diagnóstico, con lo que se construyó con los mismos reactivos conceptuales.

IV.3.4 Heteroevaluación y autoevaluación.

En este trabajo se recurrió a la heteroevaluación y autoevaluación. La primera es definida por Vera, Bueno, Calderón y Medina (2011) como la valoración que realiza una persona sobre otra y en la cual se miden cuestiones referentes a su trabajo, actitud, rendimiento, entre otras características. Durante la estrategia “el profesor” fue centro de esta evaluación, el cual de manera objetiva y con ayuda de herramientas, se encargó de evaluar a los alumnos en actividades como la elaboración de sus mapas mentales y la guía de juego. Por otro lado, la autoevaluación es definida por Beltrán (2010) como aquella evaluación que es aplicada del propio individuo para sí mismo, aquella que implica el comprender e interiorizar las razones y sentidos de su evaluación, de tal suerte que sea posible aprovechar los resultados surgidos de ella para planificar una mejora en los procedimientos, conceptos o actitudes del sujeto. Debido a estas características, se consideró sumamente valioso el hecho de que los estudiantes se autoevaluaran en una de las actividades finales de la estrategia didáctica; el desarrollo de su cartel sobre herencia mendeliana y el videojuego “*Mendelian*” (Anexo 12), pues dicha evaluación fue el resultado de la exposición del cartel, construcción de este, su trabajo en equipo, el planteamiento de los conceptos del tema, desempeño y creatividad. Se estaba consiente que en dicha actividad de autoevaluación es fácil para ellos no tener un criterio “objetivo” sobre su desempeño, se les apoyó proporcionándoles una rúbrica (Anexo 10) como guía para realizar dicha evaluación, aunque al final dependió de su propio criterio la evaluación y la asignación de calificaciones para esta actividad.

IV.3.5 Evaluación general del videojuego y motivación

Para evaluar el apartado de la motivación y la percepción de los estudiantes sobre el videojuego como recurso de enseñanza, se realizaron tres preguntas posteriores a la

intervención, las cuales se incluyen en el postest (Anexo 4). La primera pregunta fue “¿Crees que este videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana? ¿Por qué?”, donde se contabilizaron al número de estudiantes que opinaban que el juego les parecía interesante para aprender el tema y aquellos que opinaban lo contrario, para posteriormente obtener un porcentaje. Se recopilaron las justificaciones que los alumnos dieron a sus respuestas tal como se muestra en la Tabla 5, donde se observan las cuatro razones principales y los criterios asignados para definirlas.

Tabla 5. Criterios de justificación de los estudiantes a la pregunta: ¿Por qué cree o no, que este videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana?

Criterio asignado a las respuestas		Ejemplos Opinión de los estudiantes
Razón 1 *	El alumno manifiesta en su opinión: Que es más fácil recordar y entender la información.	<i>Porque de cierta manera es más fácil retener la información, pues hay un interés por pasar el juego.</i>
Razón 2 *	El alumno manifiesta en su opinión: Que ayuda a interactuar con el tema y a recordar conceptos.	<i>Porque se puede interactuar con sus ideas, y aparte te sumerges más en la historia, y lo que hizo Mendel para llegar a estas conclusiones, aparte ayuda a recordar más estos conceptos.</i>
Razón 3 *	El alumno manifiesta en su opinión: Que los conceptos y procesos del tema se reafirman de manera divertida con los retos del videojuego.	<i>Si, ya que te enseña conceptos e historia sobre la herencia mendeliana de una manera divertida, interactiva y entretenida.</i>
Razón 4 **	El alumno manifiesta en su opinión: Que necesita más conocimientos sobre el tema antes de jugar un videojuego.	<i>Para comenzar a aprender sobre el tema no, es muy bueno, y sirve perfecto para complementar la clase, pero antes de jugar el juego si tendrías que saber los conceptos más básicos del tema, más que nada el cuadrado de Punnett.</i>
<p>*En azul se señalan las razones por las cuales los estudiantes creen que el videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana y en naranja las razones por las cuales no les parece interesante.</p> <p>**En naranja se señalan las razones por las cuales los estudiantes creen que el videojuego no es interesante para aprender herencia mendeliana.</p>		

La segunda pregunta planteada a los estudiantes fue: “¿Cómo te sentiste mientras jugabas el videojuego junto a tu equipo?”, esto con la finalidad de obtener las percepciones que experimento la población durante el uso del videojuego, para responder esta interrogante se construyó una tabla para clasificar las sensaciones que los alumnos experimentaron y

las se dividieron en 3 categorías: Bien, Regular y Disgustado (Tabla 6). Para consecuentemente contabilizar las respuestas, obtener su porcentaje y graficarlas.

Tabla 6. Criterios de clasificación de las sensaciones señaladas por los estudiantes durante el uso del videojuego: Bien, regular y disgustado/a.

Sensación señalada por el alumno	Criterio de clasificación	Ejemplo Opinión de los estudiantes.
Bien	El alumno manifiesta sentirse cómodo, feliz, divertido o motivado durante el desarrollo de la actividad.	<i>Siii mucho, ya que es algo nuevo para salir de la rutina de siempre, además de que lo disfruté y me divertí jugando, es una buena forma de aprender.</i>
Regular	El alumno manifiesta sentirse cómodo con la actividad, pero posteriormente por dificultades presentadas sentirse abrumado.	<i>Al principio si, después fue tedioso.</i>
Disgustado/a	El alumno manifiesta no sentirse cómodo con la actividad.	<i>No se obtuvieron ejemplos de este criterio.</i>

La tercera pregunta que se realizó a los estudiantes tenía de objetivo analizar la motivación que experimentaron a partir del uso del videojuego *Mendelian* (Anexo 12). La interrogante fue: *¿Te sentiste motivado por la actividad?*, en la cual las respuestas fueron divididas en los dos rubros: “sí” y “no”, las cuales se contabilizaron y posteriormente se obtuvieron sus respectivos porcentajes. Los resultados obtenidos de estas tres preguntas se pueden consultar en la sección *V. Resultados, discusión y conclusiones, V.1 Resultados y análisis, V.1.5 Valoración general del videojuego y motivación.*

IV.4 Pruebas estadísticas y Alpha de Cronbach

Alpha de Cronbach

Para el análisis de los cuestionarios tipo Likert que se presentan tanto en el pretest como en el postest (Anexo 4) se comenzará por mostrar una tabla de valores asignados (Tabla 7) para las 10 afirmaciones/ítems que se exponen en el pretest y las 14 afirmaciones/ítems postest, estas fueron ordenadas según el grado de concordancia del alumno respecto a ellas, por ejemplo en el apartado de *“Actitud del alumno y Motivación (respecto al videojuego)”* del pretest (Anexo 4), en el ítem 1 se muestra la afirmación *“Me encantan los*

videojuegos”, de tal manera que los alumnos seleccionaron valores entre 1-5 para expresar su grado de concordancia con respecto a esta afirmación, donde 1 representa nada de acuerdo, 2-algo en desacuerdo, 3-ni en acuerdo ni en desacuerdo, 4-algo en acuerdo y 5-muy de acuerdo (Tabla 7).

Tabla 7. Grado de concordancia con las afirmaciones expuestas en el pretest/postest de los estudiantes y el nivel de valor asignado a cada una.

Grado de concordancia que el alumno manifiesta en su respuesta	Nivel de valor
Nada de acuerdo	1
Algo en desacuerdo	2
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	3
Algo en acuerdo	4
Muy de acuerdo	5

Se señalará del mismo modo que tanto la escala de Likert del pretest como del postest se sometieron a una validación, esto a partir del análisis de confiabilidad entendiendo como “confiabilidad” a la ausencia relativa de errores de medición en un instrumento de medida (Milton, 2010), para este fin se utilizó el coeficiente α (*alpha*) de Cronbach el cual se calculó a partir de software Microsoft Excel® 2013 y cuyos valores obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8. Valores obtenidos del pretest y postest para el coeficiente α (*alpha*) de Cronbach en el software Excel, se muestra además el número de ITEMS, sumatoria de la varianza de los ITEM y varianza de la suma de los ITEM.

Postest	
Número de ITEMS (K)	14
Sumatoria de la varianza de los ITEM ($\sum Si^2$)	9.0775249
Varianza de la suma de los ITEM (ST^2)	26.36202
ALFA DE CRONBACH (α)	0.7060943
Pretest	
Número de ITEMS (K)	10
Sumatoria de la varianza de los ITEM ($\sum Si^2$)	12.609987
Varianza de la suma de los ITEM (ST^2)	34.603239
ALFA DE CRONBACH (α)	0.706204

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s^2}{ST^2} \right]$$

Donde,
k = El número de ítems
 $\sum s^2$ = Sumatoria de varianzas de los ítems.
 ST^2 = Varianza de la suma de los ítems.
 α = Coeficiente de alfa de Cronbach

Como puede observarse en la Tabla 8 se obtuvieron tanto en el pretest como en el postest una α de Cronbach de 0.70 y de 0.70 respectivamente, ambos valores entrarían dentro del

rango señalado por autores como Oviedo y Campo-Arias (2005) quienes mencionan que un valor del alfa de Cronbach, entre 0.70 y 0.90, indican una buena consistencia interna para una escala unidimensional de los instrumentos.

Chi-cuadrada

Para el apartado de análisis descriptivo de la población y para la sección análisis del aprendizaje conceptual, se utilizó la prueba de chi-cuadrada (X^2) para evaluar si existía dependencia o independencia entre las variables (alumnos sin intervención [pretest] y alumnos con intervención [postest]) y la distribución de las frecuencias observadas en diferentes categorías, las cuales se especifican a continuación para cada apartado.

Primero se identificaron las frecuencias de distribución en los ítems idénticos de la escala de Likert del pretest y del postest para el grado de “concordancia del estudiante” (Tabla 7) respecto a cada ítem, por ejemplo se compararon la distribución de frecuencias de las respuestas del ítem 1 del pretest “*Me encantan los videojuegos*” vs el ítem 1 del postest “*Me encantan los videojuegos*”, ya que al contener la misma afirmación se buscó observar a partir de la prueba de chi-cuadrada si después de la intervención con el videojuego las frecuencias de las respuestas cambiaban. Se pueden consultar los resultados en la sección *V. Resultados, discusión y conclusiones, V.1 Resultados y análisis, V.1.1 Análisis descriptivo de la población: Cuestionario tipo Likert, Análisis de reactivos del pretest y Análisis de reactivos del postest.*

Con la X^2 también se analizó el desempeño de los estudiantes en las 5 preguntas abiertas sobre conocimientos en herencia mendeliana del pretest y postest (Anexo 4), categorizándolas en respuestas que cumplieran con un nivel de desempeño “bueno”, “regular” y “requiere ayuda” tal como se observa en la Tabla 9 donde también se señalan los criterios que se utilizaron para clasificar las respuestas de los estudiantes. De esta forma se compararon las frecuencias de distribución de estas respuestas antes de la intervención (pretest) con los recopilados después de la misma (postest), buscando corroborar si había o no diferencia entre estas frecuencias. Los resultados obtenidos pueden consultarse en la sección *V. Resultados, discusión y conclusiones, V.1 Resultados y análisis, V.1.2 Análisis del aprendizaje conceptual: Conocimientos biológicos sobre la herencia mendeliana pretest y postest, Preguntas abiertas.*

Tabla 9. Rúbrica utilizada para evaluar las preguntas abiertas de ámbito cognoscitivo y procedimental del pretest y postest.

Criterios de evaluación para las preguntas abiertas de ámbito cognoscitivo del pretest y postest.	
Pregunta formulada	Niveles de desempeño obtenidos en promedio y descriptores del nivel de desempeño.
¿Conoces a Gregorio Mendel? Menciona algo que sepas sobre él.	Nivel de desempeño: Bueno Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta describe de manera clara al menos dos aspectos importantes sobre el personaje.</i>
	Nivel de desempeño: Regular Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta describe al menos un aspecto del personaje y su importancia.</i>
	Nivel de desempeño: Requiere ayuda Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta no logra describir ningún aspecto del personaje y su importancia.</i>
¿Sabes cuál es la primera ley de Mendel? Explícala	Nivel de desempeño: Bueno Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta explica la primera ley de Mendel de manera clara y concisa.</i>
	Nivel de desempeño: Regular Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta explica vagamente la primera ley de Mendel, tiene una percepción de la misma, pero no es clara o concisa.</i>
	Nivel de desempeño: Requiere ayuda Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta no logra explicar la primera Ley de Mendel.</i>
¿Sabes cuál es la segunda ley de Mendel? Explícala	Nivel de desempeño: Bueno Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta explica la segunda ley de Mendel de manera clara y concisa.</i>
	Nivel de desempeño: Regular Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta explica vagamente la segunda ley de Mendel, tiene una percepción de la misma, pero no es clara o concisa.</i>
	Nivel de desempeño: Requiere ayuda Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta no logra explicar la segunda Ley de Mendel.</i>
¿Sabes que son los cuadros de Punnett y para qué sirven?	Nivel de desempeño: Bueno Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta describe con claridad y de manera concisa el significado de un cuadro de Punnett y su uso.</i>

Explicalo	Nivel de desempeño: Regular Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta describe vagamente y con poca consistencia el significado de un cuadro de Punnett y su uso.</i>
	Nivel de desempeño: Requiere ayuda Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta no logra describir el significado de un cuadro de Punnett ni su uso.</i>
¿Sabes cómo se relacionan las leyes de Mendel como base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos? Explicalo.	Nivel de desempeño: Bueno Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta relata al menos dos razones por las cuales las leyes de Mendel se relacionan como base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.</i>
	Nivel de desempeño: Regular Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta relata al menos una razón por las cual las leyes de Mendel se relacionan como base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.</i>
	Nivel de desempeño: Requiere ayuda Descriptor: <i>El estudiante en su respuesta muestra dificultad en asociar las leyes de Mendel como base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.</i>

De la misma forma se utilizó la X^2 en el análisis del aprendizaje conceptual del pretest y el postest en el apartado de las 12 preguntas de opción múltiple (Anexo 4), donde se realizó una chi-cuadrada en cada reactivo tomando en cuenta las siguientes especificaciones. Primero se señala que las preguntas en el postest y en el pretest son las mismas, pero su ordenamiento y el de las respuestas de opción múltiple cambia en el postest, esto con el fin de evitar un sesgo de memorización por parte de los estudiantes, sin embargo, para el análisis de los resultados se decidió presentar el orden de las preguntas según el acomodo del pretest (Anexo 4), esto para facilitar la interpretación de los datos. Como ejemplo la pregunta abierta no. 1 del pretest es; *“Personaje que propuso las bases de la Genética moderna”* con las opciones: a) Charles Darwin, b) Thomas Hunt Morgan, c) Gregor Mendel y d) Hugo De Vries, está pregunta se analizó en resultados como pregunta 1 con el mismo orden de los incisos tanto para los datos del pretest como del postest, aunque en el postest que los alumnos contestaron tenga un orden distinto por las razones anteriormente señaladas. Los resultados obtenidos y su análisis se muestran en la sección V. *Resultados, discusión y conclusiones, V.1 Resultados y análisis, V.1.2 Análisis del aprendizaje conceptual: Conocimientos biológicos sobre la herencia mendeliana pretest y postest, Preguntas de opción múltiple.*

Los valores calculados y obtenidos de las pruebas de chi-cuadrada se realizaron con el software estadístico GraphPad Prism® 8.0.1.

U de Mann-Whitney

Las calificaciones obtenidas (en un rango del 0-10) de las 12 preguntas de opción múltiple del pretest y el postest también se analizaron con una prueba de U de Mann-Whitney para comparar el nivel de desempeño promedio de los estudiantes sobre el dominio de aprendizaje conceptual antes y después de la intervención (pretest y postest). Los valores calculados y obtenidos de esta prueba se realizaron con el software estadístico GraphPad Prism® 8.0.1, pueden consultarse en el apartado *V. Resultados, discusión y conclusiones, V.1 Resultados y análisis, V.1.2 Análisis del aprendizaje conceptual: Conocimientos biológicos sobre la herencia mendeliana pretest y postest, Preguntas de opción múltiple.*

V. Resultados, discusión y conclusiones.

V.1 Resultados y análisis

Los resultados obtenidos a partir del pretest y postest (Anexo 4) se dividieron en cinco secciones: La primera de ellas es la sección *V.1.1 Análisis descriptivo de la población: Cuestionario tipo Likert* donde se realizó el análisis descriptivo de los alumnos a partir de un cuestionario tipo Likert que permitió observar actitudes de los estudiantes hacia la Biología y los videojuegos, además de edad, sexo, etc., así como aspectos relacionados al uso del videojuego durante la intervención. La segunda sección *V.1.2 Análisis del aprendizaje conceptual: Conocimientos biológicos sobre la herencia mendeliana pretest y postest* se centra en el aprendizaje conceptual de la herencia mendeliana, los aprendizajes antes y después de la intervención, los cuales se analizaron a partir de cinco preguntas abiertas y 12 preguntas de opción múltiple sobre la herencia mendeliana, diseñadas en sintonía con lo que señala el programa de estudios del CCH (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2016) para dicho aprendizaje. Posteriormente en la tercera sección *V.1.3 Análisis del aprendizaje procedimental: cuadro de Punnett de la guía de juego* se analizó el aprendizaje procedimental del tema a partir del análisis de los cuadros de Punnett que los alumnos realizaron como parte de la resolución del videojuego, se continua con la cuarta sección *V.1.4 Análisis del aprendizaje actitudinal: Cartel sobre la importancia de enseñar*

herencia Mendeliana donde se muestran los resultados del aprendizaje actitudinal el cual se abordó con el desarrollo de un cartel, cuya finalidad buscaba que los alumnos reconocieran la importancia biológica de aprender herencia mendeliana y para finalizar en la última sección *V.1.5 Valoración general del videojuego y motivación* se presentan los resultados obtenidos de la valoración general del videojuego a partir de tres preguntas abiertas que los estudiantes contestaron al término de la intervención.

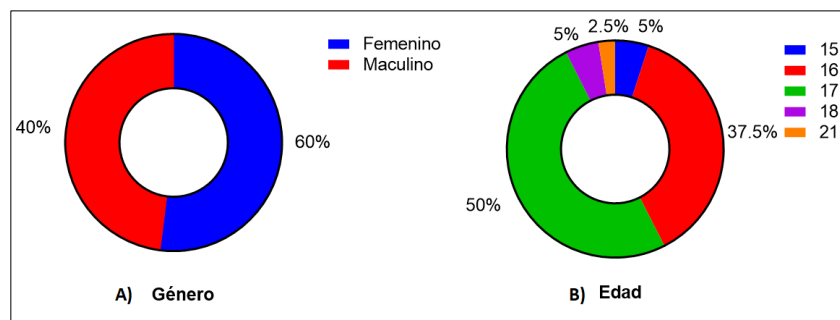
V.1.1 Análisis descriptivo de la población: Cuestionario tipo Likert

En este apartado se detalla de forma gráfica las características de la población estudiantil obtenidas durante el pretest: edad, género, elección de carrera, dispositivo en el cual tomaba sus clases en línea y materia favorita, esto con la finalidad de tener una visión amplia de las peculiaridades de la población de estudiantes con una N de 39 para el pretest y una N de 38 para el postest, esta variación se debe a la inasistencia de un estudiante de manera repentina (se reportaron ausencias por falta de luz a la clase online).

Edad, género, área de interés en su futura elección de su carrera, asignatura favorita y dispositivos que utilizan para tomar sus clases online

En el apartado de edad y género se encontró que el 40% de la población se identificaba con el género masculino mientras que 60% se identificaba con el género femenino (Gráfica 1 A), así mismo se observó una variación de edades entre 15 y 21 años, siendo “17 años” el valor con mayor frecuencia en el conjunto de datos, 50% de los estudiantes poseen 17 años, mientras que 37.5% tienen 16, se observó también que 5% de la población tiene 15 y otro 5% 18 años, por otra parte solo el 2.5 % posee 21 años (Gráfica 1 B).

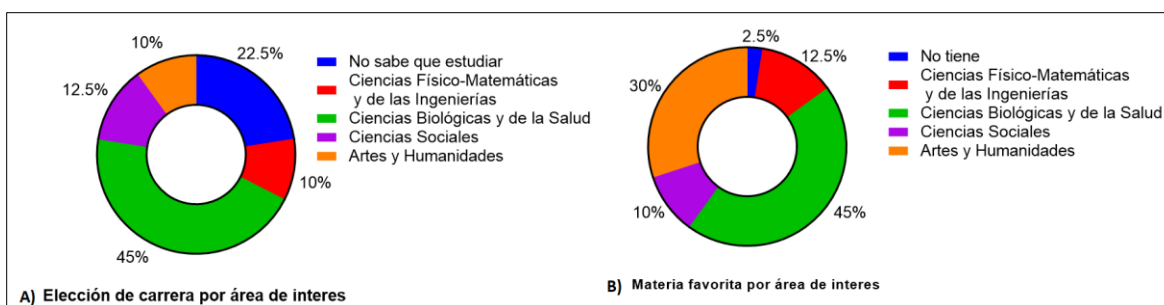
Gráfica 1. Porcentaje de estudiantes A) que se identifican con el género femenino o masculino y B) el grupo de edad al que corresponden (15, 16, 17, 18 y 21).



También se obtuvo el porcentaje en cuanto a sus intereses educativos para su elección de carrera y afinidad por medio de alguna materia preferida, para facilitar el análisis de estos datos se organizaron sus respuestas respecto al área de interés que tenían, siendo estas: el área de las Ciencias Físico-Matemáticas, el área de las Ciencias Biológicas y de la Salud, el área de las Ciencias Sociales y el área de las Artes y las Humanidades. En la elección de carrera se encontró un 22.5% de estudiantes los cuales aún no saben qué quieren estudiar, un porcentaje bastante alto si se toma en cuenta que los alumnos están por entrar a la universidad (están a menos de 2 años), posteriormente se observó un 45% de estudiantes cuya elección de carrera está relacionada con el área de las Ciencias Biológicas, 12.5 % por otro lado están inclinados a estudiar una carrera en el área de las Ciencias Sociales, mientras que 10% preferiría el área de las Ciencias Físico-Matemáticas y 10% el área de las Artes y las Humanidades (Gráfica 2 A).

En el reactivo de “materia favorita por área de interés” se encontró que 45% de los estudiantes prefieren las materias relacionadas con las Ciencias Biológicas y de la Salud, 30% prefieren las materias de las Artes y Humanidades, 12.5% materias del área de Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías, 10% del área de las Ciencias Sociales y solo un 2.5% menciona “no tener” una materia preferida (Gráfica 2 B).

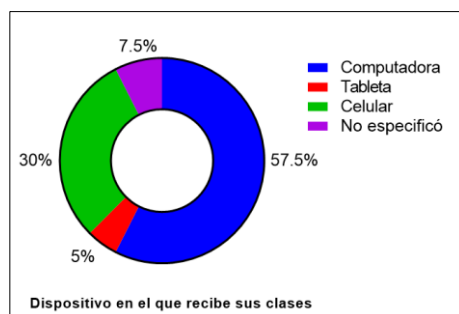
Gráfica 2. Porcentaje de estudiantes y su predilección A) por el área de interés en la elección de su carrera y B) por el área de interés de su asignatura/materia favorita.



En la Gráfica 3 se presentan los datos con relación a los dispositivos usados por los estudiantes para tomar la clase, un 57.5% menciona que toma clases en una computadora (no especifica si portátil o de escritorio), un 30% lo hace desde su celular, 5% con una tableta electrónica y 7.5% no especifica dicho dispositivo. Debe señalarse que este apartado es sumamente interesante de analizar, ya que el videojuego propuesto para enseñar herencia mendeliana (*Mendelian*, ver Anexo 12), ha sido diseñado para funcionar únicamente en dispositivos con el sistema operativo Windows® y específicamente con el

hardware de una computadora (sea laptop, notebook o de gabinete). Esto pensado en un futuro donde se pueda proponer este tipo de videojuegos no solo para la programación de una plataforma en ciertos dispositivos, sino en una amplia gama de ellos que me permitan llegar con mayor eficiencia a un rango más amplio de estudiantes.

Gráfica 3. Porcentaje total de dispositivos que utilizan los estudiantes para tomar sus clases online.



Análisis de reactivos del pretest

Antes de iniciar la intervención didáctica se obtuvieron de la población de estudiantes con uso del pretest (Anexo 4) una recopilación de datos de su nivel de “concordancia” a ciertos ítems que contenían afirmaciones respecto a la Biología y los videojuegos, los cuales se muestran a continuación en la Tabla 10, así como los porcentajes correspondientes.

Tabla 10. Porcentaje del “nivel” de concordancia de la población de estudiantes respecto a los ítems del pretest.

Ítem	Porcentaje del “nivel” de concordancia de la población de estudiantes respecto a los ÍTEM.					Análisis
	Nada de acuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en acuerdo	Muy de acuerdo	
Ítem 1: Me encantan los videojuegos.	3	10	26	17	44	Los porcentajes del ítem 1 permitieron observar que antes de aplicar la intervención ya existía en un poco más de la mitad de los estudiantes una tendencia positiva al “gusto y aceptación de los videojuegos”, un 44% de estudiantes está “muy de acuerdo” y un 18% que esta “algo de acuerdo” con esta afirmación.
Ítem 2: Creo que los videojuegos pueden enseñarnos muchas cosas.	3	3	15	12	67	En el ítem 2 se sondeó que tan familiarizados estaban los estudiantes con la idea de que los videojuegos pueden ser utilizados para “enseñar” no solo de manera educativa, sino de manera general algún conocimiento, habilidad, etc. En una sociedad cambiante donde constantemente los estudiantes están siendo expuestos a nuevas tecnologías en todos los rubros, no es de extrañarse que la mayoría de los estudiantes (67%) señalen estar “muy de acuerdo” que los videojuegos pueden ser un “medio” para enseñarnos.

Ítem						Análisis
	Nada de acuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en acuerdo	Muy de acuerdo	
Ítem 3: Paso mucho tiempo jugando videojuegos.	31	21	15	15	18	El ítem 3 muestra un contraste interesante respecto a los dos ítems anteriores, pues si bien los estudiantes manifiestan que los videojuegos pueden enseñarnos muchas cosas o que son herramientas de entretenimiento que les agradan, un 52% (porcentaje obtenido de la suma de "nada de acuerdo" [31%] y "algo en desacuerdo" [21%]) manifiesta que casi no invierten su tiempo en dicho medio de entretenimiento.
Ítem 4: Me encantaría que las clases de Biología se enseñaran con videojuegos.	2.5	7.5	28	18	44	Para el ítem 4 se observó la opinión de los estudiantes acerca del uso del videojuego, pero de manera enfocada en el ámbito educativo, específicamente en sus clases de Biología, donde la mayoría expresa una actitud positiva para este rubro con un 44% que está "muy de acuerdo". Por otra parte aunque el porcentaje de alumnos a los cuales no les gustaría aprender biología con videojuegos es pequeño, tan solo un 2.5 %, se puede discutir en este sentido que estos alumnos podrían estar poco familiarizados con los videojuegos, han tenido malas experiencias con los mismos o desconocen el uso de videojuegos educativos.
Ítem 5: Pienso que aprendería más Biología si utilizara videojuegos educativos.	0	10	31	36	23	Como se observa en el ítem 5 donde se planteó la posibilidad de que los estudiantes expresaran si pensaban que aprenderían más Biología con el uso de videojuegos. Los resultados son bastante coherentes con los anteriores ítems, pues 23% manifiesta que está "muy de acuerdo" con esta afirmación, 36% manifiesta que esta "algo de acuerdo", sumando estos porcentajes se tiene un 59% de estudiantes están "de acuerdo" con este ítem, por otro lado un 0% de estudiantes que manifestaran estar "completamente en desacuerdo" con esta afirmación.
Ítem 6: La Biología me encanta y me gusta más que ninguna otra área.	13	15	26	31	15	Por otro lado en los porcentajes del ítem 6 se puede observar como poco más de un cuarto del grupo manifiesta que los temas biológicos no son de su agrado, un 15% de estudiantes manifiestan que están "algo en desacuerdo" y un 13% declara que no está "nada de acuerdo", con un 28% de alumnos presentando estar en algún grado de desacuerdo con que la Biología les "guste", es claro que debe existir una causa para dicho fenómeno, el cual podría explicarse ser entre muchos otros factores; por la falta de herramientas estimulantes, motivacionales o la forma de impartición de las clases a las que anteriormente fueron expuestos que por sus propios comentarios habían sido descritas verbalmente como de característica tradicional, como también podría tratarse de un gusto personal adquirido a partir de las experiencias del estudiante, sus intereses, hobbies, ambiente, etc.
Ítem 7: La Biología me encanta y me gusta más que ninguna otra área.	10	10	41	31	8	El ítem 7 se encuentra relacionado con el ítem 6, ya que se buscó obtener respuestas sobre que tanto los estudiantes se "aburren" cuando trabajan con temas derivados de la Biología, para mi sorpresa un 8% menciona estar muy de acuerdo con la afirmación, junto con un 31% que está algo en acuerdo, se tiene un 41% que no está "ni en acuerdo ni en desacuerdo", mientras que un 20% muestra algún grado de desacuerdo con la afirmación. Lo que es claro en este ítem es que la mayoría de los estudiantes (41%) muestran indiferencia a trabajar con temas referentes a la Biología.

Ítem						Análisis
	Nada de acuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en acuerdo	Muy de acuerdo	
Ítem 8: La Biología me encanta y me gusta más que ninguna otra área.	49	28	15	8	0	En el ítem 8 se encontró que 0% de la población de alumnos estaban "muy de acuerdo" con la afirmación del reactivo que señala el hecho de "no lograr entender los temas biológicos y evitarlos de ser posible", también se observó que solo el 8% manifiesta estar algo de acuerdo con esta afirmación, lo cual es un porcentaje bajo si se compara con 15% que no está "ni de acuerdo ni en desacuerdo" o con un total de 77% de la población que refiere estar en desacuerdo con esta afirmación en algún grado. El reto sería entonces, captar a la población que presente "dificultades" en el área y ayudarlos para lograr mejores aprendizajes con ayuda de herramientas como podría ser el videojuego.
Ítem 9: La Biología es agradable y estimulante para mí.	5	10	28	31	26	Con el ítem 9 se obtuvieron las percepciones de los estudiantes ante la Biología, al plantearles si dicha área les resultaba agradable y estimulante. Se señala que 28% muestra indiferencia al no estar "ni en acuerdo ni en desacuerdo", 10% está "algo en desacuerdo" y 5% "nada en acuerdo" con esta idea, por lo que se tiene que captar estos dos sectores (el indiferente y aquel que tiene desagrado a la Biología), poner atención en los mismos con el fin de encontrar estrategias que hagan cambiar esta percepción hacia la Biología y los temas que engloba.
Ítem. 10: Nunca me ha gustado la Biología y es el área que más temo.	82	8	5	2.5	2.5	Por último en el ítem 10 tenía el objetivo de recopilar las percepciones de los estudiantes ante la premisa "nunca me ha gustado la Biología y es el área que más temo" aquí se observa que un 82% está "nada de acuerdo con esta afirmación", seguido de 8% que está "algo en acuerdo", 5% "ni en acuerdo ni en desacuerdo", 2.5% está "algo en desacuerdo" y sólo 2.5% está "muy de acuerdo". Tener un porcentaje total de 90% de estudiantes que no estén nada de acuerdo con este ítem permite observar que la mayor parte de esta población no le teme a la Biología y que en algún momento dicha área les ha gustado.

Análisis de reactivos del postest

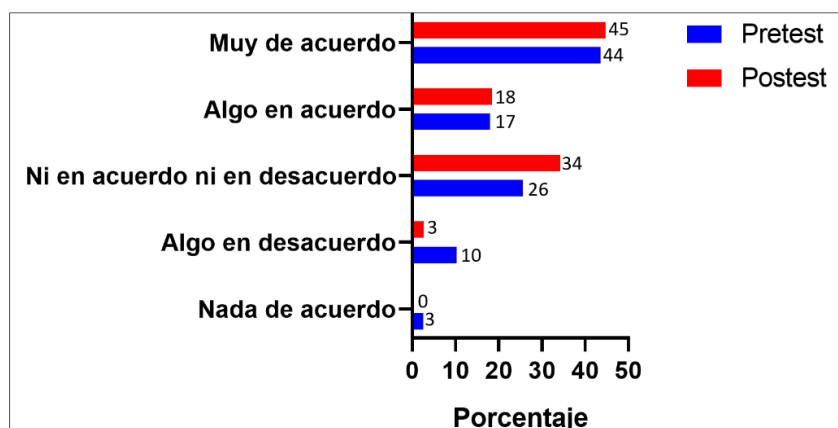
Al término de la intervención didáctica se recopilaron a partir del postest (Anexo 4) datos del nivel de "concordancia" de los estudiantes, con ítems que contenían afirmaciones respecto a la Biología, los videojuegos y la interfaz del juego *Mendelian*. Algunos de estos ítems son los mismos que se aplicaron en el pretest, por lo que se compararon las distribuciones de sus frecuencias a partir de una chi-cuadrada, con la intención de constatar si estas distribuciones cambiaron a partir de la intervención con el videojuego, mientras que la valoración de los ítems que son únicos del postest (enfocados en la valoración del videojuego) se han ordenado en la Tabla 11. Es importante señalar que la numeración de los ítems en este apartado sigue la del postest (Anexo 4), por lo que en los ítems las afirmaciones contenidas son las mismas, pero la numeración puede ser distinta en el

pretest. Consecuentemente, a continuación, se muestran con ayuda de gráficas, la comparación entre los mismos ítems del pretest y el posttest (Anexo 4).

Ítem 1: Me encantan los videojuegos.

Se observó en este ítem cómo en el pretest se pasó de tener un 3% de estudiantes que señalaban “no estar nada de acuerdo” con la premisa de que les encantarán los videojuegos a tener un 0% de estudiantes en el posttest, como también se observó una reducción de los alumnos que estaban “algo en desacuerdo” con esta afirmación de pasar de un 10% en el pretest a un 3% en el posttest. Por lo que se encontró un ligero incremento en los estudiantes que señalaban que no estaban ni en acuerdo ni en desacuerdo con la afirmación. De igual manera se pasó de 26% en el pretest a 34% en el posttest en estudiantes que no estaban ni en acuerdo ni en desacuerdo con el ítem (Gráfica 4). También se observó que los estudiantes que están “algo de acuerdo” pasaron de ser 17% en el pretest a 18% en el posttest, mismo comportamiento que se observó con los alumnos que están “muy de acuerdo” con la afirmación de que les encantan los videojuegos, pues se pasó de un 44% en el pretest a un 45% en el posttest (Gráfica 4). Aquí se resaltaré el cambio en el porcentaje de alumnos que dejaron de “estar en desacuerdo” con la premisa que expone el ítem, pasando de tener 13% de estudiantes que mostraban algún grado de desacuerdo en el pretest a tan solo 3% en el posttest, por lo que se puede inferir que la intervención con el videojuego durante la estrategia didáctica logró cambiar la perspectiva en algunos estudiantes.

Gráfica 4. Comparación de las frecuencias del pretest y posttest de concordancia de los estudiantes para el ítem “Me encantan los videojuegos”.

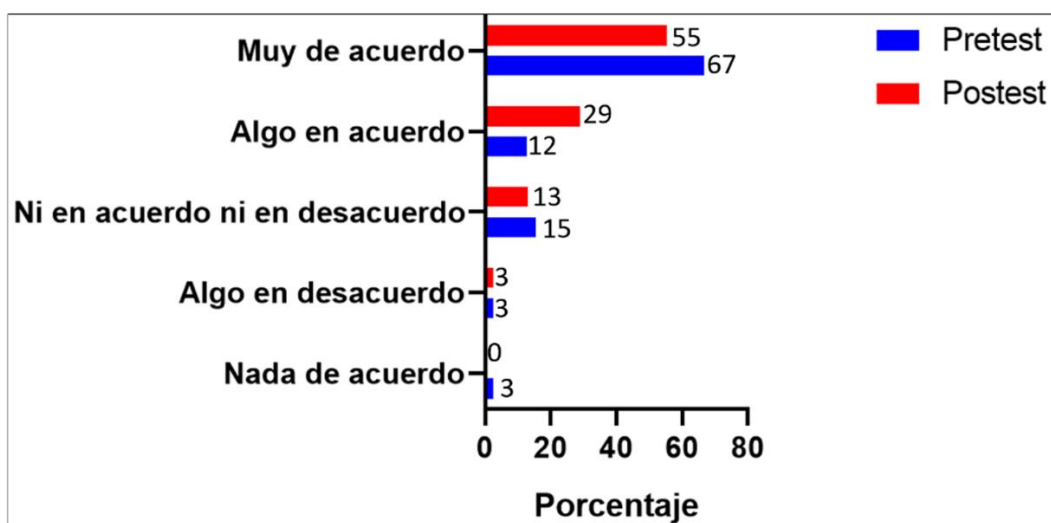


Se realizó una prueba de chi-cuadrada para la comparación de las frecuencias entre el pretest y post test en cual no hubo diferencias significativas ($\chi^2 = 3.1$; $p > 0.05$). Esto sugiere que tanto al inicio como al término de la intervención la percepción de los estudiantes se mantiene positiva ante los videojuegos y la influencia de la intervención docente no modificó dicha tendencia.

Ítem 2: Creo que los videojuegos pueden enseñarnos muchas cosas.

Con este ítem se analizó en el pretest y posttest la afirmación “creo que los videojuegos pueden enseñarnos muchas cosas”, ya que me interesaba saber si cambió después de la intervención la percepción de los estudiantes respecto a los videojuegos como medio de enseñanza. Encontrando que del 3% de estudiantes que en el pretest estaban “nada de acuerdo” con la premisa expuesta, pasando de tener un 0% en el postest (Gráfica 5). También resulta sumamente interesante que de tener 79% (67%+12%) de estudiantes que estaban en algún grado de “acuerdo” con esta premisa se pasó a tener un 84% (29%+55%) en el postest (Gráfica 5), mientras que aquellos que no estaban en acuerdo ni en desacuerdo, se pasó de 15% a 13%. Esto señala que después de la intervención se tuvo alumnos que cambiaron parcialmente su opinión acerca de utilizar a los videojuegos como una herramienta de enseñanza.

Gráfica 5. Comparación de las frecuencias del pretest y postest de concordancia de los estudiantes para el ítem “Creo que los videojuegos pueden enseñarnos muchas cosas”.



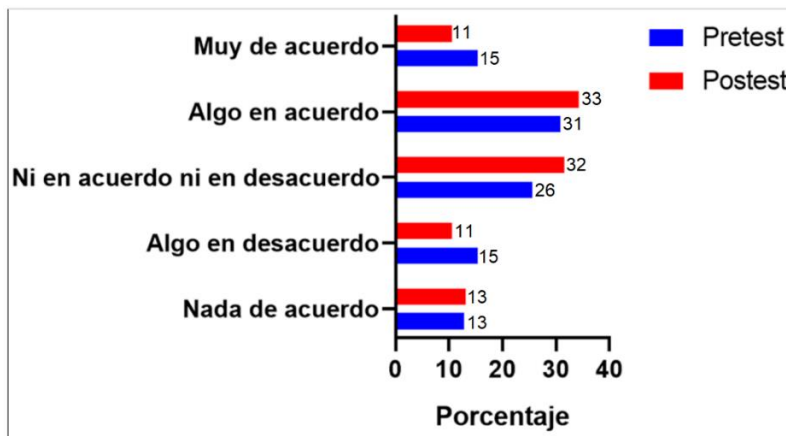
Al realizar la prueba de chi-cuadrada para comparar las frecuencias de las respuestas que se presentaron antes (pretest) y después de la intervención (postest), no encontraron

diferencias significativas ($X^2 = 3.8$; $p > 0.05$). Esto corrobora que en el inicio y al término de la intervención la percepción de los estudiantes se mantiene positiva ante los videojuegos como recurso de enseñanza y de la misma forma, la influencia de la intervención docente no modificó la tendencia.

Ítem 11: La Biología me encanta y me gusta más que ninguna otra.

Con este ítem se observó cómo variaron levemente los porcentajes antes y después de la intervención, ya que se pasó de 15% de estudiantes que señalaban estar “muy de acuerdo” con la afirmación antes de la intervención, a tener 11% después de la intervención. Posteriormente en el posttest un 33% menciona estar “algo de acuerdo” con la afirmación a diferencia del 31% que se tenía inicialmente en el pretest, lo mismo sucede con el apartado de “ni en acuerdo ni en desacuerdo” donde en el pretest se presentó un 26% de alumnos y en posttest un 32%, por otro lado un 15% de los estudiantes en el pretest manifestaba estar “algo en desacuerdo” con la afirmación del ítem, en comparación del 11% que lo mencionaron en posttest, para terminar, un 13% de la población señaló en el pretest no estar “nada de acuerdo” con la premisa planteada, en comparación del 13% que se registró en el posttest (Gráfica 6).

Gráfica 6. Comparación de las frecuencias del pretest y posttest de concordancia de los estudiantes para el ítem “La Biología me encanta y me gusta más que ninguna otra”.

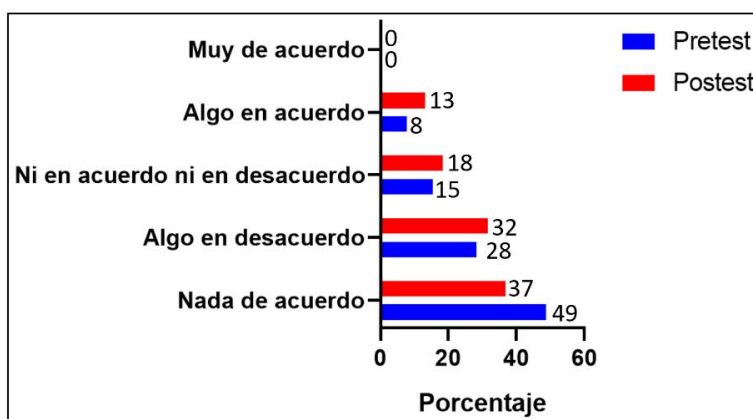


Al realizar la prueba de chi-cuadrada no se encontró diferencias significativas ($X^2 = 1.0$; $p > 0.05$). Esto indica que la percepción de los estudiantes se mantiene positiva ante los videojuegos como recurso de enseñanza, tanto antes de la intervención como posterior a la intervención docente.

Ítem 12: Generalmente no entiendo la Biología y evito referirla siempre que puedo.

Se observó en este ítem un 0% de estudiantes que manifestaron en el pretest estar “muy de acuerdo” con la afirmación “*Generalmente no entiendo la Biología y evito referirla siempre que puedo*”, un porcentaje que se mantuvo después de la intervención (postest) (Gráfica 7). Mientras que en el postest un 13% menciona estar “algo de acuerdo” con la afirmación a diferencia del 8% que se tenía inicialmente, lo mismo sucede con el apartado de “ni en acuerdo ni en desacuerdo” donde en el pretest se presentó un 15% de alumnos y en postest un 18%, por otro lado un 28% de los estudiantes en el pretest manifestaban estar “algo en desacuerdo” con la afirmación del ítem, en comparación del 32% que lo mencionaron en el postest, para concluir un 49% de la población señaló en el pretest no estar “nada de acuerdo” con la premisa planteada, en comparación del 37% que se registró en el postest (Gráfica 7).

Gráfica 7. Comparación de las frecuencias del pretest y postest de concordancia de los estudiantes para el ítem “Generalmente no entiendo la Biología y evito referirla siempre que puedo”.



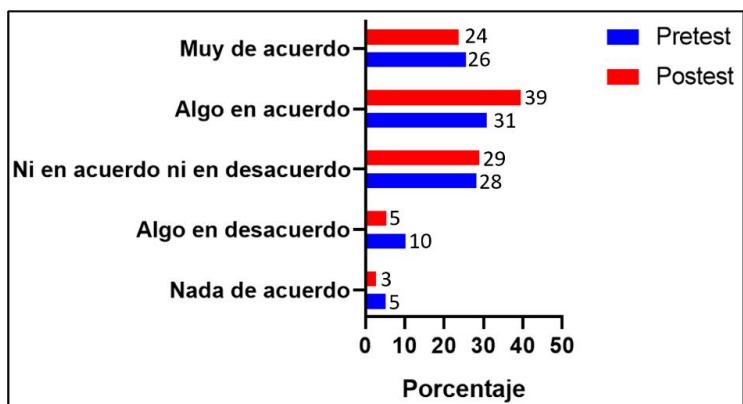
Al realizar la prueba de chi-cuadrada para comparar las frecuencias de respuestas que se presentaron antes (pretest) y después de la intervención (postest), no se encontró diferencias significativas ($X^2 = 1.3$; $p > 0.05$). Los resultados obtenidos, por tanto, sugieren que al inicio como al término de la intervención la opinión de los estudiantes se mantiene en “desacuerdo” ante la afirmación de que “no entienden la Biología y evitan referirla”.

Ítem 13: La Biología es agradable y estimulante para mí.

En este ítem se observa cómo se pasó de 26% de estudiantes que señalaban estar “muy de acuerdo” con la afirmación antes de la intervención (pretest) a tener 24% después de la intervención (postest). Un 39% menciona estar “algo en acuerdo” con la afirmación a

diferencia del 31% que se tenía inicialmente, lo mismo sucede con el apartado “ni en acuerdo ni en desacuerdo” donde en el pretest se presentó un 28% de alumnos y en posttest un 29%, por otro lado un 10% de los estudiantes en el pretest manifestaba estar “algo en desacuerdo” con la afirmación de ítem, en comparación del 5% que lo mencionaron en el posttest, así como un 5% de la población señaló en el pretest no estar “nada de acuerdo” con la premisa planteada, en comparación del 3% que se registró en el posttest (Gráfica 8).

Gráfica 8. Comparación de las frecuencias del pretest y posttest de concordancia de los estudiantes para el ítem “La Biología es agradable y estimulante para mí”.



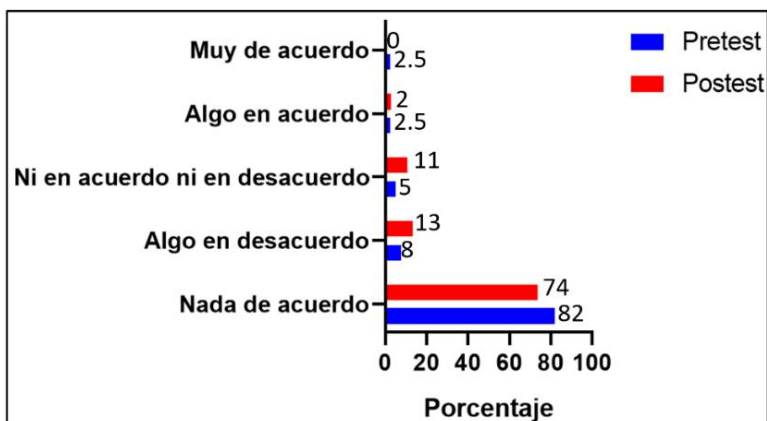
Para la prueba de chi-cuadrada no se encontró diferencias significativas ($X^2 = 1.3$; $p > 0.05$), los resultados en consecuencia sugieren que tanto al inicio como al término de la intervención la percepción de los estudiantes se mantiene, con un mayor porcentaje que está “de acuerdo” con que la Biología es una materia agradable y estimulante para ellos.

Ítem 14: Nunca me ha gustado la Biología y es el área que más temo.

Finalmente con este ítem se observó el cambio en las respuestas de los estudiantes a la premisa “nunca me ha gustado la Biología y es el área que más temo”, se pasó de tener 2.5% de estudiantes que señalaban estar “muy de acuerdo” con la afirmación antes de la intervención (pretest) a tener 0% después de la intervención (posttest). Siguiendo con la descripción de los porcentajes de la población a este ítem, un 2% señaló estar “algo en acuerdo” con la afirmación a diferencia del 2.5% que se tenía inicialmente, lo mismo sucede con el apartado de “ni en acuerdo ni en desacuerdo” donde en el pretest se presentó un 5% de alumnos y en el posttest un 11%, por otro lado el 8% de los estudiantes en el pretest manifestaban estar “algo en desacuerdo” con la afirmación del ítem contrastando con el 13% de los que lo mencionaron en el posttest, para terminar se encontró que un 82% de la

población señaló en el pretest no estar “nada de acuerdo” con la premisa planteada, comparado con el 74% que se recopiló en el postest (Gráfica 9).

Gráfica 9. Comparación de las frecuencias del pretest y postest de concordancia de los estudiantes para el ítem “Nunca me ha gustado la Biología y es el área que más temo”.



En la prueba de chi-cuadrada no se encontró diferencias significativas ($\chi^2 = 2.4$; $p > 0.05$), por lo que los datos obtenidos sugieren que tanto al inicio como al término de la intervención la percepción de los estudiantes es la misma, con un mayor porcentaje que está en desacuerdo con que “la Biología es una materia que no les gusta”.

Siguiendo con la valoración de los reactivos del postest, a continuación, se muestra en la Tabla 11 el porcentaje del nivel de concordancia de los estudiantes en los ítems enfocados en la valoración del videojuego, para posteriormente exponer un análisis de los mismos.

Tabla 11. Porcentaje del “nivel” de concordancia de la población de estudiantes respecto a los ítems del postest enfocados en la valoración del videojuego.

Ítem	Porcentaje del “nivel” de concordancia de la población de estudiantes respecto a los ÍTEM.					Análisis
	Nada de acuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en acuerdo	Muy de acuerdo	
Ítem 3: Ha sido fácil utilizar el videojuego	0	0	13	21	66	El ítem 3 está diseñado con la finalidad de conocer cómo los estudiantes se sintieron con el uso del videojuego, los controles y su interfaz, ya que en el ámbito procedimental la jugabilidad representa un reto conceptual al ordenar sus ideas, procedimental al ponerlas en práctica y actitudinal al darse cuenta de sus errores, superar la frustración y buscar la respuesta correcta. En este sentido los estudiantes refieren que el juego ha sido fácil de usar, se tenía un 66% de la población que está “muy de acuerdo”, 21% que está “algo de acuerdo” y solo 13% que no está “ni en acuerdo ni en desacuerdo”.

Ítem						Análisis
	Nada de acuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en acuerdo	Muy de acuerdo	
Ítem 4: Puedo moverme libremente por los escenarios	0	2.5	7.5	24	66	En el ítem 4 se encuentra igualmente relacionado con el diseño del videojuego, específicamente con la sensación de movimiento, esto me permite saber dónde mejorar la experiencia de juego-aprendizaje. Un 66% señala que "está muy de acuerdo" con el hecho de que puede moverse libremente por los escenarios, un 24% está "algo de acuerdo", mientras 7.5% no está "ni en acuerdo ni en desacuerdo" y por último solo el 2.5% percibe estar "algo en desacuerdo con esta afirmación", cabe señalar que ningún alumno mencionó estar completamente en desacuerdo con la premisa del ítem.
Ítem 5: Entiendo todas las instrucciones que el juego me da.	0	0	13	29	58	Con el ítem 5 se sondeó entre los estudiantes que tan "claras" son las instrucciones del juego para los estudiantes, ya que de estas depende el hecho de que ellos puedan comprender, analizar y resolver problemas expuestos en el videojuego. Un 66% de la población menciona que está "muy de acuerdo" con que las instrucciones son claras, un 24% menciona que esta "algo de acuerdo", 7.5% dice no estar "ni en acuerdo ni en desacuerdo" y solo un 2.5% menciona que está "algo en desacuerdo". Si bien es poca la población que menciona que pueden resultar poco claras las instrucciones, se debe prestar mayor cuidado en este rubro, la escritura y narrativa son parte fundamental para el entendimiento de un videojuego y más si este es de carácter educativo.
Ítem 6: Entiendo todas las frases que el videojuego me dice.	0	2.5	2.5	37	58	El ítem 6 tuvo como objetivo observar las percepciones de los estudiantes específicamente en la parte narrativa/lingüística de los personajes del videojuego, las frases que este les da y que les envuelve no sólo en el contexto fantástico del juego sino también en la parte conceptual del tema de la herencia mendeliana. En general un 95% (58%+37%) de los estudiantes "concorda" en algún grado en que "entiende las frases del videojuego", aun así se debe prestar atención al 2.5% que no está "ni en acuerdo ni en desacuerdo" y al 2.5% que está "algo en desacuerdo" con la premisa, pues estos porcentajes de estudiantes contemplan que aún hay un área de mejoramiento en este apartado.
Ítem 7: Me parece buena la calidad del videojuego.	0	0	5	29	66	El ítem 7 se empleó para analizar las opiniones de los estudiantes con respecto a una valoración general/global de la calidad del videojuego, donde el 66% expresó estar "muy de acuerdo" con que les parece que la calidad del juego es buena, 29% menciona que esta "algo de acuerdo" y tan solo 5% señala no estar "ni en acuerdo ni en desacuerdo", es importante recalcar que no se registró ningún estudiante que mencionara que la calidad del videojuego fuera mala, esto refiere que existió una percepción positiva de la herramienta.
Ítem 8: Sus botones son sencillos de utilizar.	0	0	2	16	82	En el ítem 8 se observó que el 98% de los estudiantes tiene algún grado de concordancia con la premisa de que en el videojuego "los botones son fáciles de usar", mientras que solo el 2% menciona que no está "ni en acuerdo ni en desacuerdo". En este apartado de igual manera no se registró alumnos que señalaran no estar de acuerdo con la premisa expuesta. Debe señalarse que entre mejor sea la experiencia del juego en apartados como jugabilidad, experiencia de juego y controles, será más accesible e interesante para los estudiantes.
Ítem 9: Los contenidos del videojuego son	0	0	5	21	74	Con el ítem 9 se encontró que el 74% de los estudiantes dice estar "muy de acuerdo" con esta premisa, 21% menciona estar "algo de acuerdo" y solo se contó con un 5% que señala no estar "ni en acuerdo ni en desacuerdo", de no se localizó ningún estudiante que exprese estar en algún grado de

comprensibles para mí.						"desacuerdo" con el hecho de que el contenido de los videojuegos les sea comprensible.
Ítem	Nada de acuerdo	Algo en desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Algo en acuerdo	Muy de acuerdo	Análisis
Ítem 10: Me he enterado de todo lo que había que hacer en el videojuego.	0	0	8	24	68	Finalmente para el ítem 10 se observó en la población que el 68% de los estudiantes dice estar "muy de acuerdo" con la afirmación "me he enterado de todo lo que había que hacer en el videojuego" mientras que 24% menciona estar "algo en acuerdo" con la premisa, lo que muestra un total del 92% de estudiantes que demostraron estar en algún grado de "acuerdo" con la afirmación, un número bastante alto si se considera por otro lado que solo el 8% de la población menciona no estar "ni en acuerdo ni en desacuerdo". De la misma forma ningún estudiante refirió "no estar de acuerdo" con esta premisa.

V.1.2 Análisis del aprendizaje conceptual: Conocimientos biológicos sobre la herencia mendeliana pretest y postest.

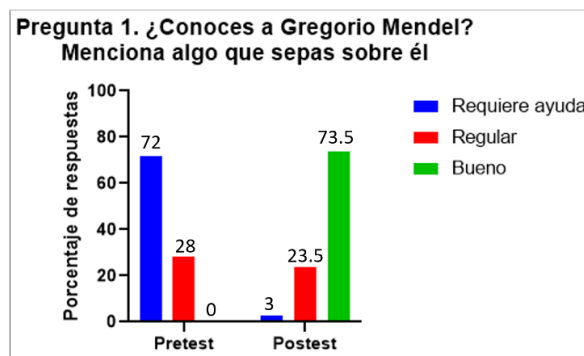
Preguntas abiertas

Se muestra a continuación los resultados de las cinco preguntas abiertas sobre la parte conceptual de herencia mendeliana del pretest y postest (Anexo 4) con relación a la frecuencia de aciertos en las respuestas de los estudiantes, siguiendo los criterios de evaluación y clasificación de una rúbrica para categorizar su desempeño (Tabla 9) localizada en el apartado IV. *Estrategia metodológica, IV.4 Pruebas estadísticas y Alpha de Cronbach*, el desempeño de las respuestas fue dividido en "buena, regular y requiera ayuda".

Pregunta 1. ¿Conoces a Gregorio Mendel? Menciona algo que sepas sobre él.

En esta pregunta se observa cómo cambia la frecuencia antes y después de la intervención didáctica. Se observa como de tener más del 60% de estudiantes que "necesitaban ayuda" antes de la intervención (pretest), se bajó a menos del 10% después de la intervención (postest). Por otro lado se encontró que el porcentaje de estudiantes con desempeño "regular" en el pretest no varió mucho con el porcentaje de aquellos que tuvieron este desempeño en el postest, sin embargo los porcentajes si cambiaron por completo en el nivel de desempeño "bueno" pues se pasó de un 0% antes de la intervención a más del 60% después de la misma (Gráfica 10).

Gráfica 10. Nivel de desempeño de las respuestas de los estudiantes en el pretest y postest para la pregunta 1.

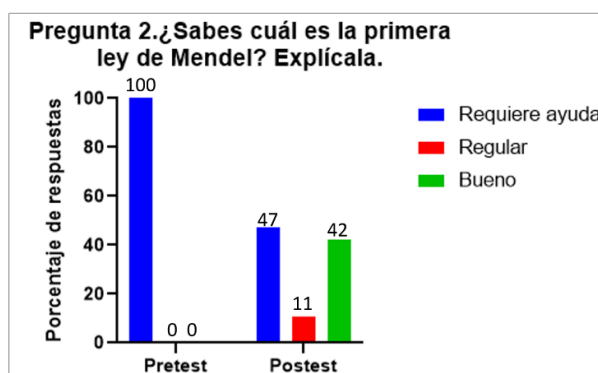


En el análisis de esta pregunta, se realizó una prueba de chi-cuadrada (χ^2), con dicho estadístico se encontró con diferencias significativas entre las frecuencias del pretest y el postest ($\chi^2 = 53.3$; $p < 0.0001$) las tendencias de los resultados señalan la influencia de la intervención docente en la adquisición de este conocimiento.

Pregunta 2. ¿Sabes cuál es la primera ley de Mendel? Explícala.

Se observa en esta pregunta cómo hay cambios en la frecuencia antes y después de la intervención didáctica con el videojuego. Se observó como de tener más del 100% de estudiantes que “necesitaban ayuda” antes de la intervención (pretest), se bajó a 50% después de la intervención (postest). Por otro lado, se encontró que el porcentaje de estudiantes con desempeño “regular” en el pretest varió mucho pues se pasó de 0% a aproximadamente 10% en el postest. En el nivel de desempeño “bueno” las frecuencias también cambiaron de un 0% antes de la intervención a aproximadamente 40% después de la misma (Gráfica 11).

Gráfica 11. Porcentaje del nivel de desempeño de las respuestas de los estudiantes en el pretest y postest para la pregunta 2.

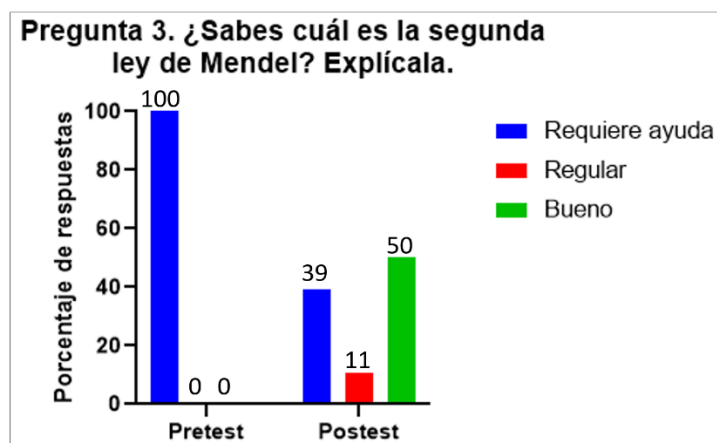


En el análisis de esta pregunta, se realizó una prueba de chi-cuadrada (X^2), con dicho estadístico se encontraron diferencias significativas entre las frecuencias del pretest y el postest ($X^2 = 27.7$; $p < 0.0001$), con estos resultados se sugiere que efecto de la intervención, los estudiantes logran alcanzar niveles de desempeño mejores a los que tenían antes de la misma, mientras en el pretest se tenía un 100% de respuestas del nivel de desempeño “requiere ayuda”, en el postest se encontró que predominó el nivel de desempeño “requiere ayuda” y “bueno”, aunque también se tiene presencia de respuestas en el rubro “regular”, por lo que las tendencias de los resultados señalan la influencia de la intervención docente en la adquisición de este conocimiento.

Pregunta 3. ¿Sabes cuál es la segunda ley de Mendel? Explícala.

Al igual que la pregunta anterior se puede observar cómo cambia la frecuencia de los datos antes y después de la intervención didáctica. Se observa cómo se pasó de una frecuencia del 100% de estudiantes que “necesitaban ayuda” antes de la intervención (pretest), a tener aproximadamente 40% después de la intervención (postest). Por otro lado se encontró que el porcentaje de estudiantes con desempeño “regular” en el pretest tuvo variación, se pasó de tener 0% en el pretest a aproximadamente 10% en el postest. Para el nivel de desempeño “bueno” se pasó de tener un 0% antes de la intervención a poco más de 40% de estudiantes que mostraban este tipo de respuestas después de la misma, en el postest (Gráfica 12).

Gráfica 12. Porcentaje del nivel de desempeño de las respuestas de los estudiantes en el pretest y postest para la pregunta 3.



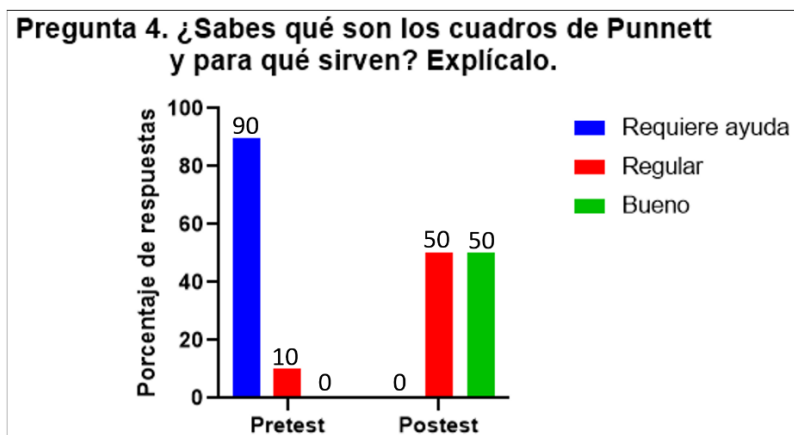
El estadístico de chi-cuadrada arrojó para esta pregunta una diferencia significativa ($X^2 = 33.6$; $p < 0.0001$) entre las frecuencias obtenidas en el pretest y postest. Las tendencias en

los resultados sugieren que dado el efecto de la intervención los estudiantes logran alcanzar niveles de desempeño mejores a los que tienen antes de la misma, pues en el pretest se tiene un 100% de respuestas del nivel de desempeño “requiere ayuda”, mientras que en el postest se encontró que el desempeño con mayor predominancia es “requiere ayuda” y “bueno”, aunque también se observó presencia de respuestas el rubro “regular”.

Pregunta 4. ¿Sabes qué son los cuadros de Punnett y para qué sirven? Explícalo.

Para esta pregunta en inicio se tenía aproximadamente 90% de estudiantes que presentaban un nivel de desempeño “requiere ayuda” ya que en sus respuestas manifestaban no conocer que era un cuadro de Punnett, sin embargo, después de la intervención este número se redujo a 0%. Por otro lado, se encontró que el porcentaje de estudiantes con desempeño “regular” en el pretest varió de tener menos del 10% en el pretest a aproximadamente 50% en el postest. Para el nivel de desempeño “bueno” la conducta fue similar, ya que también se observó un incremento, pues se pasó de tener un 0% antes de la intervención a más de 40% después de la misma (Gráfica 13).

Gráfica 13. Porcentaje del nivel de desempeño de las respuestas de los estudiantes en el pretest y postest para la pregunta 4.

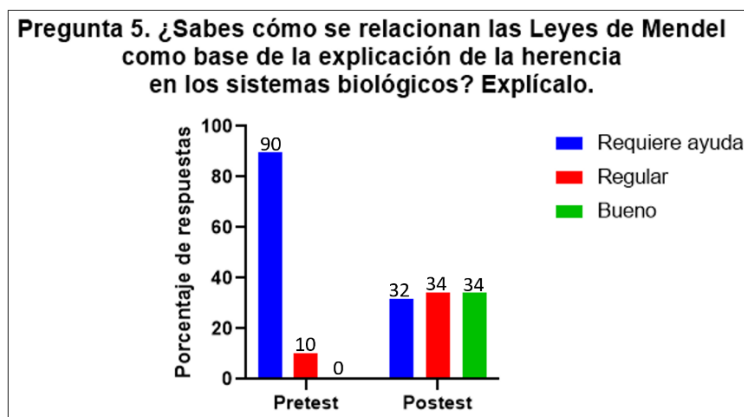


Al realizar el estadístico de chi-cuadrada se encontraron diferencias significativas ($X^2 = 63.7$; $p < 0.0001$) entre las frecuencias obtenidas antes y después de la intervención, estos resultados sugieren que consecuencia de la intervención docente, los estudiantes logran alcanzar mejores niveles de desempeño a los que tienen antes de la misma, así como en el pretest se observó poco más de 90% de respuestas del nivel de desempeño “requiere ayuda”, mientras que en el postest predomina el nivel de desempeño “regular” y “bueno”, teniendo una completa ausencia del nivel “necesita ayuda”.

Pregunta 5. ¿Sabes cómo se relacionan las Leyes de Mendel como base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos? Explícalo.

En esta pregunta en pretest se registró aproximadamente 90% de estudiantes que presentaban un nivel de desempeño “requiere ayuda” en sus respuestas, número que se ve contrastado después de la intervención, ya que este bajó aproximadamente a un 30%. De la misma forma se puede observar que el porcentaje de estudiantes con desempeño “regular” antes de la intervención varió de tener menos del 10% a aproximadamente 30% después de la intervención. De igual forma se encontró que el nivel de desempeño “bueno” también tuvo un incremento, pues se pasó de tener un 0% antes de la intervención a aproximadamente 30% (Gráfica 14).

Gráfica 14. Porcentaje del nivel de desempeño de las respuestas de los estudiantes en el pretest y postest para la pregunta 5.

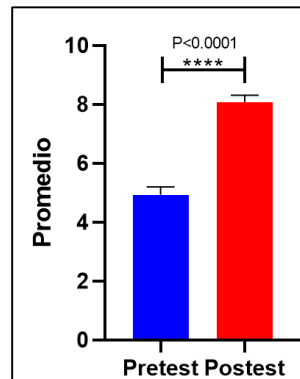


En este ítem para la prueba de chi-cuadrada en la comparación de las frecuencias obtenidas, se encontró una diferencia significativa ($\chi^2 = 29.0$; $p < 0.0001$), lo que sugiere que la intervención docente cambió la distribución de las frecuencias, los estudiantes logran alcanzar mejores desempeños, se puede observar en el pretest donde se tuvo poco más de 90% de respuestas del nivel de desempeño “requiere ayuda”, mientras que en el postest se tuvieron frecuencias muy similares entre los tres niveles de desempeño (bueno, regular y requiere ayuda), de aproximadamente 30%, esto puede deberse a que si bien para algunos estudiantes el concepto de las leyes de Mendel les quedó claro y logran ligarlo con la herencia en los sistemas biológicos, se tuvo una parte de la población que aún presenta dificultades para hacerlo.

Preguntas de opción múltiple

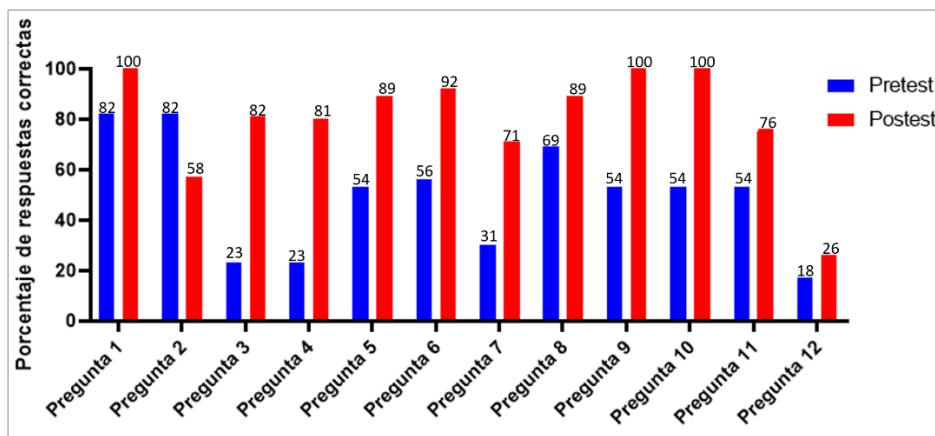
Las 12 preguntas de opción múltiple del pretest y el postest fueron analizadas con el estadístico de la U de Mann-Whitney, encontrando una diferencia significativa ($U= 133$; $p<0.0001$) entre el promedio de las calificaciones obtenidas antes (pretest) y después de la intervención (postest), tal como puede observarse en la Gráfica 15. Estos resultados sugieren que la intervención docente tuvo un efecto positivo en el desempeño de las preguntas de opción múltiple enfocadas en el aprendizaje conceptual de los estudiantes, pasando de tener un promedio grupal de 5 en el pretest a uno de 8.3 en el postest.

Gráfica 15. Comparación del promedio entre la calificación en el pretest y postest, con una diferencia significativa para la prueba U de Mann-Whitney ($p<0.0001$). También se observa la mediana (5.0 vs 8.3) y error estándar correspondiente a cada grupo (0.2 vs 0.2).



A continuación, en la Gráfica 16 se puede observar el porcentaje de respuestas correctas que los estudiantes presentaron en cada una de las 12 preguntas del pretest y el postest.

Gráfica 16. Comparación del promedio expresado en porcentaje de respuestas correctas del pretest y postest.



Como puede observarse las frecuencias de respuestas correctas cambian en cada pregunta, mientras las frecuencias de la pregunta 12 se mantienen parcialmente. Por lo que se realizó una prueba de chi-cuadrada (X^2) a cada pregunta del pretest y postest (Anexo 4) para comparar la proporción de respuestas correctas vs la proporción de respuestas incorrectas y analizar si estas cambiaron debido a la intervención (Tabla 12).

Tabla 12. Comparación por pregunta, de las frecuencias de respuestas correctas vs incorrectas usando el estadístico de chi-cuadrada (X^2), el valor crítico de comparación con una $\alpha=0.05$ fue 3.8 en todos los casos.

No. de pregunta	*Pretest (antes de la intervención)						$X^2_{calculado}$ VS X^2_{tablas}		Decisión	
	*Postest (después de la intervención)						$X^2_{calculado}$	X^2_{tablas}		
	A	B	C	D	No respondió	Total de respuestas				
1	5	2	32	0	0	39	7.5	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	0	0	38	0	0	38				
2	5	0	32	1	1	39	5.3	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	11	5	22	0	0	38				
3	9	1	19	9	1	39	26.3	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	31	5	2	0	0	38				
4	9	4	6	20	0	39	24.0	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	30	0	0	8	0	38				
5	7	21	7	3	1	39	11.9	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	2	34	2	0	0	38				
6	7	6	4	22	0	39	12.7	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	1	0	2	35	0	38				
7	18	5	12	3	1	39	12.5	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	10	0	27	1	0	38				
8	4	27	4	1	3	39	4.7	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	3	34	0	1	0	38				
9	9	6	1	21	2	39	22.8	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	0	0	0	38	0	38				
10	2	21	13	3	0	39	22.8	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	0	38	0	0	0	38				
11	5	4	21	6	3	39	4.2	>	3.8	Las frecuencias de las respuestas son diferentes.
	0	1	29	7	1	38				
12	10	7	7	15	0	39	0.7	<	3.8	Las frecuencias de las respuestas no son diferentes.
	19	3	10	6	0	38				

*En naranja se observan los resultados de las frecuencias del pretest, en verde se observan los resultados del posttest y en rojo las frecuencias de las respuestas correctas en cada pregunta.

Hipótesis nula (Ho): Las frecuencias de las respuestas son iguales antes y después de la intervención.

Hipótesis alternativa (Ha): Las frecuencias de las respuestas son diferentes antes y después de la intervención.

Para analizar cada pregunta me apoyé de la tabla “*Respuestas de las preguntas de opción múltiple (aprendizaje conceptual)*”, la cual para mayor detalle puede consultarse en la sección de *Anexo 5. Respuestas de las preguntas opción múltiple (aprendizaje conceptual)*, la cual posee la interpretación del número de pregunta, incisos correspondientes y respuesta correcta. A continuación, se muestra en la Tabla 13 el desglose de las doce preguntas de opción múltiple con su respectiva respuesta correcta, así como el análisis que se hace de cada reactivo respecto a los resultados obtenidos de la comparación de la distribución de sus frecuencias (chi-cuadrada) antes y después de la intervención.

Tabla 13. Preguntas de opción múltiple, respuesta correcta y análisis.

Pregunta.	Respuesta correcta	Análisis
1. Personaje que propuso las bases de la Genética moderna.	Gregor Mendel	Se observó después de la intervención como cambió la frecuencia de las respuestas de los estudiantes de manera significativa según la prueba de chi-cuadrada (Tabla 12), pues de tener estudiantes que seleccionaban respuestas como: a) Charles Darwin y b) Thomas Hunt Morgan se pasó a tener estudiantes que respondían en 100% a la opción correcta de la pregunta c) Gregor Mendel.
2. Las unidades de la herencia son los _____, que son segmentos de DNA ubicados en lugares específicos (loci) de los cromosomas.	Genes	En la pregunta 2 se encontró una diferencia significativa entre las frecuencias de respuestas después de la intervención (Tabla 12), sin embargo en esta ocasión se pasó de tener la mayor frecuencia en la respuesta correcta c) genes antes de la intervención a tener una frecuencia considerable de estudiantes que seleccionaron las respuestas a) alelos y b) locus, esto puede discutirse debido a que antes de la intervención los estudiantes no conocían los términos de “alelo” o “locus” y al ser términos que por momentos pueden parecer “similares”, después de la intervención cuando los estudiantes ya les conocían, presentaban dudas entre la definición de los mismos. Por lo que en este apartado se necesita trabajar más en la estrategia didáctica y el videojuego, para definir con mayor claridad cada uno de los conceptos.
3. La ubicación física de un gen en un cromosoma se llama:	Locus	En este reactivo se observó como las frecuencias cambiaron significativamente (Tabla 12), se pasó de tener estudiantes con respuestas diversas en todos los incisos de opción múltiple, predominando las opciones incorrectas, a tener después de la intervención una frecuencia mayor en la respuesta correcta a) Locus y muy pocos estudiantes seleccionaron ítems incorrectos como: b) Loci y c) Alelo.
4. Cada organismo producto de la reproducción sexual tiene dos genes para una misma característica, uno de estos genes proviene de la madre y otro más del padre. A cada uno de estos dos genes que codifican para la misma característica se les denomina:	Alelos	De la misma forma en la pregunta 4 se encontró un cambio en las frecuencias de las respuestas (Tabla 12), pues de tener un grupo de respuestas incorrectas donde la respuesta incorrecta más seleccionada fue d) Genotipo (20), después de la intervención se pasó a tener una mayor frecuencia (30) en la respuesta correcta a) Alelos y solo 8 individuos seleccionaron la respuesta incorrecta d) genotipo (Tabla 12). La población descartó por completo las opciones b) Loci y c) Fenotipo después de la intervención.
5. A un organismo que posee un par de alelos idénticos se le denomina como:	Homocigoto	Para la pregunta 5 se obtuvieron antes de la intervención la mayoría de respuestas en el inciso b) Homocigoto (21) (Tabla 12), la cual era la respuesta correcta, pero también se tuvo frecuencias considerables en las respuestas a) Heterocigoto (7), c) Raza pura (7) y d) Híbrido (3), después de la intervención aumentó el número de respuestas correctas (34), con la prueba de chi-cuadrada se comprobó que las frecuencias cambiaron significativamente (Tabla 12).
6. Expresión física de los genes de un individuo generada por las interacciones entre los genes y el medio ambiente:	Fenotipo	En la pregunta 6 de igual forma las frecuencias de respuestas incorrectas a) Homocigoto, b) Heterocigoto y c) Genotipo se vieron reducidas y las frecuencias de respuestas correctas aumentaron significativamente después de la intervención (Tabla 12), esto puede deberse a que los estudiantes ya tenían conocimientos previos sólidos sobre estas preguntas y la intervención los reforzó.

Pregunta.	Respuesta correcta	Análisis
7. Es el conjunto de toda la información genética de un organismo, que puede o no expresarse.	Genotipo	La pregunta 7 permite observar en el posttest una reducción de las respuestas incorrectas a) Gen b) Alelo y d) Fenotipo y un incremento de estudiantes que seleccionaron la respuesta correcta c) Genotipo, esto respecto al pretest tal cual se puede consultar en la Tabla 12.
8. El apareamiento entre dos individuos en los que está implicado un solo carácter.	Cruza monohíbrida	Se observó en la pregunta 8 como las frecuencias de respuestas incorrectas se vieron reducidas y las frecuencias de respuestas correctas aumentaron significativamente después de la intervención (Tabla 12). La mayoría de los estudiantes se inclinó por contestar la respuesta correcta b) Cruza monohíbrida.
9. Alelo de un gen cuya expresión genética no se manifiesta en el fenotipo porque el alelo del otro gen homólogo es dominante, pero que se mantiene latente y puede transmitirse posteriormente.	Recesivo	En la pregunta 9 se pasó de tener respuestas diversas en su mayoría incorrectas antes de la intervención a tener un 100% de respuestas correctas después de la misma (Tabla 12), los estudiantes que integran el grupo de estudio lograron en su total, identificar el alelo que no se manifiesta en un fenotipo si es que un alelo dominante está presente, al menos al término de la intervención cuando se aplicó el posttest.
10. Es una manera cómoda de pronosticar los genotipos y fenotipos de la descendencia de una cruce que sigue los principios de la herencia mendeliana.	Método de los Cuadros de Punnett	En la pregunta 10 al igual que en la pregunta 9, el 100% de los estudiantes seleccionó la respuesta correcta b) Método de los cuadrados de Punnett, por lo que se concluyó que los estudiantes pueden identificar al menos de manera inmediata al término de la intervención que la manera cómoda de pronosticar los genotipos y fenotipos de la descendencia de una cruce que sigue los principios de la herencia mendeliana, es el cuadro de Punnett.
11. La herencia independiente de dos o más rasgos es un principio que se resume en la...	Ley de la distribución independiente	Se encontró que en la pregunta 11 que de manera significativa existen diferencias entre la distribución de las frecuencias del pretest y posttest (Tabla 12), los estudiantes seleccionaron en su mayoría la opción correcta c) Ley de la distribución independiente, consecuencia se disminuyeron las respuestas incorrectas, que se concentraron en la opción d) ley de la segregación y b) principio de la uniformidad.
12. Cuando la expresión genética de un fenotipo en particular, únicamente y exclusivamente se manifiesta cuando ambos alelos en un organismo son iguales, es porque dichos alelos son:	Recesivos	Por último, en la pregunta 12 la prueba de chi-cuadrada confirma que es la única pregunta en donde las frecuencias de las respuestas no son diferentes antes y después de la intervención, predominando de las respuestas incorrectas; a) dominantes, b) híbridos y d) complementarios, mientras que el inciso correcto c) recesivos aunque pareciera mostrar una frecuencia un poco más alta antes que se realizará la intervención, no es algo significativo. Estos se pueden deber entre muchos factores a la redacción de la misma pregunta o incluso a un problema de comprensión lectora hasta una confusión con los incisos, lo cual indicaría que es un tópico al cual se le debe revisar cuando se realice de nuevo una intervención del tema.

De manera general se observa cómo en once de las doce preguntas de opción múltiple se obtuvo una diferencia de frecuencias que se atribuyó a la intervención docente y que en la mayoría de las mismas, diez de estas once preguntas, las frecuencias que aumentaron fueron aquellas relacionadas con la selección de respuestas correctas por parte de los estudiantes, esto demuestra que hubo un efecto positivo en la consolidación del aprendizaje conceptual de estas 12 preguntas de opción múltiple, al menos durante la realización de la intervención y al término de esta.

V.1.3 Análisis del aprendizaje procedimental: cuadro de Punnett de la guía de juego.


Como se detalla en la metodología durante la actividad del videojuego en la segunda sesión de la estrategia se utilizó una guía de juego (Anexo 8) con la finalidad de recopilar los logros de los estudiantes mientras usaban dicha herramienta, se destacó de esta guía los 3 ejercicios de cuadros de Punnett que debían realizar para completar el juego *Mendelian* (Anexo 12), dichos problemas fueron diseñados con el contenido del programa de estudios de la materia de Biología I del Colegio de Ciencias y Humanidades (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2016) y el Portal académico CCH (García, 2017), así como con su propia bibliografía de la cual se retomaron los textos: *Biología. La vida en la Tierra con fisiología* (Audesirk, Audesirk, y Byers, 2013) y *Principios de genética* (Gardner, Simmons y Snustad, 2002), estos ejercicios planteaban lo siguiente:

1. La anemia falciforme es un rasgo recesivo en los humanos. Para expresar esta enfermedad, una persona afectada debe heredar dos alelos recesivos (ee). (E) Es portador de un alelo normal mientras que (e) es el alelo portador de la anemia falciforme. ¿Cuál es la probabilidad de que los hijos sean heterocigotos (Ee), si ambos padres también son heterocigotos (Ee)?
2. En los jitomates, la forma bola (R) es dominante de la forma saladet (r) que es recesiva. Se cruzaron un jitomate bola (Rr) con un jitomate saladet (rr). ¿Cuál es la probabilidad de que se obtengan descendientes de tipo bola?
3. En algunas razas de perros, el pelo rizado (R) domina sobre el pelo liso (r). En otro cromosoma se localiza la característica de ladrar cuando los perros siguen un rastro y es producida por un alelo dominante (L) mientras que su alelo recesivo codifica para el carácter de ser silencioso (l). Una perrita de pelo rizado, silenciosa (RRll), tiene cachorros con un perrito de pelo liso y ladrador (rrLl). ¿Qué probabilidad tienen de que los cachorros nazcan con pelo rizado y sean silenciosos?

Cuando la actividad se realizó, todos los equipos (se generaron 5 equipos de 5 personas, 2 equipos de 4 y 1 equipo de 6 personas) lograron terminar el juego demostrando un dominio del procedimiento necesario para realizar e interpretar un cuadro de Punnett, dado que si no comprendían las mecánicas de cómo realizarlo no podrían seguir avanzando en el mismo (el juego exigía introducir las respuestas de los cuadros de Punnett en una clave numérica para poder continuar avanzando con el mismo), a continuación se muestran


algunos de los cuadros de Punnett que los alumnos realizaron en equipo para resolver los problemas (Imagen 4, 5, 6 y 7).

Imagen 4. Cuadros de Punnett realizados por el equipo 1 durante la actividad del videojuego.



MENDELIAN

Un videojuego sobre herencia mendeliana



3. Cuando entras al árbol misterioso debes superar ciertas pruebas para seguir avanzando. Anota el procedimiento y resultados de los problemas que te han expuesto.

Para saber cuantos hijos heterocigotos (Aa) saldrán de 2 padres igual heterocigotos (Aa), tenemos que utilizar un cuadro de Punnett.

Aa	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Habrán 2 hijos heterocigotos y 2 homocigotos.

Para saber cuantos jitomates bola (R) obtendremos de dos padres Rr (jitomate bola) y rr (jitomate saladet), utilizaremos el cuadro de Punnett.

Rr/rr	R	r
r	Rr	rr
r	Rr	rr


Obtendremos 2 hijos Rr, y 2 rr.

Para saber qué tipos de hijos tendrá una perrita de pelo rizado, silenciosa (RRll) con un perrito de pelo liso y ladrador (rrLl), usaremos igual un cuadro de Punnett.

RRll	Rl	Rl
rrLl	RrLl	RrLl
rl	Rrll	Rrll

Obtendremos un 50 por ciento de probabilidad de que nazcan con pelo rizado y silenciosos.

Imagen 5. Cuadros de Punnett realizados por el equipo 2 durante la actividad del videojuego.




3. Cuando entras al árbol misterioso debes superar ciertas pruebas para seguir avanzando. Anota el procedimiento y resultados de los problemas que te han expuesto.

El primer ejercicio nos plantea los cuadros de punnett en el cual teníamos que descifrar el porcentaje de que los hijos sean heterocigotos si ambos padres cuentan con alelos Ee y Ee: la respuesta al cuadro nos dió 50%


El segundo ejercicio fue sobre el tomate de bola y el saladet, tuvimos que realizar el cuadro de punnett si los alelos eran Rr y rr, lo que nos indica que el 50 % de los tomates serían de bola

El tercer equipo nos hace mención acerca del pelo lacio, rizado, silencioso o escandaloso en los perros, realizando el cuadro de punnett nos dió que el 50% de los hijos de los perros con alelos RRll y rrLl serían de pelo rizado y silenciosos .

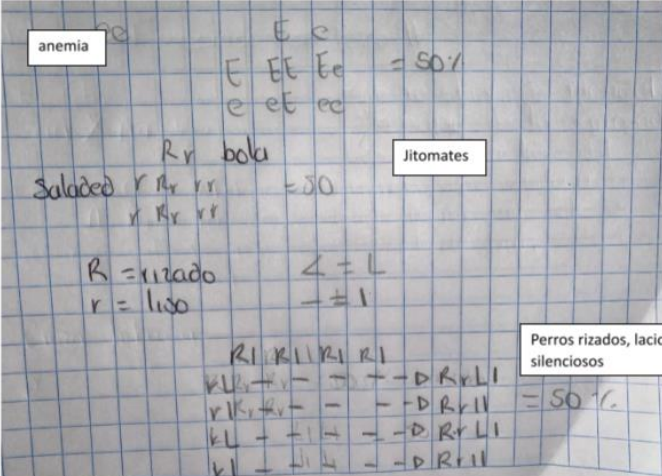
Cuadros de punnett utilizados en la actividad:



perros con alelos RRll y rrLl serían de pelo rizado y silenciosos .



Cuadros de punnett utilizados en la actividad:




anemia

Jitomates

Perros rizados, lacios, ladadores y silenciosos

79

Imagen 6. Cuadros de Punnett realizados por el equipo 3 durante la actividad del videojuego.



pruebas para seguir avanzando. Anota el procedimiento y resultados de los problemas que te han expuesto.

En el de la anemia falciforme, como en los demas, se hace un cuadro de Punnett con los genotipos que nos daban en este caso era herencia de alguien con anemia falciforme (ee) y alguien normal (Ee):

	E	e
e	Ee	ee
e	Ee	ee

Con esto nos damos cuenta que hay un 50% de probabilidad de heredar la anemia falciforme (ee) y el otro 50 que no.

En el segundo, los tomates, es uno que ya habiamos hecho anteriormente en clase con los tomates tipo bola(Rr) y los tomates tipo saladet(rr)

	R	r
r	Rr	rr
r	Rr	rr

En este tambien hay un 50% de probabilidad de obtener tomates tipo saladet y 50% de probabilidad de que sean tipo bola.

En el tercero y mas largo, el de los perros se presento la cruza de dos perros, cada uno con caracteristicas diferentes, en el pelo uno lo tenia rizado con un ladrido ruidoso(RrIi) y el otro con pelo liso y un ladrido mas silencioso(rrIi)

	Ri	Ri	Ri	Ri
rI	RrIi	RrIi	RrIi	RrIi
ri	RrIi	RrIi	RrIi	RrIi
rI	RrIi	RrIi	RrIi	RrIi
ri	RrIi	RrIi	RrIi	RrIi

La probabilidad de que tengan pelo rizado con ladridos silenciosos es de 50% y la probabilidad de que tengan un pelo rizado con un ladrido ruidoso es de 50%

Imagen 7. Cuadros de Punnett realizados por el equipo 4 durante la actividad del videojuego.

RPG Maker®
MENDELIAN
 Un videojuego sobre herencia mendeliana

3. Cuando entras al árbol misterioso debes superar ciertas pruebas para seguir avanzando. Anota el procedimiento y resultados de los problemas que te han expuesto.

1- ANEMIA

	E	e
E	EE	Ee
e	Ee	ee

50%

2- JITOMATE

	R	r
r	Rr	rr
r	Rr	rr

50%

3-PERROS

	rL	rl	RI	RI
RI	RrLI	RrIl	RRII	RRII
RI	RrLI	RrIl	RRII	RRII
rL	rrLL	rrLI	RrLI	RrLI
rl	rrL	rrIl	RrIl	RrIl

50%

Retomando la pregunta número cuatro “¿Sabes qué son los cuadros de Punnett y para qué sirven? Explícalo” de la sección de Preguntas abiertas del apartado V.1.2 Análisis del aprendizaje conceptual: Conocimientos biológicos sobre la herencia mendeliana pretest y postest encontrada en V.1 Resultados y análisis, se observó que más del 90% de los estudiantes antes de la intervención no conocían que era un “cuadro de Punnett”, estos resultados contrastan ampliamente con los resultados obtenidos en el videojuego, los cuales se registraron en la guía de juego, porque en ellos se muestra como los estudiantes lograron adquirir una habilidad procedimental para realizar estos cuadros e interpretarlos con la finalidad de resolver un problema, al menos durante y al término de la intervención.

V.1.4 Análisis del aprendizaje actitudinal: Cartel sobre la importancia de enseñar herencia Mendeliana.

Para este aprendizaje los estudiantes realizaron en equipo la construcción de un cartel que no solo les permitió sintetizar, analizar, organizar y exponer la información del tema, sino que la actividad fue dirigida para que los alumnos presentaran en la misma la “importancia biológica del tema”, debían plantear la exposición en torno a las siguientes preguntas: ¿cómo ellos podrían convencer a otro de la importancia biológica de aprender herencia mendeliana y sus contenidos?, se les dio para esta actividad una rúbrica de apoyo (Anexo 10) y un ejemplo (Anexo 9), además se les solicitó que se ayudaran de los contenidos del videojuego (Anexo 12). Se resalta de la misma forma que al ser esta la actividad final de la intervención, se reforzaron los conceptos importantes (gen, alelo, locus, cuadro de Punnett, herencia, caracteres, dominante, recesivo, cruce monohíbrida, cruce dihíbrida, fenotipo, genotipo etc.), consolidando los conocimientos adquiridos antes y durante la elaboración de los carteles. Cada equipo expuso en 7 minutos, posteriormente en 3 minutos se les dio retroalimentación y se le cuestionó sobre los aprendizajes. A continuación, se muestran algunos de los carteles que los estudiantes elaboraron como evidencia del aprendizaje, donde se encuentra organizada la información que se expuso de manera clara (Imagen 8, 9, 10, 11 y 12).

Imagen 8. Cartel del equipo 1

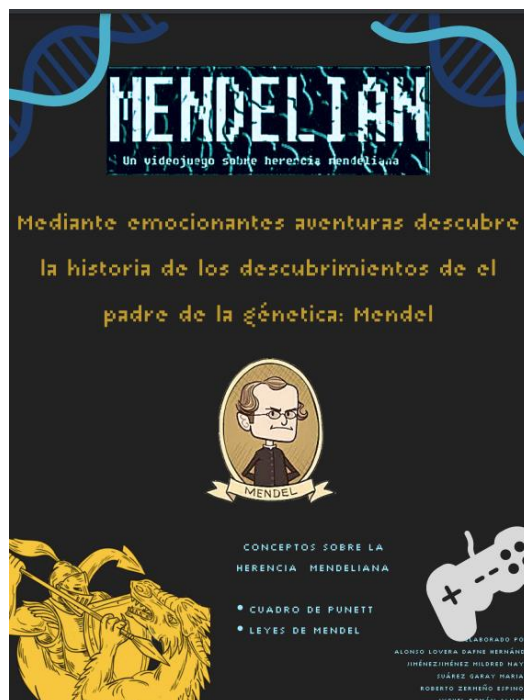


Imagen 9. Cartel del equipo 2



Imagen 10. Cartel del equipo 3



Imagen 11. Cartel del equipo 4



Imagen 12. Cartel del equipo 5

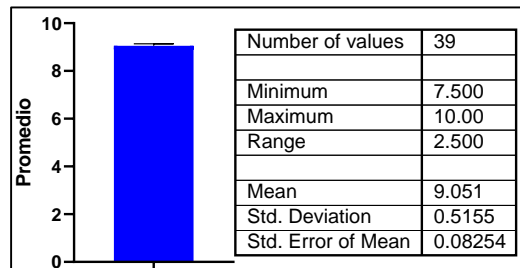


Dentro de las ideas que refirieron y mencionaron los estudiantes durante sus exposiciones se resalta la mención de las leyes de Mendel como un medio fundamental para comprender la herencia, así como la importancia de reconocerlas como un medio científico que explica la herencia en los sistemas biológicos y no “brujería”, también mencionaron conceptos clave del tema como; alelo, fenotipo, locus, loci, genotipo y cuadro de Punnett.

La evaluación del aprendizaje la realizaron los propios estudiantes, en una actividad de autoevaluación y con ayuda de la rúbrica que inicialmente se les proporcionó para guiarse en la elaboración de su trabajo, además de resaltar que tomaran en consideración el trabajo que realizaron como equipo, al respecto Beltrán (2010) menciona que la autoevaluación implica el comprender e interiorizar las razones y sentidos de la evaluación del propio individuo, de tal suerte que sea posible aprovechar los resultados surgidos de ella para planificar una mejora en los procedimientos, conceptos o actitudes. En la población de estudiantes la mayoría de ellos reconocieron en sí mismos el aprendizaje, calificándose con

valores entre el 7.5 y 10, por lo que se obtuvo un promedio de nueve en el grupo (Gráfica 17).

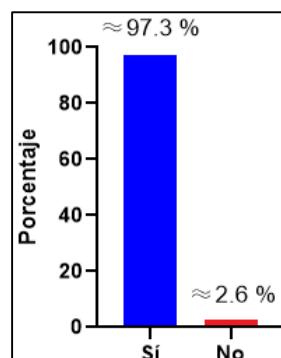
Gráfica 17. Promedio, mínimo, máximo, media, desviación estándar y error de las calificaciones del cartel que los alumnos se asignaron en su autoevaluación.



V.1.5 Valoración general del videojuego y motivación.

Al final de la intervención en el postest se hicieron tres preguntas a los estudiantes (Anexo 4), estas están relacionadas con el uso del videojuego como recurso de enseñanza y la motivación que les provoca a los estudiantes. La primera de ellas fue: ¿Crees que este videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana? ¿Por qué?, cuyos datos interpretaron en principio contabilizando el número de alumnos que opinaban que el juego era interesante para aprender el tema y aquellos que no, para posteriormente obtener un porcentaje (Gráfica 18).

Gráfica 18. Porcentaje de estudiantes que responden sí o no a la pregunta: ¿Crees que este videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana?

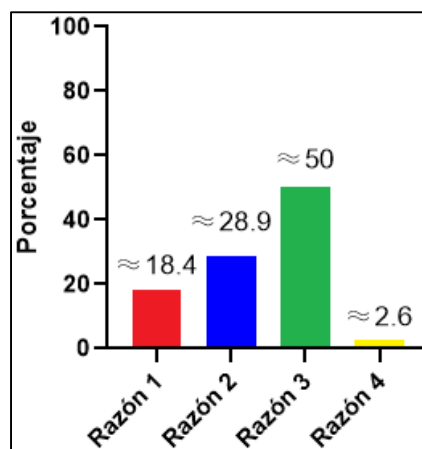


Igualmente se recopilaban las respuestas que justificaban su opinión, las cuales se dividieron en cuatro razones principales siguiendo los criterios clave que presentaban mayor frecuencia entre sus respuestas tal como se especifica en la Tabla 5 encontrada en *IV. Estrategia metodológica sección IV.3 Evaluación e instrumentos de evaluación en el*

apartado IV.3.5 Evaluación general del videojuego y motivación, estas razones son las siguientes; Razón 1: *El videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana porque es más fácil recordar y entender la información*, razón 2: *El videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana porque ayuda a interactuar con el tema y a recordar conceptos*, razón 3: *El videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana porque los conceptos y procesos del tema se reafirman de manera divertida con los retos del videojuego* y razón 4: *El videojuego no es interesante para aprender herencia mendeliana porque se necesita más conocimientos sobre el tema antes de jugar un videojuego*.

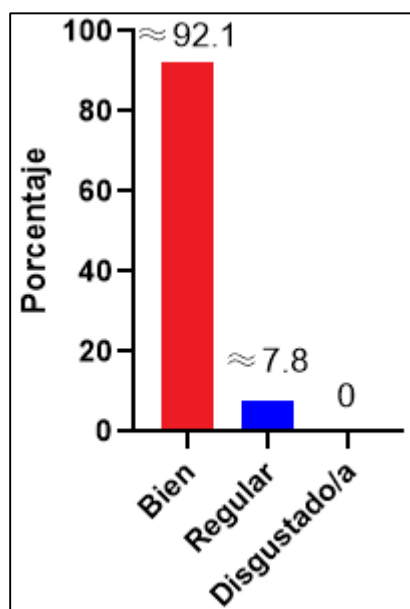
Se organizaron los datos recolectados de estas cuatro razones principales, se contabilizaron y se obtuvo un porcentaje de cada frecuencia de respuestas (Gráfica 19). Donde se observó que aproximadamente el 50% de los estudiantes menciona la razón 3 para justificar que el videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana porque les ayuda a que los conceptos y procesos del tema se reafirmen de manera divertida con los retos del videojuego, aproximadamente 28.9 % opina que la razón por la que creen que el videojuego es útil para aprender herencia mendeliana es porque les ayuda a interactuar con el tema y a recordar conceptos (razón 2), mientras que cerca de 18.4 % da como justificación a su respuesta el hecho de que con el videojuego les es más fácil recordar y entender la información (razón 1). Por otro lado los estudiantes que no creen que el videojuego sea interesante para enseñar herencia mendeliana ($\approx 2.6\%$) mencionan que necesitan más conocimientos sobre el tema antes de jugar un videojuego (razón 4).

Gráfica 19. Porcentaje de estudiantes que responden la razón que justifica la pregunta: ¿Por qué crees o no, que este videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana?



La segunda pregunta que se hizo al final de la intervención fue: ¿Cómo te sentiste mientras jugabas el videojuego junto a tu equipo? Después de clasificar la sensación de cada alumno en Bien, Regular y Disgustado/a según los criterios que se establecieron en la metodología, los cuales se pueden consultar en la Tabla 6 encontrada en *IV. Estrategia metodológica sección IV.3 Evaluación e instrumentos de evaluación en el apartado IV.3.5 Evaluación general del videojuego y motivación*, se procedió sus respuestas y contabilizarlas en porcentaje (Gráfica 20), obteniendo que aproximadamente 92.1 % señaló sentirse “bien”, pues señalan que se sienten cómodos, divertidos, motivados, emocionados o intrigados con la actividad, con esto se observa que un número sumamente alto de la población muestra una actitud positiva ante el uso de este recurso, ya que sólo ≈ 7.8 % de los estudiantes manifestaron sentirse de manera “regular” durante la actividad y un 0% mencionó percibirse disgustado/a.

Gráfica 20. Porcentaje de estudiantes que manifestaban sentirse bien, regular o disgustado/a durante el uso del videojuego.

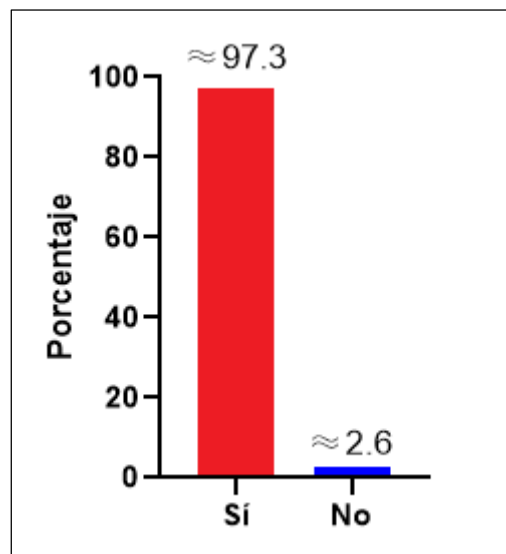


La última pregunta que se realizó a los estudiantes fue respecto a la motivación, específicamente la interrogante fue la siguiente: ¿Te sentiste motivado por la actividad?, en la cual las respuestas fueron divididas en los dos rubros que especificaron los alumnos, “sí” y “no”. En este caso se encontró que de la población aproximadamente el 2.6% manifestó que el videojuego no les motivó sin dar más especificaciones de la razón de su opinión, mientras que ≈ 97.3 % expresó que el videojuego les motivó durante la intervención (Gráfica 21), algunos de los motivos que los estudiantes mencionaron son aspectos importantes en

el aprendizaje cómo; la emoción positiva (diversión), el trabajo en equipo o el aprecio de realizar actividades distintas, otras razones que ellos mencionaron directamente se muestran a continuación:

- *“Me agrado la experiencia de poder jugar con mis compañeros, y claramente me sentí motivado a realizar más actividades similares.”*
- *“Sí me sentí motivada, pero fue un poco difícil trabajar con mi equipo, pues un compañero no le servía el micrófono y se nos hizo difícil la comunicación entre nosotros desde un inicio, por ello no pudimos terminar el juego en el tiempo determinado.”*
- *“Me sentí motivado y alegre al estar conviviendo con mis compañeros y creando conocimiento mediante el mismo, fue un poco confuso al principio porque no sabíamos qué hacer y la actividad aunada al juego no nos salió muy bien al no haber tenido una organización buena, sin embargo, cada uno de nosotros pudimos aprender cada concepto y actividad que el juego nos mostraba.”*
- *“Algo nerviosa, pero al momento emocionada. Sí me sentí motivada, como digo fue algo muy dinámico y súper divertido.”*

Gráfica 21. Porcentaje de estudiantes que manifestaban sentirse motivados (si) y porcentaje de estudiantes que manifiestan no sentirse motivados (no).



V.2 Discusión

A continuación conforme a los objetivos planteados en este trabajo de tesis, se procederá a discutir los resultados obtenidos a partir de la implementación de la estrategia didáctica fundamentada en el uso del videojuego RPG “*Mendelian*” para la enseñanza del tema *Herencia Mendeliana*, de esta manera se discutirá y profundizará sobre el papel que desempeña un videojuego en la enseñanza del tópico, además de englobar los alcances de la estrategia didáctica en el aula, así como las posibles modificaciones que pueden hacerse a la misma para su mejoramiento y aplicación a futuro. Los resultados revelan diversos aspectos positivos en cuanto a la construcción de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales por parte de los estudiantes de Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), plantel Oriente y Vallejo, además de evidenciar la pertinencia y eficacia de utilizar dicha estrategia didáctica para la enseñanza de temas complejos y abstractos para los alumnos.

En el inicio de la estrategia didáctica se aplicó un pretest con el objetivo de conocer los conocimientos previos de los estudiantes, que en palabras de autores como Barry (2011), Bombelli y Barberi (2012), entre otros autores, son el pilar de la enseñanza de un docente, ya que cada estudiante viene acompañado de un conjunto de saberes, conocimientos y experiencias, según el ambiente sociocultural y familiar en el cual se ve inmerso, que en la estrategia fue similar en los estudiantes, pues todos ellos se encontraban recibiendo sus clases desde sus hogares a través de un dispositivo electrónico y una conexión a internet. En el caso de los estudiantes del CCH los resultados de esta evaluación diagnóstica no solo sirvieron de referencia para la adecuación de la estrategia didáctica, sino que evidenciaron las carencias que los alumnos presentaban en cuanto a conocimientos del tema y de manera general de conceptos básicos sobre la Genética como: gen, fenotipo o genotipo. Tal como menciona Santos *et al* (2020) los estudiantes presentan como principal problema la asimilación de conceptos erróneos sobre la relación genoma-organismo-ambiente debido a la influencia del lenguaje popular en terminologías como la de “gen” o “Genética”, además de poco conocimiento previo sobre la estructura y función de material genético. En este sentido debe señalarse qué si bien los estudiantes manifestaban no saber del tema, muchos de ellos también señalaron de manera verbal haber “escuchado” del tema anteriormente, pero no recordar nada al respecto del mismo, lo cual también evidencia un aprendizaje no significativo por parte de los estudiantes. De esta manera autores como

Barry (2011) también señala la importancia de “detectar” aquellas ideas que los estudiantes puedan tener sobre el tópico, por mínimas que estas sean, ya que estas serán la base a transformar a partir de la intervención y retroalimentación constante, con la finalidad de ayudar a los alumnos no solo a subsanar sus deficiencias, sino a alcanzar todo su potencial en el aprendizaje del tema. Con esto también queda evidenciado que es necesario recopilar más conocimiento previo sobre el tema, pues si bien se buscó en los estudiantes aquel relacionado con el tema de herencia mendeliana, no fue así con otros temas importantes como meiosis o estructura del DNA que son tópicos esenciales para la enseñanza del tema, pensar el conocimiento previo de estos temas ayudaría a estructurar y adecuar mejor la estrategia.

En la parte de la evaluación diagnóstica se encontró en el análisis de las preguntas abiertas (conceptual y procedimental) una total carencia de los conocimientos pertenecientes a la herencia mendeliana, pues predominaron respuestas en blanco o inconclusas que denotaban un total desconocimientos del tema, siendo categorizadas en el apartado de alumno que “*necesita ayuda*”, se observó un alto porcentaje de estudiantes que presentan dificultades para reconocer y describir tópicos básicos del tema como lo son el papel de Gregorio Mendel, las Leyes de Mendel, el uso del cuadro de Punnett o la relación de las leyes de Mendel con la herencia en los sistemas biológicos. Dicho fenómeno observado en las respuestas de las preguntas abiertas de los estudiantes, fue respaldado y congruente con la sección de preguntas de opción múltiple donde se obtuvieron resultados similares, donde se reafirmó que la mayoría de ellos presentaba un gran porcentaje de respuestas erróneas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gómez (2022) quien en sus propias palabras argumenta que *“Dos de los principales problemas de los alumnos al momento de aprender herencia mendeliana son la falta de conocimientos previos sobre los conceptos pertenecientes al tema y la falta de conocimiento de conceptos como la probabilidad estadística, que es la base matemática para entender los mecanismos de herencia de caracteres”*.

Al respecto tienen estudios como el de Dougherty, Pleasants, Solow, Wong, y Zhang (2011) quienes analizan los conocimientos previos sobre Genética de estudiantes de secundaria en Estados Unidos, resaltando la baja comprensión de términos genéticos como; variación continua, poligenia, expresión génica diferencial, causalidad multifactorial y la conexión entre mutaciones y enfermedades genéticas hereditarias frente a somáticas. Mientras el mayor dominio de los estudiantes se muestra en los conceptos de genes, alelos y herencia

mendeliana. Al respecto estos autores responsabilizan a los docentes y al sistema educativo estadounidense por no contar con una adecuada instrucción pedagógica para plantear cómo enseñar dichos temas. Así pues, los conocimientos previos que registran los estudiantes de secundaria de los EU, son muy distintos a los que se encuentran en los estudiantes de CCH con los cuales se trabajó, ya que estos muestran un menor dominio de los conceptos genéticos, son incapaces de reconocer, diferenciar o definir las terminologías de gen, alelo o herencia mendeliana. Para cambiar esta situación se propone integrar nuevas estrategias didácticas con videojuegos, como la que se presenta en este trabajo, con el fin de motivar a los estudiantes en el aprendizaje sobre el tema y a largo plazo analizar si con ello se consiguen resultados distintos.

En el pretest también se obtuvieron datos descriptivos de la población, los cuales para el estudio resultan imprescindibles, se encontró entre estos resultados, un grupo heterogéneo de estudiantes de edades entre 15 y 21 años, del mismo modo esta población demostró estar interesada en el área de las ciencias de la salud (45%) como elección de carrera o como materia favorita, seguido aproximadamente por un 10% en el área de las ciencias físico-matemáticas. Al respecto Vázquez-Cupeiro (2015) sugiere que se debe favorecer siempre un alto interés en todas las áreas de las ciencias, además de promover la diversidad a través de la participación equitativa de hombres y mujeres, con una igualdad de oportunidades, no solo con una visión de justicia social, sino también de aprovechamiento de talento, desarrollo socioeconómico y competitividad, esto debido a que las mujeres han pasado de la exclusión a la segregación en el ámbito de la ciencia. La estrategia didáctica propuesta y el videojuego como herramienta, incentivan al estudiante a poner en práctica el método científico, observar, analizar, tomar decisiones, experimentar, tener errores, aciertos, discutir y realizar conclusiones, esto independientemente de su género. El videojuego *Mendelian* les permitía a los estudiantes elegir entre dos personajes igualmente capaces (con las mismas estadísticas de juego) un guerrero de armadura plateada o una guerrera de armadura dorada.

Otro resultado interesante es el porcentaje perteneciente al dispositivo electrónico con el cual los estudiantes tomaban sus clases virtuales (consecuencia de la pandemia), donde más del 50% de los alumnos señalaban como herramienta principal su computadora, seguidos por un 30% que usaba el celular y un 5 % quienes lo hacían en una tableta. Para este trabajo dicho apartado resulta un área de oportunidad, ya que el videojuego ideado para esta tesis, fue diseñado para utilizarse en un sistema operativo (SO) igual o superior

Windows XP®, no así en SO's de tabletas o celulares smartphones, tal como puede ser el sistema Android® o iOS®, sin embargo ante el eventual regreso a clases de los estudiantes a las aulas físicas en la modalidad presencial, es necesario adecuar la estrategia con posibles soluciones como la transferencia de un sistema operativo a otro, para que de esta manera se pueda progresar de tener el videojuego disponible para un nicho reducido a tenerlo disponible para la mayor cantidad de dispositivos, principalmente en celulares, los cuales resultan ser los dispositivos electrónicos más comunes entre jóvenes y que son fácilmente transportables. Por otro lado en el aspecto de la desigualdad entre institución o poblaciones de estudiantes diversas donde el acceso a la información y a la educación está restringida por la infraestructura con la que cuente el centro educativo o la del propio estudiante, al respecto Cifuentes-Faura (2020) comenta que desde el cierre de las escuelas, sólo en español han sido publicados en la base de datos *Google Scholar* cientos de artículos con las palabras clave "desigualdad educativa", "Covid-19" y "consecuencias". Esto debido a que sin la infraestructura de los centros educativos (internet, computadoras, centros de copiado, etc.) los estudiantes se vieron obligados a "conseguir" la propia, si bien la desigualdad es algo que en esta presente en la educación global, así como en la mexicana antes y después de la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2, esta se vio exacerbada por el fenómeno mundial de esta enfermedad, como alternativa ante este escenario se propone que el videojuego utilizado en esta estrategia sea portable a celulares y que los profesores puedan contar con al menos tres o cuatro dispositivos con los cuales orientar y enseñar a los estudiantes, lo cual podría ser ventajoso, ya que el juego no necesita conexión a internet y ante la falta de electricidad, siempre se puede contar con baterías recargables para los celulares, las cuales poseen un bajo peso, tamaño y costo. En palabras de Tello y Cascales (2015) las tecnologías de la comunicación (TICs) tienen, un papel importante no solo en el ámbito educativo sino en el escenario social, cultural y económico, por lo que su incorporación adecuada y beneficiosa debe ser una prioridad, la cual no solo debe depender de los centros educativos, sino también recae en todo un entramado institucional, donde el docente tendrá un papel principal. Las TICs como el videojuego diseñado en esta estrategia didáctica son una herramienta que beneficia ampliamente al alumno, por lo que debe procurarse mantenerse presente siempre que sea posible.

Por otro lado, se reportó en la población un gran interés inicial por los videojuegos (pretest), es de señalar que después de la intervención didáctica estas percepciones positivas se mantuvieron sin cambios significativos. Estas apreciaciones concuerdan con lo que López

(2016) señala acerca del significado del juego para la sociedad, dicho autor refiere que los juegos han sido siempre actividades tratadas como un entretenimiento, un tiempo dedicado a "distraerse" de las ocupaciones serias de la vida, tal como los estudiantes suelen percibirlo y expresarlo, pero de igual forma señala este autor que no se puede perder de vista que el juego también ha sido una forma de educación e instrucción más, un ejercicio básico para entender parte de ese adiestramiento social que las diferentes culturas han dotado a sus miembros. En este caso, el hecho de que los estudiantes muestren en su mayoría una disposición positiva al uso de un videojuego como herramienta educativa, no solo facilita la utilización de esta herramienta en el grupo, sino que también permite observar una motivación intrínseca por parte los estudiantes durante su empleo.

En cuanto a la apreciación de los alumnos por la Biología, la mayoría del grupo expresó su agrado por el área, percepción que volvió a mantenerse después de la intervención docente, estos datos son congruentes con los intereses de los estudiantes anteriormente descritos, donde se reafirma esta inclinación al área de las Ciencias de la salud por parte del grupo.

La calidad del videojuego es también indispensable, tal como se muestra en la *Tabla 11. Porcentaje del "nivel" de concordancia de la población de estudiantes respecto a los ítems del postest enfocados en la valoración del videojuego* de la sección *Análisis de reactivos del postest* se obtuvieron resultados muy favorables por parte de los estudiantes en apartados como jugabilidad, interfaz/controles, transmisión de diálogos, instrucciones y contenido (postest). Secciones en las cuales se reportó porcentajes positivos mayores al 80 %, donde los estudiantes manifestaban estar de acuerdo en que el juego era fácil de usar, con botones sencillos de comprender, interfaz adecuada, así como claridad en los contenidos, instrucciones y diálogos. Puntuaré que contar con una valoración favorable de poco más del 80% de los estudiantes hacia los componentes de la herramienta, permite analizar y reflexionar sobre su desarrollo, reafirmando con esto posturas como la propuesta por Marqués (2001), López (2016) o Wilson *et al.* (2018), quienes señalan de manera reiterada que; los videojuegos son una herramienta rica, que genera aprendizajes significativos y motiva a los estudiantes, siempre y cuando los docentes posean la orientación adecuada para crearlos (seleccionando los contenidos conceptuales, procedimentales o actitudinales adecuados, para posteriormente modificarlos a la interfaz del juego deseado), además de la capacitación e infraestructura necesaria para aplicarlos.

En la evaluación sumativa con el fin de observar en los estudiantes su desempeño sobre el aprendizaje conceptual, el uso de las preguntas abiertas y de opción múltiple fue clave, ya que permitió no solo analizar si los estudiantes reconocían y relacionaban los tópicos del tema, sino que también permitió percatarse si lograban comprenderlos y explicarlos. En consecuencia se registró un aumento significativo de las respuestas correctas en la mayoría de los reactivos, sin embargo se puede dejar pasar que específicamente en algunos reactivos, si bien se mejoró de manera significativa el desempeño de los alumnos, se resalta que la mejora del desempeño no se dio en todos los ítems de manera uniforme, tal como se muestra en la Tabla 12 y 13 con la pregunta 12 (ítem que buscaba que el estudiante analizara un enunciado sobre alelos dominantes y recesivos para contestar el reactivo), ítem en el cual se continuó teniendo respuestas insatisfactorias por parte de los estudiantes o en el caso de las preguntas abiertas cuando se les pedía explicar las leyes de Mendel o relacionarlas con la herencia en los sistemas biológicos, algunos estudiantes presentaban aún ideas vagas y confusas, por lo que no existe suficiente información de anclaje que le permita al estudiante poder abordar estos ejercicio de manera adecuada, estos alumnos se relacionan con lo que reporta Gómez (2022), cuyo trabajo indica que si bien los estudiantes utilizan los procedimientos para dar una solución a los problemas o relacionar conceptos, esto no implica que haya forzosamente una comprensión de los conceptos y/o fundamentos planteados o con lo reportado por Dougherty, Pleasants, Solow, Wong, y Zhang (2011), quienes puntualizan que una de las razones por la cual los estudiantes no logran conseguir un buen aprendizaje es debido a que el docente no cuenta con una adecuada instrucción pedagógica en un tema, en este sentido se debe analizar en planteamiento de la pregunta 12 de opción múltiple, así como lo forma de comunicar y evaluar los aprendizajes implicados en ella, para en un futuro contar con una estrategia más sólida que permita obtener mejores resultados. No obstante, a estos datos, el obtener de manera general un porcentaje mayor al 50 % de estudiantes que mejoraron su desempeño en las preguntas abiertas, ha demostrado que pueden no solo reconocer el concepto, sino que también entenderlo y explicarlo, esto se puede consultar en *V.1 Resultados y análisis* apartado *V.1.2 Análisis del aprendizaje conceptual: Conocimientos biológicos sobre la herencia mendeliana pretest y postest* sección *Preguntas abiertas*.

En la sección de preguntas de opción múltiple pasó de un promedio general de 5 en el pretest a un promedio de 8 después de la intervención, mostrando de manera significativa un incremento en el promedio grupal, esto se concluyó después de aplicar una prueba de U-Mann-Whitney ($p < 0.0001$), lo que permite discutir como los estudiantes relacionan y

distinguen mejor los conceptos pertenecientes al tema como: alelo, gen, dominante, recesivo, ley de Mendel, cuadro de Punnett, Gregor Mendel, locus o loci. Esto no exenta por otro lado de mejorar la estrategia didáctica, ya que estos resultados sugieren que también se tiene un área de oportunidad por desarrollar, aquella que permita analizar los contenidos de la estrategia y su uso. De tal forma, se propone mejorar esta estrategia didáctica con una revisión exhaustiva de sus contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales del tema; ya que algunos de los mismos aunque recuperados del contenido validado por el Colegio de Ciencias y Humanidades, siguen presentando errores que pueden confundir tanto a estudiante como a docentes, además de mejorar la evaluación y herramientas de evaluación, así como integrar instrumentos adecuados de evaluación personal, ya que en un grupo es importante constatar que todos los integrantes están alcanzando el objetivo de aprendizaje.

En el apartado del aprendizaje procedimental se trabajó con la realización de cuadros de Punnett, los estudiantes en la actividad del videojuego tenían que analizar y resolver en equipo problemas de cuadros de Punnett, es oportuno señalar que todos los estudiantes lograron terminar dichos problemas de manera satisfactoria, demostrando comprensión, análisis y una adecuada resolución del problema para llegar a un resultado y explicarlo. El videojuego en este aspecto propició y motivó al 100% de los estudiantes en el desarrollo de estos aprendizajes procedimentales. En este sentido el trabajo en equipo fue fundamental, los alumnos lograron desarrollar los problemas gracias a que entre ellos pudieron explicarlos y ayudar a sus compañeros a comprenderlos, de manera que todo el equipo pudiera desarrollar la respuesta, como lo menciona Díaz-Barriga y Hernández (2005) el aprendizaje colaborativo en cualquier estrategia didáctica propicia beneficios amplios para los alumnos como; desarrollo de respuestas diversas, creatividad, fundamentación de opiniones, profundización de habilidades interpersonales, toma de decisiones, además del desarrollo del pensamiento colaborativo y la reflexión, aunque también no se puede dejar de lado que también se debe evaluar este conocimientos de manera individual, por lo que otro punto a mejorar en la estrategia es incluir la evaluación individual en este aprendizaje procedimental.

Por otra parte, en el aprendizaje actitudinal se les solicitó a los estudiantes realizar un cartel para exponer en torno a la pregunta “¿cómo ellos podrían convencer a otro, de la importancia biológica de aprender herencia mendeliana y sus contenidos?”. La acción de realizar un cartel según Bernal (2010) es un proceso complejo que implica organizar,

sintetizar, analizar y presentar de forma concisa y amena. Así pues, los estudiantes realizaron una autoevaluación para esta actividad, Beltrán (2010) menciona que la autoevaluación permite que el estudiante reflexione, es una evaluación del propio individuo para sí mismo, aquella que involucra comprender e interiorizar las razones y sentidos de su valoración. En el grupo se observaron estas cualidades descritas por Beltrán (2010), ya que se observó cómo los estudiantes evaluaron su desempeño durante sus exposiciones, la argumentación de su respuesta, sentido, propósito, contenido, organización, resultados, además del trabajo en equipo y la elaboración del cartel (creatividad), consecuentemente a esta actividad de autoevaluación los alumnos se asignaron calificaciones entre 7.5 y 10, obteniendo un promedio grupal de nueve, manifestando no solo una percepción sobre sus propios conocimientos, sino que de la misma forma, lograron reconocer las áreas de oportunidad que tienen, para mejorar su dominio del tema y habilidades personales. Retomando el área de oportunidad de la estrategia didáctica, el incluir la evaluación de todos hacia todos en la actividad podría permitir observar cómo percibió el resto del grupo la participación y desempeño de sus compañeros.

Finalmente en los resultados que se obtuvieron acerca de la valoración general del juego, 95% de los estudiantes expresaron en primer lugar que el juego era útil para aprender herencia mendeliana, como principal razón argumentaron que el videojuego les permitía reafirmar los conceptos y procesos del tema de manera divertida a partir de los retos que se exponían en el mismo, también no podemos dejar de comentar que la razón por la cual el videojuego no les parecía útil a los estudiantes para enseñar el tema (menos del 3% del grupo lo menciona) es la necesidad de más conocimientos sobre el tema antes de jugar un videojuego, tal como se observa en el apartado de *Valoración general del videojuego*. Ante estos resultados se destacó que los estudiantes que percibieron que el videojuego no les fue útil para aprender, fue un porcentaje bajo, citando a Gómez (2022) siempre se puede mejorar la conducción de la estrategia didáctica por parte del docente para que los alumnos aprendan de mejor manera los conocimientos (conceptuales, procedimentales y actitudinales), sin embargo no se debe de dejar de lado el papel que juegan los alumnos del componente emocional y social, sobre todo la motivación intrínseca y extrínseca. En cuanto a las sensaciones que presentaron durante el uso del videojuego, los resultados mostraron que más del 92% se sintieron “bien” durante la actividad, cerca del 7.8 % “regular” y 0% “mal”, estos resultados concuerdan con lo señalado por Del Moral, Esnaola, Villalustre y Yuste (2015) quienes argumentan que los videojuegos educativos además de ayudar a los estudiantes a aprender, poseen un componente de ocio que les motiva y los hace

sentirse cómodos ante la actividad. En ese mismo contexto, en el apartado de motivación también se obtuvieron resultados interesantes, cuando se le preguntó al grupo si ellos se sintieron motivados por la actividad del videojuego el 97.3% mencionó sentirse motivado, mientras que solo el 2.6% expresó lo contrario. Estos resultados coinciden con lo que reportan diversos autores como Dondim, Edvinsson y Moretti (2004), Ortega y Pérez (2011), Eguía, Contreras-Espinosa y Solano-Albajes (2013), Soto-Ardila (2015) y Brustolin y Malta (2017), quienes señalan que si bien el videojuego educativo tiene diversos beneficios en los estudiantes como; mantener la atención y la concentración, propiciar el trabajo en equipo y la compartición de recursos, uso y control de software, práctica del discurso, de la palabra para organizar, secuenciar y clasificar el pensamiento, ideas, sentimientos y eventos, propiciando el planteamiento de respuestas y expresiones varias, etc. No obstante, el beneficio que siempre destaca entre todos, es que este recurso didáctico proporciona un alto interés y motivación entre los estudiantes para aprender un nuevo tema.

Dados los resultados expuestos y retomando los objetivos de esta tesis, los estudiantes lograron a partir de la estrategia didáctica la formación de conocimientos actitudinales, procedimentales y conceptuales sobre la herencia mendeliana, donde el uso del videojuego asumió un papel central en el proceso de enseñanza-aprendizaje, primordialmente en la motivación.

V.3 Conclusiones

- Los instrumentos de evaluación e indicadores utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje sugieren que la utilización del videojuego como herramienta para la enseñanza de la herencia mendeliana en la estrategia didáctica promovió en los estudiantes el aprendizaje de conocimientos actitudinales, procedimentales y conceptuales, aunque en unos este significado fue más sólido que en otros.
- Los aprendizajes conceptuales que los alumnos adquirieron después del uso de la estrategia y mediante el videojuego, ayudaron a que reconocieran y comprendieran conceptos básicos de la herencia mendeliana, así como la relación que existe entre las leyes de Mendel como base de la herencia en los sistemas biológicos.
- En el aprendizaje procedimental, el videojuego promovió en los estudiantes la comprensión, implementación, interpretación y significado de la elaboración de los cuadrados de Punnett en problemas pertenecientes a la herencia mendeliana.
- Del aprendizaje actitudinal, en la estrategia didáctica los estudiantes expresaron con ayuda de un cartel y por medio de una exposición la importancia biológica de aprender herencia mendeliana y sus contenidos, donde se promovieron habilidades como respeto, trabajo en equipo, tolerancia, síntesis de información, análisis y organización.
- La creación y utilización del videojuego educativo RPG (*Mendelian*) centrado en el tema de la herencia mendeliana logró incentivar a los estudiantes en el estudio del tema, durante la intervención esto fue comprobado por altos niveles de motivación.
- La actividad del videojuego promovió el desarrollo de diversas habilidades en los estudiantes como; trabajo en equipo, gestión de problemas, establecimiento de objetivos, organización de tareas, responsabilidad compartida entre compañeros, además de creación de estrategias de investigación y exploración.
- La estrategia didáctica evidencia que el videojuego es una herramienta que debe ser cuidadosamente planificada y desarrollada, para tener resultados satisfactorios, es esencial el adecuado planteamiento del objetivo para el cual se utilizará.
- En cuanto a la planificación del videojuego, se resaltan puntos importantes a considerar en la programación: interfaz, controles, movilidad, mapeado, extensión, accesibilidad, contenido e instrucciones.

- En el proceso de enseñanza-aprendizaje en el que alumnos y profesor están involucrados, el papel del docente durante el uso del videojuego y en general durante toda la estrategia didáctica es fundamental para la comunicación de los conocimientos.
- El videojuego como recurso didáctico al ser parte central de la estrategia didáctica necesita ser complementado con otras actividades como; el cartel, la clase expositiva, el cuestionario, etc. Las cuales posibiliten al docente comunicar conceptos/procesos, recopilar evidencias de aprendizaje y realizar evaluaciones.
- La estrategia didáctica planteada puede mejorarse como ya se ha señalado en la discusión, como puntos principales se señala: hacer compatible el juego para una mayor cantidad de dispositivos, permitir una mayor flexibilidad de la estrategia ante la falta de infraestructura en donde desee aplicarse, incluir otras herramientas de evaluación, además de corregir contenidos (conceptuales, procedimentales o actitudinales) que puedan crear confusión en el aprendizaje y finalmente ampliar la recopilación de conocimientos previos.

Referencias bibliográficas

1. Alvarado, M. (2014). Retroalimentación En Educación En Línea: Una Estrategia Para La Construcción Del Conocimiento. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 17(2), 59–73.
2. Amorim, A. (1997). O ensino de biologia e as relações entre ciência/tecnologia e sociedade: o que dizem os professores e o currículo do ensino médio? Repositório da produção científica e intelectual da Unicamp. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253841>
3. Arias, L. (2014). Estrategia didáctica para desarrollar habilidades de comprensión lectora de textos científicos en la disciplina de la Biología a nivel bachillerato. (Tesis de maestría) Universidad Nacional Autónoma de México. México.
4. Arias, W. y Oblitas, A. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología. Bol. Acad. Paulista de Psicologia (34) 87: 455-471
5. Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2013). Biología. La vida en la Tierra con fisiología. PEARSON Educación de México.
6. Bernal (2010). Medios tradicionales de enseñanza. Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas, 35 (19).
7. Berry, T. (2011). Pre-Test Assessment. American Journal of Business Education (AJBE), 1(19). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.19030/ajbe.v1i1.4633>
8. Bombelli, E. y Barberis, J. (2012). Importancia de la Evaluación Diagnóstica en Asignaturas de Nivel Superior con Conocimiento Preuniversitario. Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología, 5(13), Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477847114004>
9. Bonzanini, T. y Bastos, F. (2011). “Temas da Genética Contemporânea e o ensino de Ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?” Anais do VIII ENPEC e I CIEC. Recupera de : <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0389-2.pdf>
10. Boscan, F. Pirela, G. Velázquez, G. (2017). Videojuego como herramienta para el aprendizaje del método científico en adolescentes. Télématique: Revista Electrónica de Estudios Telemáticos, 16(2), 26-38. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/784/78457361002.pdf>
11. Bowling, B., Acra, E., Wang, L., Myers, M., Dean, G., Markle, G., Moshalik, C. Y Huether, C. (2008). “Development and Evaluation of a Genetics Literacy Assessment Instrument for Undergraduates.” Genetics 178, 15–22.

12. Brito-Lara, M., López-Loya, J. y Parra-Acosta, H. (2019). Planeación didáctica en educación secundaria: un avance hacia la socioformación. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 11(23), 55-74.
13. Brustolin, F., & Malta, J. (2017). Análise de Gamificação no Simulador de Operações Cibernéticas (SIMOC). *RISTI, Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, 23(1), 103-118.
14. Buske, R., y Bartholomei-Santos, M. (2019). What is worse: to mislearn or to forget? Knowledge about Mendelian inheritance among high school senior students. *Journal of Biological Education*, 1–11.
15. Buzan Gustavo. (2011). La construcción de mapas mentales mediante el apoyo geoinformático desde imágenes perceptivas hacia la modelización digital. *Revista Geografía Valpso*, 44,1-17.
16. Cabalé, M., Mendoza, A., Toro, M., Fernández, M., y Mendoza, A. (2019). Software Educativo de Introducción a la Genética Médica para estudiantes de Enfermería. *Correo Científico Médico*, 23(2), 408-422. Epub 30 de septiembre de 2019.
17. Carrasco, José Bernardo. (2004). Estrategias de aprendizaje. Ediciones Rialp S.A: Madrid.
18. Cifuentes-Faura, J. (2020). Consecuencias en los Niños del Cierre de Escuelas por Covid-19: El Papel del Gobierno, Profesores y Padres. *Revista Internacional De Educación Para La Justicia Social*, 9(3). Recuperado de: <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12216>
19. Colegio de Ciencias y Humanidades. (2016). Programas de estudio. Área Ciencias Experimentales. Biología II-IV. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA_III_IV.pdf
20. Colegio de Ciencias y Humanidades. (2018). Historia del Colegio de Ciencias y Humanidades. Origen del Colegio. Recuperado de <https://www.cch.unam.mx/historia>
21. Colegio de Ciencias y Humanidades. (2018). Misión y Filosofía. Recuperado de <https://www.cch.unam.mx/misionyfilosofia>
22. Colegio de Ciencias y Humanidades. (2018). Plan de estudios. Modelo educativo. Recuperado de: <https://www.cch.unam.mx/plandeestudios>
23. Collins, F. (2020). Mendelian Inheritance. National Genome Research Institute. Bethesda, E.U. Recuperado de: <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Mendelian-Inheritance>
24. Concepción, J. (2004). Estrategia didáctica lúdica para estimular el desarrollo de la competencia comunicativa en idioma Inglés de estudiantes de especialidades biomédicas. (Tesis de Doctorado). Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba.

25. Contreras, R. (2017). Los juegos nos motivan (y divierten). *Investigación y ciencia*. Recuperado de: <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/ciencia-y-sociedad/96/posts/los-juegos-nos-motivan-y-divierten-14955>
26. Del Moral, M., Villalustre, L., Yuste, R., y Esnaola, G. (2015). Evaluación y diseño de videojuegos: generando objetos de aprendizaje en comunidades de práctica. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, (33).
27. Deladiere, J. (2004). Organiza tus ideas utilizando mapas mentales. Gestión 2000, Barcelona.
28. Díaz y Muñoz (2013). Los murales y carteles como recurso didáctico para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3),468-479 Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92028240012>
29. Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2005). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista. Mc Graw Hill/Interamericana editores, México.
30. Dirección General de Administración Escolar, UNAM. (2021) Agenda Estadística 2021. Docencia bachillerato. Recuperado en <https://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2021/disco/#>
31. Dondi, C., Edvinsson, B., y Moretti, M. (2004). Why choose a game for improving learning and teaching processes? Guidelines for game-based learning. Lengerich: Pabst Science Publ. (pp. 20-76).
32. Dougherty, M. (2009). "Closing the Gap: Inverting the Genetics Curriculum to Ensure an Informed Public." *The American Journal of Human Genetics* 85 (1), 6–12.
33. Dougherty, Pleasants, Solow, Wong, y Zhang. (2011). A comprehensive analysis of high school genetics standards: are states keeping pace with modern genetics? *CBE life sciences education*, 10(3), 318–327. Recuperado de: <https://doi.org/10.1187/cbe.10-09-0122>
34. Eguía, J., Contreras-Espinosa, R., y Solano-Albajes, L. (2013). Videojuegos: conceptos, historia y su potencial como herramientas para la educación. *Revista 3 Ciencias TIC*, 1(2), 1-14.
35. Escalante, F. (2015). Historia mínima del neoliberalismo. El Colegio de México. México.
36. Escribano, A. (2004) Aprender a enseñar: fundamentos de didáctica general. España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha
37. Escribano, A. (2004). Aprender a enseñar: fundamentos de didáctica general. España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
38. Fell, C. (2021). José Vasconcelos, los años del águila, 1920-1925. Educación, cultura e iberoamericanismo en el México posrevolucionario, edición digital en PDF, 2 t., México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 2021, t. I (Historia Moderna y

https://historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/248b_01/248b_01_04_02_educacion_p_ueblo.pdf

39. Fernández, R. (2015). Los juegos: una herramienta para aprender álgebra. (Tesis de Master). Universidad de Cádiz. España.
40. Gaceta-UNAM. (1971). Se creó el Colegio de Ciencias y Humanidades. Tercera época, 2, 1-8. Recuperado de <https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/Gacetamarilla.pdf>
41. Gallego, M. (2009-2010). La ciencia Genética: Breve historia. Plataforma Web 2.0 para la docencia universitaria UAB. España. Recuperado de <http://bioinformatica.uab.es/genetica/curso/Historia.html>
42. García, A. (2018). Influencia de las estrategias de enseñanza de los docentes de Biología en el aprendizaje de los estudiantes de CCH Sur. (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
43. García, E. (2017). Biología I. Herencia mendeliana. Portal académico CCH. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
44. García, M. (2016). Videojuegos y educación: Press Start para crear. [Trabajo Fin de Grado Inédita]. Universidad de Sevilla, Sevilla. Recuperado de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/45073/TFG%20Marta%20Garc%C3%ADa%20Mu%C3%B1oz.pdf?sequence=1>
45. Gardner, E., Simmons, M. y Snustad, D. (2002). Principios de genética. México: Limusa-Wiley.
46. Gee, J. P. (2003). What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy. New York: Palgrave Macmillan.
47. Gericke, N., Hagberg, M., Santos, V., Joaquim, L. Y El-Hani, C. (2012). "Conceptual Variations or Incoherence? Textbook Discourse on Genes in Six Countries." *Science & Education* 23 (2), 381–416.
48. Gómez, M. (2022). Implementación del método de enseñanza estudio de caso como estrategia para mejorar el aprendizaje del tema de herencia mendeliana en alumnos del CCH-Sur. (Tesis de maestría) Universidad Nacional Autónoma de México, México.
49. Hamodi, C., López, V. y López, A. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles educativos*, 37(147), 146-161. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982015000100009&lng=es&tlng=es.

50. Huizinga, Johan (1938). *Homo ludens*. Madrid: Alianza, 2000.
51. Ibarra, B. (2020). La alegoría de la caverna de platón y las redes sociales en tiempos de COVID-19. *Eutopía*. 32: 56-58.
52. Itsván, G. (2014). Didactics 2.0: A Pedagogical Analysis of Gamification Theory from a Comparative Perspective with a Special View to the Components of Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 141, 148-151.
53. Kirriemuir, J., y Mcfarlane, A. (2004) Literature review in games and Learning. Bristol: Futurelab Series Report.
54. Kovalski, A. y Araújo, M. (2013). "A história da ciência e a bioética no ensino de Genética." *Genética na Escola* 8 (2), 154–167.
55. Lacasa, P. (2011). *Los videojuegos : aprender en mundos reales y virtuales*. Madrid: Morata.
56. Lane, A., Buckley, G., McLaughlin, K., Whitehouse, L., Knapp, S. y Cotoia, A. (2019). Punnett Square. *Biology Dictionary*. E. U. Recuperado de <https://biologydictionary.net/punnett-square/>
57. Lee, J. y Hammer, J. (2011). Gamification in Education: What, How, Why Bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2), 146.
58. Lobo, I. y Shaw, K. (2008). Thomas Hunt Morgan, genetic recombination, and gene mapping. *Nature Education* 1(1), 205. Recuperado de: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/thomas-hunt-morgan-genetic-recombination-and-gene-496/>
59. López, C. (2016). El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 8(1), 00010. Recuperado en de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802016000200010
60. López, M. (2013). *Juegos didácticos de educación ambiental enfocados al nivel medio superior*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
61. Luna, M. (2007) Técnicas didácticas. La clase expositiva. Recuperado de <http://hadoc.azc.uam.mx/tecnicas/expositiva.htm#:~:text=Ventajas%3A&text=Permite%20abarcarse%20contenidos%20amplios%20en%20un%20tiempo%20relativamente%20corto.&text=Es%20un%20bu en%20medio%20para,sin%20la%20asistencia%20del%20profesor>
62. Marqués, P. (2001). *Selección de materiales didácticos y diseño de intervenciones educativas*. España. Recuperado de <http://peremarques.pangea.org/orienta.htm>

63. Mata, J., Ronquillo, A. y Méndez E. (2020). La infografía didáctica, recurso en el desarrollo de contenidos educativos. Caso, Primera Infancia Puebla. *Zincografía*, 4(8), 44-61. Recuperado de: <https://doi.org/10.32870/zcr.v0i8.82>
64. Mendel, G. (1866). *Experiments on Plant Hybridization*. Sociedad de Historia Natural de Brünn. 4, 3–47. Recuperado de <http://old.esp.org/foundations/genetics/classical/gm-65-a.pdf>
65. Méndez, A. y Ortega, R. (2014). Estrategias de enseñanza aprendizaje y su importancia en el entorno educativo. REID. Durango, México.
66. Mojica, P. (2016). Propuesta didáctica para la enseñanza de la Genética mendeliana centrada en el aprendizaje basado en problemas en grado noveno a través de un ambiente virtual de aprendizaje. (Tesis de maestría) Universidad Pedagógica Nacional. Colombia.
67. Molina, P., Valenciano, J. y Valencia-Peris, A. (2015). Los blogs como entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en Educación Superior. *Revista Complutense de Educación*, 26 (Especial), 15–31.
68. Molina, S. y Agustín, F. (2000). Formación de modelos mentales en la resolución de problemas de Genética, en: *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 439-450.
69. Mondeja, G., Zumalacárreui, C., Martí, C. y Ferrer, S. (2000). Juegos didácticos: ¿útiles en la educación superior? *Pedagogía universitaria*. 6(3), 65-76.
70. Moreno, T. (2009). La evaluación del aprendizaje en la universidad: tensiones, contradicciones y desafíos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 14(41), 563-591.
71. Muñoz, L. y Ávila, J. (2012). Población estudiantil del CCH, ingreso, tránsito y egreso Trayectoria escolar: siete generaciones 2006-2012. Recuperado de <https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/PoblacionEstudiantilDelCCH.pdf>
72. Muñoz, P. y González, M. (2015). Utilización de las TIC en orientación educativa: Un análisis de plataformas web en los departamentos de orientación de secundaria. *Revista Complutense de Educación*, 26 (Especial), 447–465.
73. Nuño, M., Granados, O., Jara, S., Tuirán, R., Treviño, J. y Gómez, I. (2017). Modelo educativo para la educación obligatoria. *Secretaría de la Educación Pública (SEP)*, 45-47.
74. Orive, N., y Bauza, B. (2020). Factores relacionados con la retención de los contenidos de Genética Médica en la formación médica. *EDUMECENTRO*, 12(1), 169-184.

75. Oviedo, H., y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach; An Approach to the Use of Cronbach's Alfa. *Rev. colomb. psiquiatr*, 34(4), 572-580.
76. Palacino, R. (2007). Competencias comunicativas, aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales: Un enfoque lúdico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 6(2), 275-298.
77. Parra G. (2000). Bases epistemológicas de la educomunicación: definiciones y perspectivas de su desarrollo. Quito: Editorial Abya Yala. Recuperado de: [https://books.google.es/books?id=mJZTKQJzRpIC&pg=PA193&dq=Parra,+G.+\(2000\).+Bases+epistemol%C3%B3gicas+de+la+educomunicaci%C3%B3n:+definiciones+y+perspectivas+de+su+desarrollo.+Quito:+Editorial+Abya+Yala&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjT--KvKfNAhVLBB0KHd0PDIQQ6AEIJTAA](https://books.google.es/books?id=mJZTKQJzRpIC&pg=PA193&dq=Parra,+G.+(2000).+Bases+epistemol%C3%B3gicas+de+la+educomunicaci%C3%B3n:+definiciones+y+perspectivas+de+su+desarrollo.+Quito:+Editorial+Abya+Yala&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjT--KvKfNAhVLBB0KHd0PDIQQ6AEIJTAA)
78. Pérez, Á. y Ortega, J. (2011). El Potencial Didáctico de los Videojuegos: "The Movies" un Videojuego que Fomenta la Creatividad Audiovisual. *Etic@ net*, 9(10), 1-32.
79. Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York: W W Norton.
80. Plá, Sebastián. (2017). Historia y ciudadanía en el bachillerato mexicano. Una mirada desde la pedagogía por la justicia social. *Diálogo andino*, (53), 33-43.
81. Plascencia, C. y Beltrán, A. (2016). El uso de las TICs como herramienta de aprendizaje para alumnos de nivel superior. *Proceedings-©ECORFAN-México*, 14-23. Recuperado de https://www.ecorfan.org/proceedings/CDU_XI/TOMO%2011_2.pdf
82. Rios, M. (2013). El juego como estrategia de aprendizaje en la primera etapa de Educación Infantil. [Trabajo Fin de Grado Master]. Universidad Internacional de la Rioja, España. Recuperado: https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1910/2013_01_31_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1
83. Roig, J. y Araya, J. (2013). El uso del mapa mental como herramienta didáctica en los procesos de investigación realizados por los estudiantes de licenciatura de la carrera de Ingeniería Industrial. *E-Ciencias De La Información*, 3(2), 1-22. <https://doi.org/10.15517/eci.v3i2.10658>
84. Román, L. (2019). Evaluar con rúbricas: qué son, cómo aplicarlas y cuáles son sus beneficios. *Educación 3.0*. Recuperado de: <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/evaluar-con-rubricas/105774.html>
85. Rueda Beltrán, Mario. (2010). Autoevaluación y autonomía. *Perfiles educativos*, 32(130), 3-6. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982010000400001&lng=es&tlng=es.

86. Ruiz, N., Mendoza, M. y Ferrer, L. (2014). Influencia de las Tecnologías de Información y Comunicación en los roles e interrelaciones entre estudiantes y docentes en programas presenciales de educación superior. *Hallazgos*, 11(22), 435-454.
87. Sánchez, J., Ruiz, J., y Sánchez, E. (2015). Uso problemático de las redes sociales en estudiantes universitarios. *Revista Complutense de Educación*, 26(Especial), 159–174.
88. Santos, F., Ferraz, D., Klein, A., Francisco, A. y Miquelin, A. (2020). Sequência didática fundamentada na neurociência para o ensino de Genética. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias* 19(2), 359-38.
89. Smith, M., Wood, W. y Knight, J. (2007). "The Genetics Concept Assessment: A New Concept Inventory for Gauging Student Understanding of Genetics." *CBE-Life Science Education* 7, 422–430.
90. Soler, E. (2006). *Constructivismo, innovación y enseñanza efectiva*. Baruta: Editorial Equinoccio. Recuperado de: https://books.google.es/books?id=m271PqM-mswC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
91. Sotelo, A. (2000) *Neoliberalismo y educación. La huelga en la UNAM a finales de siglo*. Ediciones El Caballito. México.
92. Soto-Ardila, L. (2015). Estudio sobre la aplicación de los videojuegos en la enseñanza de la matemática: elaboración de un prototipo de juego (Trabajo de fin de Máster). Universidad de Extremadura, Badajoz.
93. Soto-Ardila, L., Niño, Melo, L., Caballero, A., y Luengo, R. (2019). Estudio de las opiniones de los futuros maestros sobre el uso de los videojuegos como recurso didáctico a través de un análisis cualitativo. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (33), 48-63.
94. Tello, I. y Cascales, A. (2015). Las TIC y las necesidades específicas de apoyo educativo: análisis de las competencias TIC en los docentes. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 18(2), 355-383.
95. Torres, M. (2010). *La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas*. Educare. San José, Costa Rica.
96. UNIR (2020). Universidad Internacional de la Rioja. La Universidad en Internet. El aprendizaje por descubrimiento: qué es y cómo aplicarlo en clase. Recuperado de <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-por-descubrimiento/>
97. Valles, A. (2020). Metodología ABP: Habilidades de autonomía y trabajo colaborativo en estudiantes de psicología en CCH (tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

98. Vascos, C. (1998). *Constructivismo en el aula: ¿Ilusiones o realidades?* Santafé de Bogotá: Centro Editorial Javeriano. Recuperado de: https://books.google.es/books?id=4YvxzfwDq0QC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
99. Vázquez-Cupeiro, S. (2015). Ciencia, estereotipos y género: una revisión de los marcos explicativos. *Convergencia*, 22(68), 177-202. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352015000200177
100. Vera, V., Bueno, G., Calderón, N. y Medina, F. (2011) Modelo de autoevaluación y heteroevaluación de la práctica docente en Escuelas Normales. *Educação e Pesquisa*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844170360>
101. Villa, L. (2010). La Educación Media Superior: su construcción social desde el México independiente hasta nuestros días. En Arnaut, A. y Giorguli, S. *Los grandes problemas de México*, El Colegio de México, México: 271-311.
102. Villalba, A. (2020). Reflexiones de una estudiante universitaria en su aprendizaje virtual. *Eutopía*. 33: 94-96.
103. Virla, M. Q. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos*, 12(2)
104. Vives, M. (2016). Modelos pedagógicos y reflexiones para las pedagogías del sur. *Revista Boletín Redipe*, (5)11.
105. Wilson, C., Reichsman, F., Mutch-Jones, K., Gardner, A., Marchi, L., Kowalski, S., Lord, T. y Dorsey, C. (2018). Teacher Implementation and the Impact of Game-Based Science Curriculum Materials. *J Sci Educ Technol* 27, 285–305.
106. Yuste, R. (2012). Evaluación psicopedagógica de videojuegos. I Congreso Internacional de Videojuegos y Educación, 2-3 febrero, Alfás del Pi (Alicante): Universidad de Valencia.
107. Zubiría, H. (2004). *El constructivismo en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el siglo XXI*. Colonia San Rafael: Plaza y Valdés Editores. Recuperado de: <https://books.google.es/books?id=HCDVmU9EXhIC&printsec=frontcover&vq=#v=onepage&q&f=false>

Anexos

Anexo 1. Características del software utilizado para el diseño del videojuego prototipo

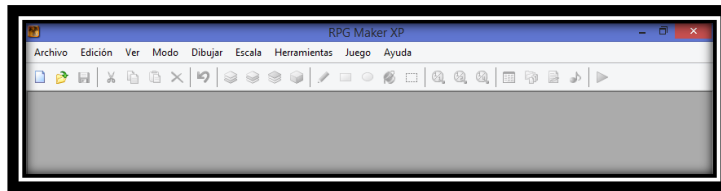
El programa utilizado en esta tesis para la creación del videojuego fue RPG MAKER XP®, un software de lenguaje de programación Ruby, que permite la creación de juegos de tipo rol o conocido más comúnmente como RPG, estas siglas vienen de las palabras en inglés *Rol Playable Game*.

A pesar de que existen diversas versiones del RPG MAKER®, entre las que se pueden destacar: RPG Maker XP®, RPG MAKER VX® y RPG VX ACE®, se inclinó por utilizar la versión XP debido a su fácil interfaz de uso y su tamaño, además de su amplia compatibilidad con sistemas operativos antiguos y recientes. Además, para los docentes que no tienen un acercamiento con la programación directa, este resulta ser un programa bastante intuitivo que puede ayudar a que profesores e investigadores se introduzcan en la elaboración de videojuegos con motivos de enseñanza e investigación.

Interfaz del programa RPG Maker XP® para la creación del juego: Herramientas de trabajo y sus funciones.

Como se mencionó anteriormente, RPG Maker XP® es bastante amigable para su uso, aunque esto no le exenta de tener vastas funciones a las que se puede acceder y explotar de mil maneras (el límite es la imaginación del usuario). A continuación, se explicará de manera más profunda la forma de acceder y utilizar las opciones básicas de creación de videojuegos que nos proporciona el programa. Se debe señalar que con el fin de hacer más afable la explicación del programa y accesible este conocimiento para cualquier docente que se vea interesado en utilizarlo, bajo la premisa que el conocimiento debe ser universalmente compartido, se procedió a utilizar la herramienta de Photoshop® para editar las capturas de pantalla del programa (originalmente en inglés) y adecuarlas a nuestro idioma (español), como se puntualizó anteriormente esto se hizo con un interés meramente académico, divulgativo y expositivo.

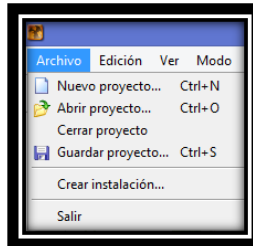
1. Cuando se ejecuta el comando de inicio de RPG Maker XP®, aparecerá una ventana con la interfaz inicial del programa, la cual titularemos “proyecto en blanco”.



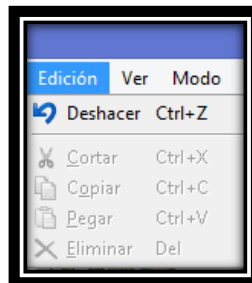
En esta página se podrán encontrar las barras de herramientas útiles para manejar el programa, cada una de las pestañas que localizamos corresponden a las herramientas básicas del programa, por debajo de las mismas encontraremos el acceso directo (rápido), en la barra de herramientas.

A continuación se describen y señalan las herramientas destacables e indispensables del programa:

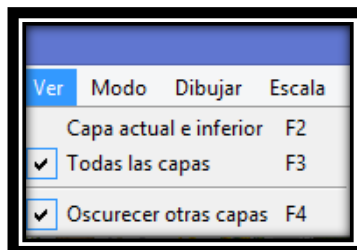
- En apartado de la pestaña “Archivo” se encontrará:



- En apartado de la pestaña “Edición” se encontrará:



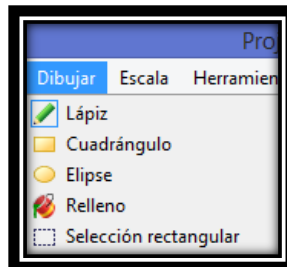
- En apartado de la pestaña “Ver” se encontrará:



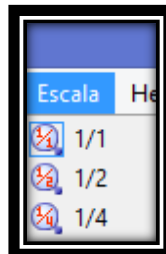
- En apartado de la pestaña “Modo” se encontrará:



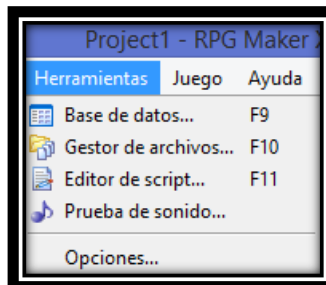
- En apartado de la pestaña “Dibujar” se encontrará:



- En apartado de la pestaña “Escala” se encontrará:



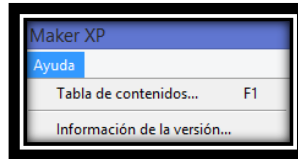
- En apartado de la pestaña “Herramientas” se encontrará:



- En apartado de la pestaña “Juego” se encontrará:

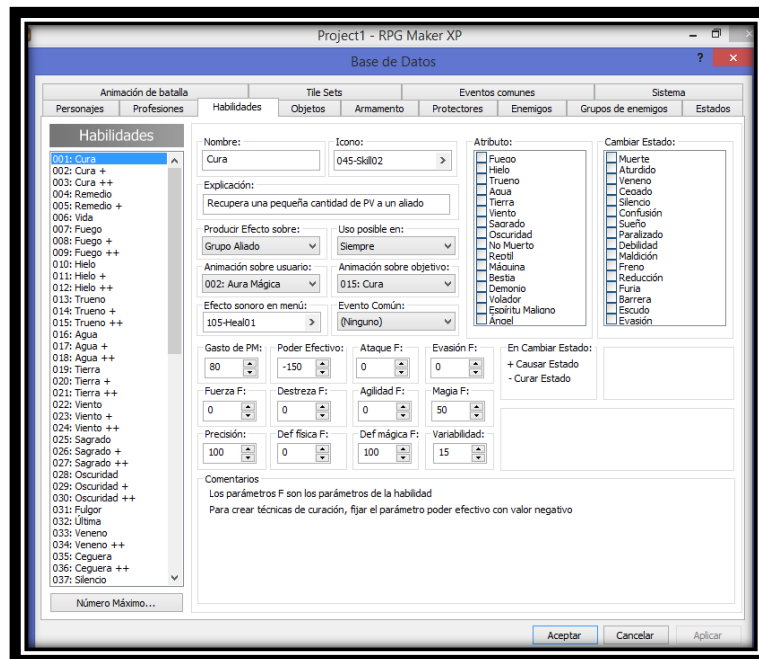


- En apartado de la pestaña “Ayuda” se encontrará:



Pero de todas las herramientas ya descritas, la más importante es la base de datos, la cual funge de columna vertebral del juego, ya que en ella se encuentra todo lo necesario para formar el esqueleto interno del programa y de lo que en un futuro se convertirá en un videojuego. Para localizar la base de datos, simplemente tenemos que acudir a la pestaña de “herramientas” y pulsar en el icono correspondiente a la base de datos en el submenú del programa.

Al entrar a la base de datos, desplegará una ventana como la que se muestra a continuación, en ella se encuentran las opciones y parámetros necesarios para el funcionamiento de cualquier videojuego que se quiera construir.

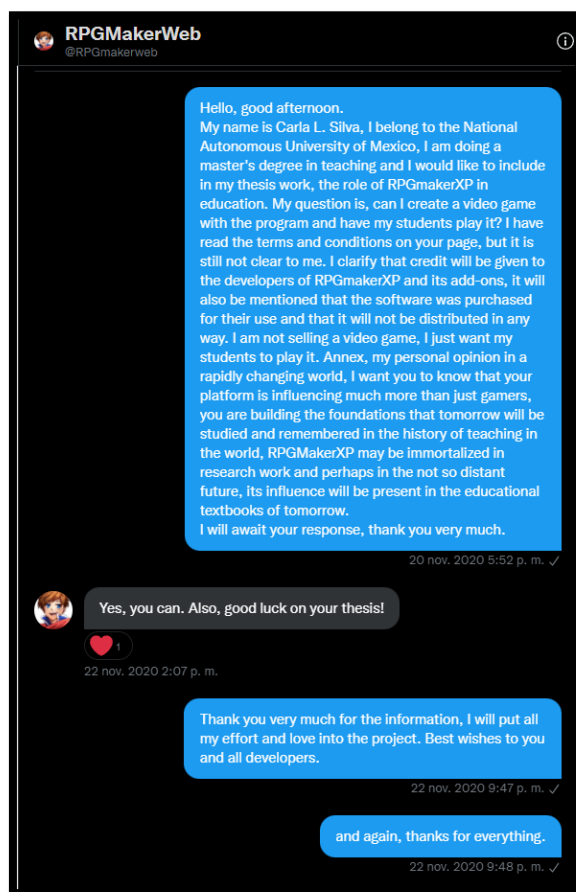


Debo señalar que los parámetros (música, personajes, objetos, enemigos, etc.) que se presentan cuentan con su propia descripción dentro el programa, por lo que bastara con poner el cursor del ratón sobre ellos para recibir una breve explicación de su uso. Con estos parámetros y herramientas, partiendo del uso de “capas” para crear escenarios y animaciones, se puede ir estructurando el juego deseado.

Anexo 2. Permisos, derechos de autor y descargo de responsabilidad



Como se ha mencionado en esta tesis, para la construcción del videojuego se procedió a utilizar el software RPG Maker XP®, en esta sección se explica cómo se obtuvo el permiso del equipo de trabajo de RPG Maker XP® para el uso del programa y todo su contenido. Se estableció un canal de comunicación por medio de su Twitter oficial RPGMakerWEB, se les planteó el trabajo que se quería realizar con ayuda de su programa, las implicaciones y alcance, a lo cual ellos afirmaron y cedieron el permiso de realizar dicho trabajo con su software. Por lo que la autora de esta tesis se deslinda de responsabilidades en caso de que cualquier persona ajena al trabajo realice modificaciones, ventas o uso ilegal del programa descrito en el juego.

Debe señalarse que si bien el software y base de datos pertenecen a RPG Maker XP®, la idea original de la historia, los problemas biológicos y su planificación para el uso educativo en el tema de herencia mendeliana, es de autoría propia. A continuación se presenta una captura de pantalla de la conversación que se mantuvo por Twitter con el equipo de RPGMakerWEB.



Anexo 3. Planeaciones

Sesión 1. Secuencia didáctica 1.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h1>Tema: Herencia</h1> <h2>Subtema: Herencia mendeliana</h2> <p>Maestrante MADEMS: Biól. López Silva Carla</p> </div>  </div>					
<p>► Objetivo: Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.</p>					
<p>Institución: Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. Plantel Oriente.</p>		<p>Programa: Biología I Grupo: 754 Horario: 7:00 pm – 9:00 pm. Martes y jueves.</p>		<p>Unidad 3: ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información Genética?</p>	<p>Fecha de aplicación: 19 de Octubre de 2021</p>
<p>Contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> El papel trascendental de Gregorio Mendel Las leyes de Mendel El cuadro de Punnett 					
Sesión I (Tiempo real de trabajo 100 minutos)					
Aprendizajes	Contenido	Estrategia		Materiales y Recursos	Evaluación y herramientas de evaluación
		Sesión 1 Actividad 1 Inicio (20 min)			
<p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos. <p>Procedimentales :</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplica habilidades para resolver sus dudas a partir de la elaboración de preguntas que realizaran a la profesora durante y al termine la clase expositiva del tema. Crea mapas mentales a 	<p>Tema: Herencia Subtema: Herencia mendeliana</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se iniciará con una presentación amistosa de la profesora, saludará al grupo en general y procederá a explicar su institución de procedencia, su grado académico, la intención del trabajo, la plataforma con la cual se trabajará y brevemente señalará en qué consistirán las tres sesiones de clases para abordar el aprendizaje de la herencia mendeliana, para esta explicación se contempla 5 minutos. Posteriormente se utilizaran 15 minutos para realizar un pretest (Anexo 4) como evaluación diagnóstica sobre el tema el cual será subido a la plataforma Google Classroom a la cual tendrán acceso con anticipación. 		<p>Computadora, plataforma Zoom, Google Classroom y pretest</p>	<p>Evaluación diagnóstica: Pretest. Evaluación sumativa: Elaboración de mapas mentales y rúbricas para su evaluación. Evaluación formativa: A partir de la observación de los estudiantes durante su desempeño en la clase y retroalimentación. La heteroevaluación se realizará de la profesora a sus alumnos, midiendo cuestiones referentes a su trabajo, actitud, rendimiento, entre otras características. Durante la estrategia la profesora será centro de esta evaluación, la cual de manera objetiva y con ayuda de herramientas (rúbricas), se encargará de evaluar a los alumnos en la actividad de la</p>
		Sesión 1 Actividad 2 Desarrollo (65 min)			
		<ul style="list-style-type: none"> La profesora dará el tema de herencia mendeliana a partir de una clase expositiva con ayuda de diapositivas, retomando los conceptos indispensables para la comprensión del tema y el cumplimiento del objetivo de enseñanza. Durante la exposición del tema se incluirán muchos ejemplos, sobre todo en el apartado de los cuadros de Punnett, esto para incentivar a los alumnos a participar y ser constructores de su propio conocimiento, si de manera voluntaria ellos no se animan a participar se recurrirá a la lista de estudiantes para 		<p>Computadora, plataforma Zoom, diapositivas sobre el tema y lista de estudiantes</p>	

<p>partir de los conocimientos obtenidos durante la clase, de esta manera indaga y organiza la información, para explicar el tema abordado en clase.</p> <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra valores como el respeto, empatía e interés, ante las opiniones de sus compañeros. • Aplica habilidades, actitudes y valores en el diseño de investigaciones escolares del tema. • Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo. 		<p>pedirles de manera respetuosa y amigable su participación.</p>	<p>elaboración de sus mapas mentales.</p>	
		<p>Sesión 1 Actividad 3 Cierre (15 min)</p>		<p>Materiales y Recursos</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • La profesora terminará la clase con un resumen de lo visto en la misma, pedirá a los alumnos que expresen si alguno tiene dudas sobre el tema o alguna pregunta concreta. Para finalizar se les explicará a los chicos su tarea, la cual titulamos “Mi mapa mental sobre herencia mendeliana”, esta tarea tiene como finalidad que a partir de los apuntes realizados en clase y de la investigación personal de cada estudiante, puedan hacer una selección de información y análisis de la misma que les permita crear un mapa mental con los conceptos clave de la sesión, un mapa mental que se “explique por sí mismo” al ser leído por otro, para ayudar a los alumnos en dicha tarea, la profesora proporcionará un ejemplo y les dará una rúbrica para guiar la construcción de los mapas mentales, a su vez que servirá como evaluación en los mismos, para esta actividad la profesora realizará una heteroevaluación. En la segunda parte de la tarea se les dará a los alumnos un instructivo para descargar el videojuego “<i>Mendelian</i>”, el cual se ocupará en la siguiente clase. Para la explicación de las tareas así como para proporcionar un espacio para recopilar las mismas se utilizará un aula virtual en la plataforma Google Classroom. 		<p>Computadora, plataforma Zoom, ejemplo de mapa mental y Google Classroom</p>
<p>Observaciones y consideraciones del contexto.</p>	<p>Alumnos sin medios o herramientas para tomar sus clases en línea.</p>	<p>Un análisis profundo debe realizarse con los grupos, los alumnos muchas veces no cuentan con los medios para tomar las clases en línea, la deserción escolar ahora tiene un aumento considerable por la exclusión que causan los medios electrónicos e internet, con alumnos los cuales no tienen un acceso a ellos.</p>		
<p>Bibliografía alumno</p>	<p>Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2012) Biología. La vida en la Tierra con fisiología. (Novena ed.). México, México: PEARSON</p>			
<p>Bibliografía Profesor</p>	<p>Benjamin. A. (2016). Genética. Un enfoque conceptual. (Quinta ed.) México, México: Editorial Medica Panamericana.</p>			

Sesión 2. Secuencia didáctica 2.



Tema: Herencia

Subtema: Herencia mendeliana

Maestrante MADEMS: Biól. López Silva Carla



► **Objetivo:** Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

Institución: Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. Plantel Oriente.

Programa: Biología I
Grupo: 754
Horario: 7:00 pm – 9:00 pm. Martes y jueves.

Unidad 3: ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información Genética?

Fecha de aplicación: 21 de Octubre de 2021

Contenidos:

- El papel trascendental de Gregorio Mendel
- Las leyes de Mendel
- El cuadro de Punnett

Sesión II (Tiempo real de trabajo 100 minutos)

Aprendizajes	Contenido	Estrategia	Materiales y Recursos	Evaluación y herramientas de evaluación
		Sesión 2 Actividad 1 Inicio (15-20 min)		
Conceptuales: <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos. Procedimentales: <ul style="list-style-type: none"> • Aplica habilidades para resolver el videojuego <i>Mendelian</i>, que incluye desafíos de la temática con carácter conceptual, procedimental y actitudinal. • Aplica el trabajo colaborativo para la resolución de la guía de juego que les permitirá resolver de una manera más concreta todos los desafíos expuestos en el juego. • Aplica el trabajo colaborativo para la creación de carteles, que les permita 	Tema: Herencia Subtema: Herencia mendeliana	<ul style="list-style-type: none"> • Se comenzará por pedir a los alumnos expresen sus dudas sobre el tema y la tarea, buscando esclarecer cualquier interrogante existente. Se continuará con una breve explicación por parte de los alumnos y sus mapas mentales dejados de tarea, para recapitular el tema de herencia mendeliana visto en la clase anterior. 	Computadora y plataforma Zoom.	Evaluación sumativa y formativa: Se observará la resolución en equipo del videojuego y se calificará la guía de juego (formato cuestionario).
		Sesión 2 Actividad 2 Desarrollo (65-70 min) <ul style="list-style-type: none"> • Para iniciar con la actividad se les dará las instrucciones de formar equipos de cinco personas para resolver en conjunto el videojuego y la respectiva guía de juego, se les dividirá en salas de grupo con ayuda de la plataforma Zoom, para que cada equipo pueda trabajar de manera más organizada. La profesora en todo momento supervisará el avance de la actividad, para apoyarlos en sus dudas o dificultades, por lo que estará entrando a las salas Zoom de manera constante. Cuando todos los equipos terminen el juego, se procederá a analizar la actividad y las respuestas obtenidas entre todos los participantes, estas respuestas estarán recopiladas en la guía de juego, serán subidas al Classroom posteriormente al término de la actividad. 	Computadora, plataforma zoom, Google Classroom, juego <i>"Mendelian"</i> (elaborado en RPG Maker XP®) y guía de juego.	

<p>desarrollar sus habilidades de síntesis y análisis de información.</p> <ul style="list-style-type: none"> Realiza investigaciones en las que aplica conocimientos y habilidades, al fomentar actividades con las características del trabajo científico que se incluyen dentro del videojuego. <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Muestra valores como el respeto, empatía e interés, ante las opiniones de sus compañeros. Aplica habilidades, actitudes y valores en el diseño de investigaciones escolares del tema. Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo 		<p align="center">Sesión 2 Actividad 3 Cierre (10 min)</p> <ul style="list-style-type: none"> Al término de la actividad del videojuego, se procederá a contestar dudas sobre la clase, posteriormente se les darán instrucciones a los estudiantes para realizar de tarea, un cartel con los conceptos más importantes de la herencia mendeliana (Mendel, leyes de Mendel y cuadros de Punnett) y de la historia del juego "Mendelian", la idea es que parezca un cartel publicitario para el videojuego con el cual puedan explicar de manera profunda el tema de la herencia mendeliana y su relación con el videojuego, esta tarea se dejará en equipos (los mismos equipos con los cuales trabajaron la resolución del videojuego), para alcanzar dicho objetivo se les proporcionará una rúbrica como guía a los estudiantes, que también servirá para evaluar los carteles. También se les mostrará un ejemplo de cartel para orientarlos en el desarrollo de sus propios carteles y se les pedirá que al término de los mismos, los suban y guarden en el espacio correspondiente de la plataforma de Google Classroom. 	<p align="center">Materiales y Recursos</p> <p>Ejemplo de cartel, computadora, Google Classroom y plataforma Zoom.</p>	
Observaciones y consideraciones del contexto.	Alumnos sin medios o herramientas para tomar sus clases en línea.	Un análisis profundo debe realizarse con los grupos, los alumnos muchas veces no cuentan con los medios para tomar las clases en línea, la deserción escolar ahora tiene un aumento considerable por la exclusión que causan los medios electrónicos e internet, representada con alumnos los cuales no tienen acceso a ellos.		
Bibliografía alumno	Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2012) Biología. La vida en la Tierra con fisiología. (Novena ed.). México, México: PEARSON			
Bibliografía Profesor	Benjamin. A. (2016). Genética. Un enfoque conceptual. (Quinta ed.) México, México: Editorial Medica Panamericana.			

Sesión 3. Secuencia didáctica 3.



Tema: Herencia

Subtema: Herencia mendeliana



Maestrante MADEMS: Biól. López Silva Carla

► **Objetivo:** Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

Institución: Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. Plantel Oriente.

Programa: Biología I
Grupo: 754
Horario: 7:00 pm – 9:00 pm. Martes y jueves.

Unidad 3: ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información Genética?

Fecha de aplicación: 26 de Octubre de 2021

Contenidos:

- El papel trascendental de Gregorio Mendel
- Las leyes de Mendel
- El cuadro de Punnett

Sesión III (Tiempo real de trabajo 100 minutos)

Aprendizajes	Contenido	Estrategia	Materiales y Recursos	Evaluación y herramientas de evaluación
		Sesión 3 Actividad 1 Inicio (10 min)		
<p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos. <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplican habilidades para trabajar en equipo y exponer de manera formal sus carteles frente a sus compañeros. <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra valores como el respeto, empatía e interés, ante las opiniones de sus compañeros. • Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo. 	<p>Tema: Herencia Subtema: Herencia mendeliana</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se les preguntará a los alumnos si tienen alguna duda después de lo visto en las clases anteriores, en dicho caso de que exista alguna duda, se procederá a resolver de manera oportuna. A continuación la profesora resumirá lo visto en la clase anterior, las actividades, los temas, la forma en la cual fueron abordados y la manera en la que se trabajará esa clase. 	Computadora y plataforma Zoom.	<p>Evaluación sumativa: Se utilizará una rúbrica para evaluar los carteles de los estudiantes y se les pedirá realizar una autoevaluación de los mismos.</p> <p>Evaluación formativa: A partir de la observación de los estudiantes durante su desempeño en la clase, participaciones y retroalimentación.</p>
		<p style="text-align: center;">Sesión 3 Actividad 2 Desarrollo (60 min)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se les pedirá a los alumnos que en equipo expliquen y expongan de manera desarrollada sus respectivos carteles sobre el tema de la herencia mendeliana y el videojuego "Mendelian", se les pedirá que profundicen en conceptos clave sobre el tema y los detallen, además de que realicen la actividad imaginando que intentan "vender" el juego a la profesora, cada equipo contará con 7 minutos de exposición/explicación, a su vez la profesora tomará 3 minutos después de la exposición para preguntarle de manera aleatoria a algunos miembros del equipo conceptos del tema, cómo se sintieron en la actividad, su 	Computadora, plataforma zoom y carteles de los estudiantes.	

		<p>manera de exponer y la forma en la cual construyeron su cartel. Se le pedirá a cada equipo que se autoevalúen al término de la actividad, de igual manera se les dará la indicación de que se guíen con la rúbrica enviada la clase anterior para el desarrollo de sus carteles.</p>		
		<p>Sesión 3 Actividad 3 Cierre (30 min)</p>	<p>Materiales y Recursos</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> Para el cierre de la sesión y de la estrategia didáctica, se procederá a aplicar el postest correspondiente el cual no tendrá cambios en el contenido del cual se había planteado en el pretest, más allá del orden de las preguntas o de las respuestas, para dicha actividad se les dará 15 minutos y el archivo se les proporcionará por medio de Google Classroom, plataforma a la cual a su vez subirán dicho archivo contestado. Cuando los alumnos terminen de contestar el postest, se les dará las gracias por haber participado en la estrategia didáctica, de manera respetuosa se les deseará éxito y se finalizará con una despedida cordial. 	<p>Computadora, plataforma Zoom, Google Classroom y postest.</p>	
<p>Observaciones y consideraciones del contexto.</p>	<p>Alumnos sin medios o herramientas para tomar sus clases en línea.</p>	<p>Un análisis profundo debe realizarse con los grupos, los alumnos muchas veces no cuentan con los medios para tomar las clases en línea, la deserción escolar ahora tiene un aumento considerable por la exclusión que causan los medios electrónicos e internet, representado con alumnos los cuales no tienen acceso a ellos.</p>		
<p>Bibliografía alumno</p>	<p>Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2012) Biología. La vida en la Tierra con fisiología. (Novena ed.). México, México: PEARSON</p>			
<p>Bibliografía Profesor</p>	<p>Benjamin. A. (2016). Genética. Un enfoque conceptual. (Quinta ed.) México, México: Editorial Medica Panamericana.</p>			

Anexo 4. Pretest y postest



Cuestionario sobre los videojuegos para alumnos de educación media superior (PRETEST)



Maestría en Docencia Media Superior (Biología)

El objetivo de este cuestionario es estudiar el interés o la motivación que puede generar el uso de un videojuego, en alumnos de educación media superior que pertenecen al Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo que cursan la materia de Biología I, para el aprendizaje de la herencia mendeliana.

Instrucciones: Para contestar este cuestionario marca con una [X] en una de las casillas que de una valor entre el 1-5. Siendo "1" el valor más bajo (Nada de acuerdo) y "5" el más alto (Muy de acuerdo) según la pregunta o preferencia.

Muchísimas gracias por su colaboración y para su menor preocupación, este cuestionario es totalmente anónimo, por lo que te pedimos ser lo más franco posible.

Datos de identificación	
Sexo: (F) (M) (Otro)	Asignatura favorita:
Edad:	¿Qué quiero estudiar?:
¿En qué dispositivo tomas tus clases en línea?	

Actitud del alumno y Motivación (respecto al videojuego)					
	1	2	3	4	5
	Nada de acuerdo				Muy de acuerdo
1. Me encantan los videojuegos.					
2. Creo que los videojuegos pueden enseñarnos muchas cosas.					
3. Paso mucho tiempo jugando a videojuegos.					
Actitudes y Motivación del alumno (respecto al videojuego y a la Biología)					
	1	2	3	4	5

	Nada de acuerdo				Muy de acuerdo
4. Me encantaría que las clases de Biología se enseñaran con videojuegos.					
5. Pienso que aprendería más Biología si utilizara videojuegos educativos.					
Actitudes y Motivación del alumno (respecto a la Biología)					
	1 Nada de acuerdo	2	3	4	5 Muy de acuerdo
6. La Biología me encanta y me gusta más que ninguna otra área.					
7. Nunca me aburro de trabajar con temas biológicos.					
8. Generalmente, no entiendo la Biología y evito referirla siempre que puedo.					
9. La Biología es agradable y estimulante para mí.					
10. Nunca me han gustado la Biología y es el área que más temo.					
Conocimientos biológicos sobre herencia mendeliana					
11. ¿Conoces a Gregorio Mendel? Menciona algo que sepas sobre él.					
12. ¿Sabes cuál es la primera ley de Mendel? Explícala					
13. ¿Sabes cuál es la segunda ley de Mendel? Explícala					
14. ¿Sabes qué son los cuadros de Punnett y para qué sirven?					

Explícalo	
15. ¿Sabes cómo se relacionan las leyes de Mendel como base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos? Explícalo.	
16. ¿Qué sabes sobre el tema de herencia mendeliana?	

En la siguiente sección lee con atención cada enunciado y selecciona la respuesta correcta.

1. Personaje que propuso las bases de la Genética moderna.
 - a) Charles Darwin
 - b) Thomas Hunt Morgan
 - c) Gregor Mendel
 - d) Hugo De Vries

2. Las unidades de la herencia son los _____, que son segmentos de DNA ubicados en lugares específicos (loci) de los cromosomas.
 - a) Alelos
 - b) Locus
 - c) Genes
 - d) Fenotipo

3. La ubicación física de un gen en un cromosoma se llama:
 - a) Locus
 - b) Loci
 - c) Alelo
 - d) Heterocigoto

4. Cada organismo producto de la reproducción sexual tiene dos genes para una misma característica, uno de estos genes proviene de la madre y otro más del padre. A cada uno de estos dos genes que codifican para la misma característica se les denomina:
 - a) Alelos
 - b) Loci
 - c) Fenotipo

- d) Genotipo
5. A un organismo que posee un par de alelos idénticos se le denomina como:
- Heterocigoto
 - Homocigoto
 - Raza pura
 - Híbrido
6. Expresión física de los genes de un individuo generada por las interacciones entre los genes y el medio ambiente:
- Homocigoto
 - Heterocigoto
 - Genotipo
 - Fenotipo
7. Es el conjunto de toda la información genética de un organismo, que puede o no expresarse.
- Gen
 - Aleo
 - Genotipo
 - Fenotipo
8. El apareamiento entre dos individuos en los que está implicado un solo carácter.
- Cruza dihíbrida
 - Cruza monohíbrida
 - Retrocruza
 - Cruza ciega
9. Alelo de un gen cuya expresión genética no se manifiesta en el fenotipo porque el alelo del otro gen homólogo es dominante, pero que se mantiene latente y puede transmitirse posteriormente.
- Dominante
 - Genotipo
 - Fenotipo
 - Recesivo
10. Es una manera cómoda de pronosticar los genotipos y fenotipos de la descendencia de una cruce que sigue los principios de la herencia mendeliana.
- Cuadro de tipos
 - Método de los cuadrados de Punnett
 - Cuadrado de Mendel
 - Método de segregación de genes
11. La herencia independiente de dos o más rasgos es un principio que se resume en la...
- Ley universal
 - Principio de uniformidad

- c) Ley de la distribución independiente
- d) Ley de la segregación

12. Cuando la expresión genética de un fenotipo en particular, únicamente y exclusivamente se manifiesta cuando ambos alelos en un organismo son iguales, es porque dichos alelos son:
- a) Dominantes
 - b) Híbridos
 - c) Recesivos
 - d) Complementarios



Cuestionario sobre los videojuegos para alumnos de educación media superior (POSTEST)



Maestría en Docencia Media Superior (Biología)

El objetivo de este cuestionario es estudiar el interés o la motivación que puede generar el uso de un videojuego, en alumnos de educación media superior que pertenecen al Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo que cursan la materia de Biología I, para el aprendizaje de la herencia mendeliana.

Instrucciones: Para contestar este cuestionario marca con una [X] en una de las casillas que de una valor entre el 1-5. Siendo "1" el valor más bajo (Nada de acuerdo) y "5" el más alto (Muy de acuerdo) según la pregunta o preferencia.

Muchísimas gracias por su colaboración y para su menor preocupación, este cuestionario es totalmente anónimo, por lo que te pedimos ser lo más franco posible.

Datos de identificación	
Sexo: (F) (M) (Otro)	Asignatura favorita:
Edad:	¿Qué quiero estudiar?:

Actitud del alumno y Motivación (respecto al videojuego)					
Tras haber jugado el videojuego					
	1	2	3	4	5
	Nada de acuerdo				Muy de acuerdo
1. Me encantan los videojuegos.					o

2. Creo que los videojuegos pueden enseñarnos muchas cosas.					
Usabilidad	1 Nada de acuerdo	2	3	4	5 Muy de acuerdo
3. Ha sido fácil utilizar el videojuego.					
4. Puedo moverme libremente por los escenarios.					
Estilo del lenguaje	1 Nada de acuerdo	2	3	4	5 Muy de acuerdo
5. Entiendo todas las instrucciones que el juego me da.					
6. Entiendo todas las frases que el videojuego me dice.					
Calidad estética del interface de usuario	1 Nada de acuerdo	2	3	4	5 Muy de acuerdo
7. Me parece buena la calidad del videojuego.					
8. Sus botones son sencillos de utilizar.					
Actitudes y Motivación del alumno (respecto a la Biología)					
Tras haber jugado el videojuego					
	1 Nada de acuerdo	2	3	4	5 Muy de acuerdo
9. Los contenidos del videojuego son comprensibles para mí.					
10. Me he enterado de todo lo que había que hacer en el videojuego.					
11. La Biología me encanta y me gusta más que ninguna otra área.					
12. Generalmente, no entiendo la Biología y evito referirla siempre que puedo.					
13. La Biología es agradable y estimulante para mí.					

14. Nunca me ha gustado la Biología y es el área que más temo.					
Conocimientos biológicos sobre herencia mendeliana					
Tras haber jugado el videojuego y completado la estrategia didáctica					
15. ¿Conoces a Gregorio Mendel? Menciona algo que sepas sobre él.					
16. ¿Sabes cuál es la primera ley de Mendel? Explícala					
17. ¿Sabes cuál es la segunda ley de Mendel? Explícala					
18. ¿Sabes qué son los cuadros de Punnett y para qué sirven? Explícalo					
19. ¿Sabes cómo se relacionan las leyes de Mendel como base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos? Explícalo.					

En la siguiente sección lee con atención cada enunciado y selecciona la respuesta correcta.

1. Las unidades de la herencia son los _____, que son segmentos de DNA ubicados en lugares específicos (loci) de los cromosomas.
 - a) Alelos
 - b) Locus
 - c) Genes
 - d) Fenotipo

2. La herencia independiente de dos o más rasgos es un principio que se resume en la...
 - a) Ley universal
 - b) Principio de uniformidad
 - c) Ley de la distribución independiente
 - d) Ley de la segregación

3. Expresión física de los genes de un individuo generada por las interacciones entre los genes y el medio ambiente:
 - a) Homocigoto
 - a) Heterocigoto
 - b) Genotipo
 - c) Fenotipo

4. La ubicación física de un gen en un cromosoma se llama:
 - a) Locus
 - b) Loci
 - c) Alelo
 - d) Heterocigoto

5. Personaje que propuso las bases de la Genética moderna.
 - a) Charles Darwin
 - b) Thomas Hunt Morgan
 - c) Gregor Mendel
 - d) Hugo De Vries

6. A un organismo que posee un par de alelos idénticos se le denomina como:
 - a) Heterocigoto
 - b) Homocigoto
 - c) Raza pura
 - d) Híbrido

7. Cuando la expresión genética de un fenotipo en particular, únicamente y exclusivamente se manifiesta cuando ambos alelos en un organismo son iguales, es porque dichos alelos son:
 - a) Dominantes
 - b) Híbridos
 - c) Recessivos
 - d) Complementarios

8. El apareamiento entre dos individuos en los que está implicado un solo carácter.
 - a) Cruza dihíbrida
 - b) Cruza monohíbrida
 - c) Retrocruza
 - d) Cruza ciega

9. Es el conjunto de toda la información genética de un organismo, que puede o no expresarse.
 - a) Gen
 - b) Aleo
 - c) Genotipo
 - d) Fenotipo

10. Alelo de un gen cuya expresión genética no se manifiesta en el fenotipo porque el alelo del otro gen homólogo es dominante, pero que se mantiene latente y puede transmitirse posteriormente.
- Dominante
 - Genotipo
 - Fenotipo
 - Recesivo
11. Es una manera cómoda de pronosticar los genotipos y fenotipos de la descendencia de una cruce que sigue los principios de la herencia mendeliana.
- Cuadro de tipos
 - Método de los cuadrados de Punnett
 - Cuadrado de Mendel
 - Método de segregación de genes
12. Cada organismo producto de la reproducción sexual tiene dos genes para una misma característica, uno de estos genes proviene de la madre y otro más del padre. A cada uno de estos dos genes que codifican para la misma característica se les denomina:
- Alelos
 - Loci
 - Fenotipo
 - Genotipo

Valoración general	
1. ¿Crees que este videojuego es interesante para aprender herencia mendeliana? ¿Por qué?	
2. ¿Qué añadirías o quitarías al juego para que "fuera más interesante"?	
3. En tus propias palabras, después de las sesiones y actividades que realizaste sobre el tema. ¿Qué aprendiste sobre la herencia mendeliana?	

<p>4. En tus propias palabras, después de las sesiones y actividades que realizaste sobre el tema. ¿Cómo te sentiste en las clases?</p>	
<p>5. ¿Cómo te sentiste mientras jugabas el videojuego junto a tu equipo? ¿Te sentiste motivado por la actividad?</p>	

Anexo 5. Respuestas de las preguntas opción múltiple (aprendizaje conceptual)

Las preguntas y las respuestas de opción múltiple fueron diseñadas de acuerdo con los contenidos conceptuales presentes en el programa de estudios de la materia de Biología I del Colegio de Ciencias y Humanidades (Colegio de Ciencias y Humanidades, 2016) y el Portal académico CCH (García, 2017), así como en su propia bibliografía de la cual se retomaron textos como: *Biología. La vida en la Tierra con fisiología* (Audesirk, Audesirk, y Byers, 2013) y *Principios de genética* (Gardner, Simmons y Snustad, 2002).

Tabla. Respuestas de las preguntas de opción múltiple del pretest y postest, en verde se colorea la respuesta correcta de cada inciso.

Pregunta 1	Personaje que propuso las bases de la Genética moderna.				
Opciones	a) Charles Darwin	b) Thomas Hunt Morgan	c) Gregor Mendel	d) Hugo De Vries	No respondió
Pregunta 2	Las unidades de la herencia son los _____, que son segmentos de DNA ubicados en lugares específicos (loci) de los cromosomas.				
Opciones	a) Alelos	b) Locus	c) Genes	d) Fenotipo	No respondió
Pregunta 3	La ubicación física de un gen en un cromosoma se llama:				
Opciones	a) Locus	b) Loci	c) Alelo	d) Heterocigoto	No respondió
Pregunta 4	Cada organismo producto de la reproducción sexual tiene dos genes para una misma característica, uno de estos genes proviene de la madre y otro más del padre. A cada uno de estos dos genes que codifican para la misma característica se les denomina:				
Opciones	a) Alelos	b) Loci	c) Fenotipo	d) Genotipo	No respondió
Pregunta 5	A un organismo que posee un par de alelos idénticos se le denomina como:				
Opciones	a) Heterocigoto	b) Homocigoto	c) Raza pura	d) Híbrido	No respondió
Pregunta 6	Expresión física de los genes de un individuo generada por las interacciones entre los genes y el medio ambiente:				
Opciones	a) Homocigoto	b) Heterocigoto	c) Genotipo	d) Fenotipo	No respondió
Pregunta 7	Es el conjunto de toda la información genética de un organismo, que puede o no expresarse.				

Opciones	a) Gen	b) Alelo	c) Genotipo	d) Fenotipo	No respondió
Pregunta 8	El apareamiento entre dos individuos en los que está implicado un solo carácter.				
Opciones	a) Cruza dihíbrida	b) Cruza monohíbrida	c) Retrocruza	d) Cruza ciega	No respondió
Pregunta 9	Alelo de un gen cuya expresión genética no se manifiesta en el fenotipo porque el alelo del otro gen homólogo es dominante, pero que se mantiene latente y puede transmitirse posteriormente.				
Opciones	a) Dominante	b) Genotipo	c) Fenotipo	d) Recessivo	No respondió
Pregunta 10	Es una manera cómoda de pronosticar los genotipos y fenotipos de la descendencia de una cruce que sigue los principios de la herencia mendeliana.				
Opciones	a) Cuadro de tipos	b) Método de los cuadrados de Punnett	c) Cuadrado de Mendel	d) Método de segregación de genes	No respondió
Pregunta 11	La herencia independiente de dos o más rasgos es un principio que se resume en la...				
Opciones	a) Ley universal	b) Principio de uniformidad	c) Ley de la distribución independiente	d) Ley de la segregación	No respondió
Pregunta 12	Cuando la expresión genética de un fenotipo en particular, únicamente y exclusivamente se manifiesta cuando ambos alelos en un organismo son iguales, es porque dichos alelos son:				
Opciones	a) Dominantes	b) Híbridos	c) Recessivos	d) Complementarios	No respondió

Anexo 6. Consentimiento informado



Consentimiento informado de grabaciones de sesiones para la aplicación de tesis

Alumnos del grupo 754 de Biología III del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente

P R E S E N T E

Por medio de la presente el(la) que suscribe López Silva Carla, inscrita en el Programa de Maestría para la Docencia en Educación Media Superior (MADEMS) con campo de conocimiento en Biología en la Facultad de Ciencias, me dirijo a ustedes de la manera más atenta para solicitar la grabación de las reuniones por videoconferencia, que se llevarán a cabo en la plataforma Zoom los días miércoles y jueves (7:00 pm – 9:00 pm), los días _____, con fines educativos y para la mejora continua de mi formación docente y como parte de mi trabajo de tesis “El papel de los videojuegos en la enseñanza-aprendizaje de la herencia mendeliana para alumnos de educación media superior”. Por lo que les pregunto lo siguiente:

¿Acepto que las sesiones sean grabadas? El contenido de las mismas será usado únicamente con fines formativos y educativos. No se le dará mal uso a las imágenes recabadas. *

SI acepto

NO acepto

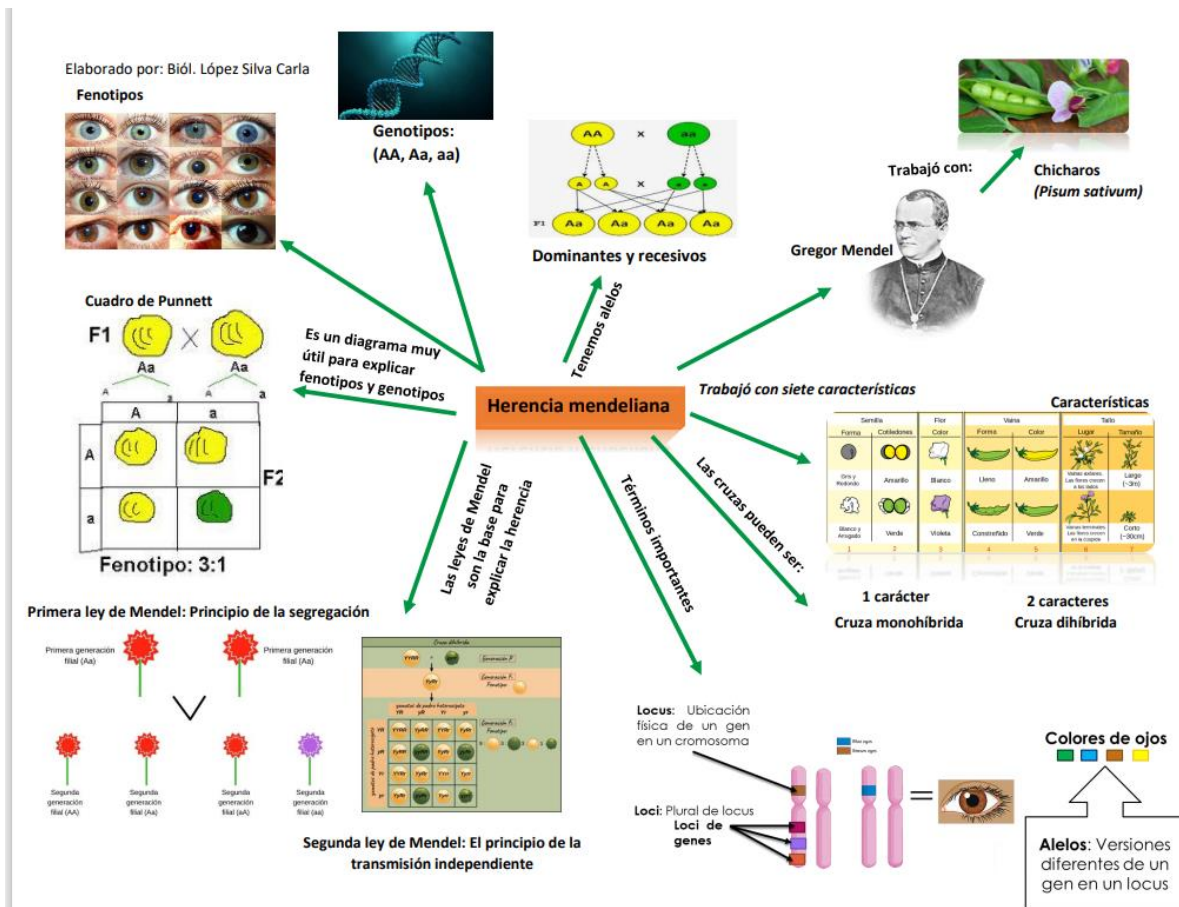
Yo, _____ con número de cuenta _____, doy mi autorización para que las sesiones por Zoom sean grabadas única y exclusivamente con fines educativos.

(Escribe tu nombre completo y número de cuenta en los espacios en blanco) *

Anexo 7. Tarea. Mi mapa mental sobre herencia mendeliana y ejemplo.

Tarea (individual)

- ▶ Elabora un mapa mental sobre la herencia mendeliana.
- ▶ Debe contener los términos clave de:
Genotipo, fenotipo, locus, loci, alelo, dominante, recesivo, primera ley de Mendel, segunda ley de Mendel, cuadro de Punnett, cruce monohíbrida, cruce dihíbrida, Gregor Mendel

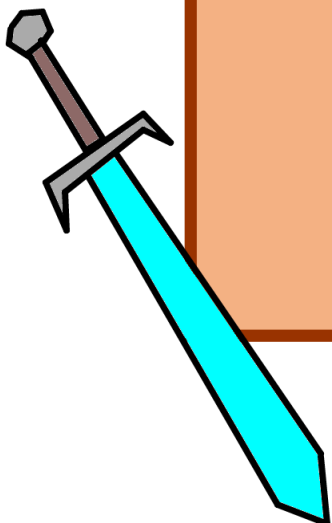


Guía de juego

Nombres de los integrantes del equipo:

1. Datos sobre Mendel. Escribe los datos de Mendel recopilados durante tu aventura

2. Hernest el filósofo aventurero te plantea un dilema con 4 preguntas. ¿Cómo contestarías a ellas?



3. Cuando entras al árbol misterioso debes superar ciertas pruebas para seguir avanzando. Anota el procedimiento y resultados de los problemas que te han expuesto.



A large, empty rectangular area with a solid orange background and a dark orange border, intended for writing notes.



Anexo 9. Tarea. Mi cartel sobre herencia mendeliana y ejemplo.

Y la tarea?

Un cartel publicitario para el videojuego, debe transmitir las ideas principales sobre la herencia Mendeliana, de como se transmiten los caracteres de progenitores a descendientes gracias a las leyes de Mendel.

NOTA: Pon los conceptos más importantes ya que con ello deberás ser capaz de exponer el tema la siguiente clase.

*Las leyes de Mendel (segregación y distribución independiente)

*Alelo, locus, loci, fenotipo, genotipo, alelos dominante y recesivo, cuadro de Punnett.

*Mendel



Anexo 10. Rúbricas de evaluación.

Rúbrica de evaluación para mi mapa mental de herencia mendeliana.					
Criterios	Excelente 4	Muy bien 3	Suficiente 2	Deficiente 1	
	Conceptos	Contiene el tema central y todas las ideas primarias y secundarias relevantes.	Contiene el tema central y la mayoría de las ideas primarias y secundarias relevantes.	Contiene el tema central, la mayoría de las ideas primarias y solamente algunas secundarias.	Faltan ideas primarias y secundarias.
	Niveles de jerarquización	El mapa mental está ordenado de una manera jerarquizada, significativa y fácil de leer.	El mapa mental está ordenado de una manera jerarquizada y significativa.	El mapa mental está ordenado	El organizador gráfico no se encuentra ordenado.
	Relaciones	Identifica las ideas primarias y secundarias importantes y establece de manera correcta las relaciones entre estas.	Identifica las ideas primarias y secundarias importantes, pero realiza algunas relaciones entre estas de manera incorrecta.	Establece muchas relaciones entre las ideas primarias y secundarias de manera incorrecta.	No tiene idea alguna al establecer las relaciones entre las ideas primarias y secundarias.
	Representación no lingüística	Construye un mapa mental apropiado y completo, ejemplificando con imágenes o gráficos y palabras clave.	Construye un mapa mental apropiado, ejemplificando con imágenes o gráficos y utilizando algunas palabras clave, pero algunas innecesarias.	Construye un mapa mental incompleto, no ejemplificando con imágenes o gráficos, utiliza muchas palabras.	Presenta un trabajo final que dista mucho de ser un mapa mental. (Saturación de texto)

16 puntos = 10 de calificación

Elaborado: Biól. Carla López Silva

Rubrica de evaluación para mi cartel de herencia mendeliana.					
Criterios	Excelente 4	Muy bien 3	Suficiente 2	Deficiente 1	
	Contenido	Pertinente, dando detalles de la calidad que proporcionan información que va más allá de lo obvio y predecible.	Los detalles de apoyo y la información están relacionados, pero un aspecto clave está sin apoyo.	Los detalles de apoyo y la información están relacionados, pero varios aspectos claves están sin apoyo.	Los detalles de apoyo y la información no están claros o no están relacionados al tema.
	Lenguaje iconográfico	Todas las imágenes se apoyan y representan totalmente el mensaje y tienen las dimensiones necesarias de acuerdo al cartel	Algunas imágenes apoyan y representan el mensaje y tienen las dimensiones necesarias de acuerdo al cartel.	Algunas imágenes no son claras y bien proporcionadas y no sirven de apoyo al mensaje.	Las imágenes no tienen las dimensiones necesarias, son desproporcionadas, poco claras y no sustentan apoyo con el mensaje.
	Organización de la información	La información está muy bien organizada y tiene un orden detallado y fácil de leer.	La información está bien organizada y facilita la lectura del cartel.	Se organiza la información pero no es fácil la lectura del cartel.	La información está en desorden y su lectura no es fácil.
	Esfuerzo creativo	El cartel demuestra un gran esfuerzo creativo. Es original y aporta valor.	El cartel demuestra un esfuerzo creativo, aunque es poco original.	El cartel demuestra esfuerzo, pero no es original.	El cartel no demuestra esfuerzo y no es original.

16 puntos = 10 de calificación

Elaborado: Biól. Carla López Silva

Anexo 11. Presentación elaborada en PowerPoint

1

Tema: Herencia mendeliana

► **Objetivo:**
Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

Sesión I
Inicio → Cuestionario diagnóstico, presentación.
Desarrollo → Exposición, preguntas y ejercicios.
Cierre → Preguntas, recapitulación y tarea.

Evaluación: Trabajos, tareas y participaciones.

2

Herencia mendeliana

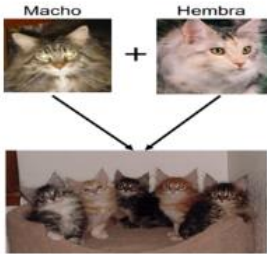
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
LÓPEZ SILVA CARLA

3

¿Qué es la herencia?

► La herencia es el proceso por el cual se transmiten las características de los organismos a su descendencia.

Macho + Hembra



4

Estos rasgos son características que hacen a un organismo lo que es. Los rasgos pueden ser para:



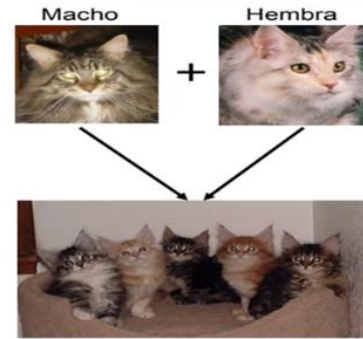
¿Dónde se encuentran estos rasgos o características?

5



¿Qué podemos observar?

6



Un poco de historia...
Gregor Mendel

7

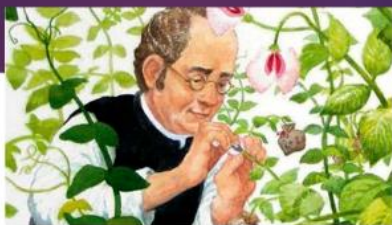
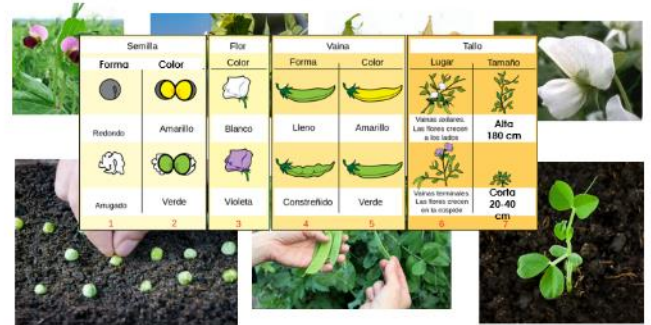
- ▶ Gregor Mendel (1822-1884), padre de la Genética.
- ▶ Estudios con la planta del chícharo (*Pisum sativum*).
- ▶ Abadía de Santo Tomás de Brun.
- ▶ A partir de sus estudios, se establecieron las **Leyes de Mendel**.
- ▶ Redescubierta de su trabajo hasta 1900 por Hugo de Vries, Eric Van Tschermak y Karl Erich Correns.



Padre de la genética

Gracias a su trabajo

8

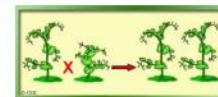
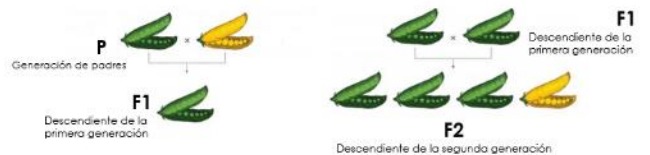


9

De esto, él propuso las leyes básicas de la Genética. A estos se le llaman genética mendeliana o **herencia de tipo mendeliana**.

Semilla		Flor	Vaina		Tallo	
Forma	Color	Color	Forma	Color	Lugar	Tamaño
Redondo	Amarillo	Blanco	Lleno	Amarillo	Vainas colgantes. Las flores crecen a los lados	Alta 180 cm
Amigado	Verde	Violeta	Constricción	Verde	Vainas tendidas. Las flores crecen en la cumbre	Enana 20-40 cm

10



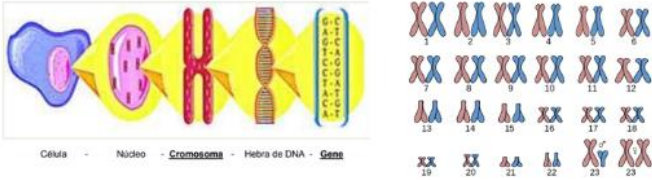
¿Dónde se encuentran estos rasgos o características?

11

► ¡En los genes!

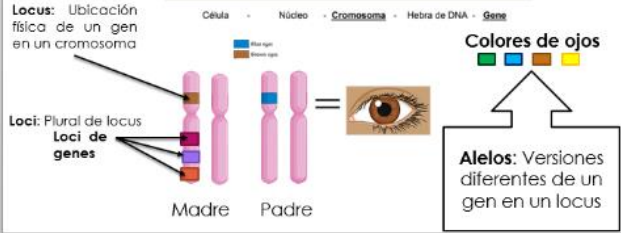
Es la "unidad" de la herencia.

Segmento de DNA situado en un lugar particular de un cromosoma que codifica la información para la secuencia de aminoácidos de una proteína y, por consiguiente, rasgos particulares.



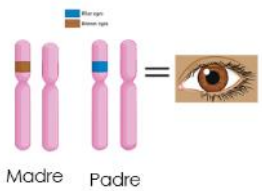
La herencia de alelos dominantes y recesivos en los cromosomas homólogos explican los resultados de Mendel.

12



La herencia de alelos dominantes y recesivos en los cromosomas homólogos explican los resultados de Mendel.

13

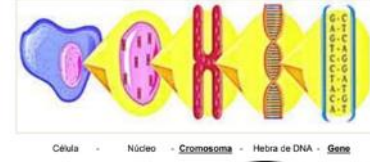


Alelos del color de ojos

- Dominante:** Alelo que enmascara la expresión de otro. -Se representan en mayúsculas
- Recesivo:** Alelo que se ve "silenciado" por otro alelo (pero sigue presente). -Se representan en minúsculas.

La herencia de alelos dominantes y recesivos en los cromosomas homólogos explican los resultados de Mendel.

14



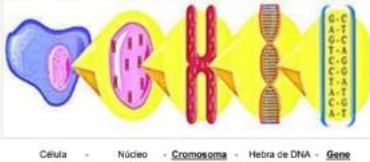
La herencia de alelos dominantes y recesivos en los cromosomas homólogos explican los resultados de Mendel.

15



La herencia de alelos dominantes y recesivos en los cromosomas homólogos explican los resultados de Mendel.

16




17

Homocigoto y heterocigoto


► **Homocigoto:** Individuo que lleva dos copias del mismo alelo de un gen determinado

aa




AA - homocigoto dominante
aa - homocigoto recesivo

AA



► **Heterocigoto:** Individuo que tiene dos alelos diferentes de un gen.

Aa



A-color café
a-color azul

18

Genotipo y Fenotipo

P Generación de padres




AA × aa

F1 Descendiente de la primera generación


Aa

Genotipo: Composición genética de un organismo. Los alelos de cada gen que un organismo tiene.


Fenotipo: Características físicas de un organismo. Puede definirse como apariencia externa, conducta o en términos moleculares.

 +  = 

Se puede expresar como: AA o Aa

Lo que vemos: 

RECESIVO a- Color amarillo

aa 


19

Cruza monohíbrida


► El apareamiento entre dos individuos en los que está implicado un solo **carácter**.

Carácter:
Color
A- Verde
a- amarillo

AA × aa



Aa Aa Aa Aa



20

¿Cómo podemos saber un genotipo o fenotipo?





Carácter:
Color
A- Verde
a- amarillo

Método del cuadrado de Punnett

El método del cuadrado de Punnett es un diagrama diseñado por Reginald Punnett, el cual nos permite predecir los genotipos y los fenotipos

P aa × Aa

Gametos a, a A, a

A	Aa  ¼	Aa  ¼
a	aa  ¼	aa  ¼





Fenotipo
½ o 50%: Color verde
½ o 50%: Color amarillo

21

Carácter:
Color
A- Verde
a- amarillo


P aa × AA

Gametos a, a A, A

A	Aa  ¼	Aa  ¼
A	Aa  ¼	Aa  ¼

100% o 4/4 de la descendencia, tienen fenotipo de color verde

F1 Aa Aa Aa Aa







22

Carácter:
Color
A- Verde
a- amarillo


P Aa × AA

Gametos A, a A, A

A	AA  ¼	Aa  ¼
A	AA  ¼	Aa  ¼

100% o 4/4 de la descendencia, tienen fenotipo de color verde

F1 AA AA Aa Aa



Carácter: Color
A- Verde
a- amarillo

23

P Aa X Aa

Gametos A, a X A, a

	A	a
A	AA 1/4	Aa 1/4
a	Aa 1/4	aa 1/4

3/4 o 75% fenotipo verde
1/4 o 25% fenotipo amarillo

F1 AA Aa Aa aa

24

Problema para repasar

En los jitomates se sabe que el tipo bola (R) es dominante del saladet (r). Se cruzaron dos jitomates tipo bola, el primer padre tenía genotipo (Rr) y el segundo padre tenía genotipo (Rr)
¿Cómo será el genotipo y fenotipo de la descendencia?

3/4 de fenotipo bola y 1/4 de saladet

	R	r
R	1/4 RR	1/4 Rr
r	1/4 Rr	1/4 rr

Dominante R- tipo bola
Recesivo r- tipo saladet

Proporción del fenotipo = 3:1

25

Primera ley de Mendel

Principio de la segregación: En la formación de los gametos, los dos alelos del mismo gen segregan de tal manera que cada gameto recibe solamente un alelo de dicho gen.

Alelo de color de ojos

Madre Padre

26

27

Cruza dihíbrida

El apareamiento entre dos individuos en los que está implicado dos caracteres.

$SsYy$ X $SsYy$ S- lisa Y- amarilla
s- rugosa y- verde

G SY, Sy, sY, sy ; SY, Sy, sY, sy

	SY	Sy	sY	sy
SY	$SSYY$	$SSYy$	$SsYY$	$SsYy$
Sy	$SSYy$	$SsYY$	$SsYy$	$ssYY$
sY	$SsYy$	$SsYY$	$ssYY$	$ssYy$
sy	$SsYy$	$SsYy$	$ssYy$	$ssyy$

Fenotipo 9/16 lisa amarilla
3/16 lisa verde
3/16 rugosa amarilla
1/16 rugosa verde

Proporción del fenotipo = 9:3:3:1

Genotipo

Madre Padre

28

Segunda ley de Mendel

Principio de la distribución independiente: Los alelos de cada uno de los genes se distribuyen de manera independiente a los alelos de cualquier otro gen.

Madre Padre

Tarea (individual)

- ▶ Elabora un mapa mental sobre la herencia mendeliana.
- ▶ Debe contener los términos clave de:

Genotipo, fenotipo, locus, loci, alelo, dominante, recesivo, primera ley de Mendel, segunda ley de Mendel, cuadro de Punnett, cruce monohíbrida, cruce dihíbrida, Gregor Mendel



Descargando el videojuego Mendelian



Tema: Herencia mendeliana

Objetivo:

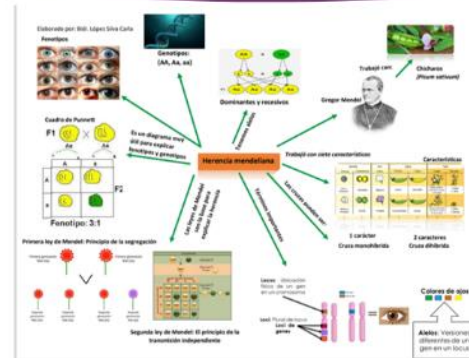
Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

Sesión 2

Inicio → Recapitulación del tema, clase I. Revisión de mapas mentales
 Desarrollo → Videojuego Mendelian y resolución de la guía de juego
 Cierre → Preguntas, recapitulación de la clase y tarea.

Evaluación: Mi mapa mental, guía de juego y participaciones.

Tarea: Mi mapa mental



Mendelian

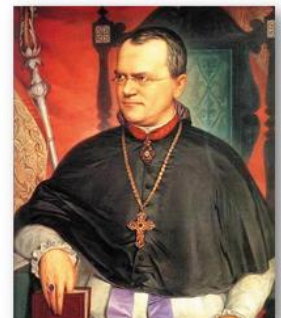
Instrucciones:

- ▶ El juego tienen por objetivo acabarlo lo antes posible, no se trata de luchar, sino de conseguir el mejor tiempo respecto a tus compañeros.
- ▶ Lo importante no solo es acabarlo, sino tener completa la guía de juego al término del mismo.
- ▶ Discútanlo en equipo, al término de la actividad discutiremos la guía de juego y sus conclusiones.



El papel de Mendel y su trabajo

- ▶ Gregor Mendel (1822-1884), padre de la Genética.
- ▶ Estudios con la planta del chícharo (*Pisum sativum*).
- ▶ Abadía de Santo Tomás de Brun.
- ▶ A partir de sus estudios, se establecieron las **Leyes de Mendel**.
- ▶ Redescubierto de su trabajo hasta 1900 por Hugo de Vries, Eric Van Tschermak y Karl Erich Correns.



Padre de la genética

35

El trabajo del método científico

EL MÉTODO CIENTÍFICO

- 1. OBSERVACIÓN**
ESTUDIAMOS Y DESCUBRIMOS CON LA MÁXIMA PRECISIÓN POSIBLE LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES DEL FENÓMENO QUE ESTÁ OCURRIENDO Y QUEREMOS EXPLICAR. (DESCUBRIMOS ENTONCES FENÓMENO, Y SU ACCESORIO.)
- 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
INTENTAMOS EXPLICAR EL FENÓMENO CON LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS QUE TENEMOS. RECORDEMOS SIEMPRE LA INFORMACIÓN QUE NO HAY AL VESTIBULO.
- 3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**
CON CIERTA DOSIS DE INTUICIÓN E IMAGINACIÓN INTENTAMOS EXPLICAR EL FENÓMENO/PROBLEMA DETECTADO Y FORMULAMOS NUESTRA HIPÓTESIS. ESTA HIPÓTESIS SE CONFIRMARÁ SIEMPRE EL RAZONAMIENTO DE QUE... (TRAZA CUALQUIER COSA EN EL MUNDO.)
- 4. EXPERIMENTACIÓN**
DE ACUERDO CON NUESTRA HIPÓTESIS Y BAJO CONDICIONES CONTROLADAS INTENTAMOS REPLICAR EL FENÓMENO. PARA QUE DIFERENCIAR EL FENÓMENO Y OBTENER UNA RESPUESTA ESPECÍFICA, IDENTIFICAMOS LAS VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES.
- 5. REGISTRO DE DATOS**
RECORDEMOS LOS DATOS OBTENIDOS DE LA EXPERIMENTACIÓN EN TABLAS Y CLASIFICAMOS PARA PODER ESTABLECER LAS POSIBLES RELACIONES.
- 6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**
DEL ANÁLISIS DE DATOS OBTENEMOS UNA RELACIÓN QUE SE EXPRESA EN FORMA DE ECUACIONES MATEMÁTICAS. ESTOS RESULTADOS RECIBEN EL NOMBRE CIENTÍFICO DE "LAW".
- 7. CONFIRMACIÓN DE LA HIPÓTESIS**
SI EL EXPERIMENTO CONFIRMA LA HIPÓTESIS, ESTO SERÁ CIERTO Y LAS LEYES DEBERÁN TENER MÁS FUERZA. CUALQUIER PERSONA PODRÁ COMPROBARLA Y SE LE PUEDE SEGUIR, Y EN TODO CASO, EN LAS CONDICIONES DADAS. EN CASO CONTRARIO, HABRÁ QUE VOLVER AL PUNTO 3 Y EMPEZAR DE NUEVO.

28,000

FUENTE: EL MÉTODO CIENTÍFICO. PROYECTO NEWTON - ONCE-MEC
POR LAS BARBAS DE DARWIN.COM

36

El problema de las cifras de Mendel...

- Las cifras de Mendel parecen demasiado perfectas para ser reales; algunos piensan que quizá algo de trampa en sus datos. Tal vez siguió reuniendo datos hasta que las cifras correspondieron a las proporciones previstas y luego se detuvo. Recientemente se ha dado mucha publicidad a la falta de ética de científicos, como investigadores que plagian el trabajo de otros, aplican los métodos de otros científicos para desarrollar patentes lucrativas o simplemente inventan los datos.
- ¿Cuál es la importancia de este tema para la sociedad? ¿Cuáles son los límites del comportamiento ético de los científicos?



37

Ética científica? CRISPR/Cas9

EL PAÍS Ciencia | Mundo

Científicos chinos aseguran haber creado los primeros bebés modificados genéticamente

Los médicos, granjeros nacidos hace "varias semanas", contrasta ahora con una modificación que mejorará sus rasgos, según el genoma de los gemelos.

Los científicos chinos aseguran haber creado los primeros bebés modificados genéticamente. Los médicos, granjeros nacidos hace "varias semanas", contrasta ahora con una modificación que mejorará sus rasgos, según el genoma de los gemelos.

Nuevos datos sobre las gemelas chinas editadas genéticamente confirman que el experimento fue tan irresponsable como parecía desde el primer día.

Birth of Twins After Genome Editing for HIV Resistance

Baohua Chen¹, Yongxin Chen¹, Xiaojing Zhou¹, Han Song¹, Kang Chen¹, Rui Chen¹, Youbin Chen¹, Hua Sun¹, Michael H. Zewer¹, Jianbin Hu¹

¹Department of Biology, Indiana University of Science and Technology, Terre Haute, IN 47712, USA

²Department of Biotechnology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Ibaraki 305-8565, Japan

³National Center for Human Genome Research, Beijing 100029, China

⁴Department of Biotechnology and School of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁵Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁶Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁷Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁸Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹⁰Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹¹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹²Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹³Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹⁴Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹⁵Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹⁶Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹⁷Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹⁸Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

¹⁹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²⁰Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²¹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²²Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²³Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²⁴Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²⁵Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²⁶Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²⁷Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²⁸Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

²⁹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³⁰Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³¹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³²Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³³Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³⁴Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³⁵Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³⁶Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³⁷Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³⁸Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

³⁹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴⁰Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴¹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴²Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴³Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴⁴Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴⁵Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴⁶Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴⁷Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴⁸Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁴⁹Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

⁵⁰Department of Biotechnology, Indian Institute of Technology, Kharagpur, West Bengal 751005, India

38

Guía de juego a problemas

- 1. La anemia falciforme es un rasgo recesivo en los humanos. Para expresar esta enfermedad, una persona afectada debe heredar dos alelos recesivos (**ee**). (E) es portador de un alelo normal mientras que (e) es el alelo portador de la anemia falciforme.
- (E)- Alelo normal
- (e)- Alelo de la anemia falciforme
- Las letras mayúsculas siempre nos recuerdan que un alelo es dominante, mientras las letras minúsculas nos dicen que un alelo es recesivo.
- Cuál es la probabilidad de que los hijos sean heterocigotos (**Ee**), si ambos padres también son heterocigotos (**Ee**)?

39

Anemia falciforme

Globulinas rojas de una persona sana para la anemia falciforme (RR)

Globulinas rojas de un portador de anemia falciforme (Rr)

Globulinas rojas de un enfermo de anemia falciforme (rr)

Padre "Portador" no afectado (Rr)

Madre "Portadora" no afectada (Rr)

No afectado 1 posibilidad de 4 (RR)

"Portador" no afectado 2 posibilidades de 4 (Rr)

Afectado 1 posibilidad de 4 (rr)

50%

40


Anemia falciforme y malaria

La malaria es una enfermedad causada por parásitos protozoos que son transmitidos por la picadura de mosquitos.

RR

Rr

rr



Jitomates

41

- ▶ 2. En los jitomates, la forma bola (R) es dominante de la forma saladet (r) que es recesiva. Se cruzaron un jitomate bola (Rr) con un jitomate saladet (rr).
- ▶ ¿Cuál es la probabilidad de que se obtengan descendientes de tipo bola?



Dominante
R- tipo bola



Recesivo
r- tipo saladet

	R	r
r	¼ Rr	¼ rr
r	¼ Rr	¼ rr

50%

Perros

42

- ▶ 3. En algunas razas de perros, el pelo rizado (R) domina sobre el pelo liso (r). En otro cromosoma se localiza la característica de ladrar cuando los perros siguen un rastro y es producida por un gen dominante (L) mientras que su alelo recesivo codifica para el carácter de ser silencioso (l).
- ▶ Una perrita de pelo rizado, silenciosa (RRll), tiene cachorros con un perrito de pelo liso y ladrador (rrLl).
- ▶ ¿Qué probabilidad tienen de que los cachorros nazcan con pelo rizado y sean silenciosos?



Un problema de perros

43

- ▶ R-Rizado ♀ RRll X rrLl ♂
- ▶ r-Liso
- ▶ L-Ladrador
- ▶ l-Silencioso

G Rl, Rl, Rl, Rl ; rL, rL, rL, rL

	Rl	Rl	rL	rL
rL	RrLl	RrLl	Rrll	Rrll
rL	RrLl	RrLl	Rrll	Rrll
rL	RrLl	RrLl	Rrll	Rrll
rL	Rrll	Rrll	Rrll	Rrll

RrLl- Perro rizado ladrador

Rrll- Perro rizado silencioso

50%

¿Y de la historia que nos quedo?

44

- ▶ Independientemente de nuestro papel en el mundo, nuestras acciones tienen consecuencias, intentemos que siempre sean las mejores. Siempre analiza tus actos y motivos para realizar cualquier acción que pueda perjudicarte a ti o a otro.



45

Y la tarea?

Un cartel publicitario para el videojuego, debe transmitir las ideas principales sobre la herencia Mendeliana, de como se transmiten los caracteres de progenitores a descendientes gracias a las leyes de Mendel.

NOTA: Pon los conceptos más importantes ya que con ello deberás ser capaz de exponer el tema la siguiente clase.

*Las leyes de Mendel (segregación y distribución independiente)

*Alelo, locus, loci, fenotipo, genotipo, alelos dominante y recesivo, cuadro de Punnett.

*Mendel



Tema: Herencia mendeliana

46

Objetivo:

Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

Sesión III

Inicio → Recapitulación de la clase anterior.

Desarrollo → Exposición de carteles y sesión de preguntas.

Cierre → Evaluación de carteles y postest.

Evaluación: Participaciones, elaboración del cartel, exposición.

¿Cómo estará la dinámica?

- ▶ Sois 4 equipos
- ▶ Cada equipo expandirá su cartel

Tendrán **10 minutos** previos para ponerse de acuerdo (Recuerda que debes intentar vender al juego a la par que expliques lo que has aprendido sobre herencia Mendeliana y sus conceptos)

- ▶ Vendrá una sesión de preguntas por parte de la profesora y tus compañeros

¿Podrás defender tu trabajo y venderás el juego?



¡Iniciemos!



Anexo 12. Contenidos clave que pueden ser encontrados en el videojuego *Mendelian*

Se señala en la siguiente imagen un diagrama con los 3 momentos claves del videojuego; la primera sección hace referencia a la interacción del estudiante con “Mendel” un “personaje no jugador” mejor conocido como NPC por sus siglas en inglés, de *Non Playable Character*, este personaje hace énfasis en los experimentos de Mendel con *Pisum sativum* que le llevo a plantear los principios de las leyes de Mendel, así como se hace énfasis en el método científico. La segunda sección del videojuego planteó una discusión sobre el trabajo de los científicos y su ética en la sociedad, poniendo de ejemplo el trabajo de Mendel. Mientras que la tercera y última sección planteó 3 problemas de cuadros de Punnett los cuales permitieron discutir sobre la herencia mendeliana y las leyes de Mendel, al terminar estos ejercicios el juego era concluido. Estos problemas pueden verse con mayor detalle en la sección *V.1.3 Análisis del aprendizaje procedimental: cuadro de Punnett de la guía de juego*.



Anexo 13. Aplicación detallada de las secuencias didácticas de la estrategia didáctica.

Sesión I. Secuencia didáctica I: Clase expositiva y mapas mentales (100 min)

Aprendizajes conceptuales

- Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

Aprendizajes procedimentales

- Aplica habilidades para resolver sus dudas a partir de la elaboración de preguntas que se realizarán a la profesora durante y al término de la clase expositiva del tema.

- Crea mapas mentales a partir de los conocimientos obtenidos durante la clase, de esta manera indaga y organiza la información, para explicar el tema abordado en clase.

Aprendizajes actitudinales

- Muestra valores como el respeto, empatía e interés, ante las opiniones de sus compañeros.

- Aplica habilidades, actitudes y valores en el diseño de investigaciones escolares del tema.

- Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo.

Desarrollo de la secuencia didáctica I

Inicio. Actividad 1.

Presentación de la profesora y evaluación diagnóstica del grupo a partir de un pretest (Anexo 4).

Descripción: Se inició con una presentación amistosa de la profesora, se saludó al grupo en general y se procedió a señalar la institución de procedencia, el grado académico, la intención del trabajo, la plataforma con la cual se trabajaría y brevemente se señaló en qué consistían las tres sesiones de clases para abordar el aprendizaje de la herencia mendeliana, para esta explicación se contemplaron 5 minutos. Posteriormente se utilizaron 15 minutos para realizar un pretest (Anexo 4) como evaluación diagnóstica sobre el tema

el cual será subido a la plataforma Google Classroom a la cual tendrán acceso con anticipación.

Materiales: Computadora, plataforma Zoom, Google Classroom y pretest.

Tiempo utilizado: 20 minutos

Desarrollo. Actividad 2.

Exposición sobre la herencia mendeliana con 48 diapositivas (Anexo 11).

Descripción: Se impartió el tema de herencia mendeliana a partir de una clase expositiva con ayuda de diapositivas, retomando los conceptos indispensables para la comprensión del tema (estructura del DNA y meiosis) y el cumplimiento del objetivo de enseñanza. Durante la exposición del tema se incluyeron muchos ejemplos, sobre todo en el apartado de los cuadros de Punnett, esto para incentivar a los alumnos a participar y ser constructores de su propio conocimiento, si de manera voluntaria ellos no se animaban a participar se recurría a la lista de estudiantes para pedirles de manera respetuosa y amigable su participación.

Materiales: Computadora, plataforma Zoom, diapositivas sobre el tema y lista de estudiantes.

Tiempo utilizado: 65 minutos

Cierre. Actividad 3

Se hizo una recapitulación de la clase, se respondieron las preguntas/dudas de los estudiantes y se explicó la tarea “Mi mapa mental sobre herencia mendeliana”.

Descripción: Para el término de la clase se realizó un resumen de lo visto en la misma, se pidió a los alumnos que expresaran si alguno tenía dudas sobre el tema o alguna pregunta concreta. Para finalizar se les explicó a los chicos su tarea, la cual se tituló “Mi mapa mental sobre herencia mendeliana”, esta tarea tenía como finalidad que a partir de los apuntes realizados en clase y de la investigación personal de cada estudiante, hicieran una selección de información y análisis de la misma que les permitiera crear un mapa mental con los conceptos clave de la sesión, un mapa mental que se “explique por sí mismo” al ser leído por otro, para ayudar a los alumnos en dicha tarea, se proporcionó un ejemplo (Anexo 7) y se les entregó una rúbrica (Anexo 10) para guiar la construcción de los mapas mentales,

a su vez esta sirvió como evaluación de los mismos, en esta actividad se realizó una heteroevaluación. En la segunda parte de la tarea se les dio instrucciones verbales a los alumnos para descargar el videojuego “*Mendelian*” (Anexo 12), el cual se utilizó en la siguiente clase. Para la explicación de las tareas, así como para proporcionar un espacio para recopilar las mismas se utilizó un grupo de Google Classroom.

Materiales: Computadora, plataforma Zoom, ejemplo de mapa mental y Google Classroom.

Tiempo utilizado: 15 min

Sesión II. Secuencia didáctica 2: Videojuego “Mendelian” (100 min)

Aprendizajes conceptuales

- Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

Aprendizajes procedimentales

- Aplica habilidades para resolver el videojuego *Mendelian* (Anexo 12), que incluye desafíos de la temática con carácter conceptual, procedimental y actitudinal.

- Aplica el trabajo colaborativo para la resolución de la guía de juego que les permitirá resolver de una manera más concreta todos los desafíos expuestos en el juego.

- Aplica el trabajo colaborativo para la creación de carteles, que les permita desarrollar sus habilidades de síntesis y análisis de información.

- Realiza investigaciones en las que aplica conocimientos y habilidades, al fomentar actividades con las características del trabajo científico que se incluyen dentro del videojuego.

Aprendizajes actitudinales

- Muestra valores como el respeto, empatía e interés, ante las opiniones de sus compañeros.

- Aplica habilidades, actitudes y valores en el diseño de investigaciones escolares del tema.

- Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo

Desarrollo de la secuencia didáctica II

Inicio. Actividad 1

Se inició la sesión respondiendo dudas sobre el tema y/o la tarea, posteriormente se hizo una recapitulación de la clase anterior por parte de los alumnos, 3 de ellos expusieron sus tareas.

Descripción: Se comenzó por pedir a los alumnos que expresaran sus dudas sobre el tema y la tarea, buscando esclarecer cualquier interrogante existente. Se continuó con una breve explicación por parte de los alumnos de los mapas mentales dejados de tarea, para recapitular el tema de herencia mendeliana visto la clase anterior.

Materiales: Computadora, mapas mentales de los estudiantes y plataforma Zoom.

Tiempo utilizado: 15-20 minutos

Desarrollo. Actividad 2

Se dieron instrucciones sobre la actividad del videojuego “*Mendelian*” (Anexo 12) y su guía de juego (Anexo 8), se utilizó el trabajo en equipo para dicha actividad.

Descripción: Para iniciar con la actividad se les dio las instrucciones de formar equipos de cinco personas para resolver en conjunto el videojuego y la respectiva guía de juego (Anexo 8), se les dividió en salas de grupo con ayuda de la plataforma Zoom, para que cada equipo trabajara de manera más organizada. Se supervisó en todo momento el avance de la actividad, apoyándoles en sus dudas o dificultades, por lo que estuvo entrando a las salas Zoom de manera constante. Cuando todos los equipos terminaron el juego, se procedió a analizar la actividad y las respuestas obtenidas entre todos los participantes, estas respuestas se recopilaron en la guía de juego, y fueron subidas al Classroom posteriormente al término de la actividad.

Materiales: Computadora, plataforma Zoom, Google Classroom, juego “*Mendelian*” (elaborado en RPG Maker XP®) y guía de juego.

Tiempo utilizado: 65-70 minutos

Cierre. Actividad 3

Se respondieron dudas de la clase y posteriormente se explicó la tarea “Mi cartel de herencia mendeliana y el videojuego *Mendelian*” (Anexo 12).

Descripción: Al término de la actividad del videojuego, se procedió a contestar dudas sobre la clase, posteriormente se les dieron instrucciones a los estudiantes para realizar de tarea, un cartel con los conceptos más importantes de la herencia mendeliana (Mendel, leyes de Mendel y cuadros de Punnett) y de la historia del juego “*Mendelian*”, la idea es que pareciera un cartel publicitario para el videojuego con el cual pudieran explicar de manera profunda el tema de la herencia mendeliana y su relación con el videojuego, esta tarea se dejó en equipos (los mismos equipos con los cuales trabajaron la resolución del videojuego), para alcanzar dicho objetivo se les proporcionó una rúbrica como guía a los estudiantes, que también sirvió para evaluar los carteles. También se les mostró un ejemplo de cartel (Anexo 9) para orientarlos en el desarrollo de sus propios carteles y se les pidió que, al término de los mismos, los subieran y guardaran en el espacio correspondiente de la plataforma de Google Classroom.

Materiales: Ejemplo de cartel, computadora, Google Classroom y plataforma Zoom.

Tiempo utilizado: 10 minutos

Sesión III. Secuencia didáctica 3: Carteles (100 min)

Aprendizajes conceptuales

- Reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

Aprendizajes procedimentales

- Aplican habilidades para trabajar en equipo y exponer de manera formal sus carteles frente a sus compañeros.

Aprendizajes actitudinales

- Muestra valores como el respeto, empatía e interés, ante las opiniones de sus compañeros.

- Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo.

Desarrollo de la secuencia didáctica III

Inicio. Actividad 1

Se inició por preguntar si existían dudas, se contestaron las mismas en caso de que concurren para posteriormente hacer una rápida recapitulación de lo visto en la sesión anterior.

Descripción: Se les preguntó a los alumnos si tenían alguna duda después de lo visto en las clases anteriores, después se procedió a resolver de manera oportuna las dudas. A continuación, se resumió lo visto en la clase anterior, las actividades, los temas, la forma en la cual fueron abordados y la manera en la que se trabajó esa clase.

Materiales: Computadora y plataforma Zoom

Tiempo utilizado: 10 minutos

Desarrollo. Actividad 2

Exposición de los alumnos con sus respectivos carteles sobre el tema de la herencia mendeliana y el juego “*Mendelian*” (Anexo 12).

Descripción: Se les pidió a los alumnos que en equipo explicaran y expusieran de manera desarrollada sus respectivos carteles sobre el tema de la herencia mendeliana y el videojuego “*Mendelian*”, se les pidió que profundizaran en conceptos clave sobre el tema y los detallaran, además de que realizaran la actividad imaginando que intentaban “vender” el juego, cada equipo contó con 7 minutos de exposición/explicación, a su vez se tomaron 3 minutos después de la exposición para preguntarles de manera aleatoria a algunos miembros del equipo ¿cómo se sintieron en la actividad?, conceptos del tema, se les cuestionó la manera de exponer y la forma en la cual construyeron su cartel. Se le pidió a cada equipo que se autoevaluaran al término de la actividad, de igual manera se les dio la indicación de que se guiaran con la rúbrica enviada la clase anterior para el desarrollo de sus carteles.

Materiales: Computadora, plataforma Zoom y carteles de los estudiantes.

Tiempo utilizado: 60 minutos

Cierre. Actividad 3

Aplicación del postest (Anexo 4) y despedida de la profesora.

Descripción: Para el cierre de la sesión y de la estrategia didáctica, se procedió a aplicar el postest correspondiente el cual no tenía cambios en el contenido respecto al planteado en el pretest, más allá del orden de las preguntas o de las respuestas, para dicha actividad se les dio 15 minutos y el archivo se les proporcionó por medio de Google Classroom, plataforma a la cual subieron dicho archivo contestado. Cuando los alumnos terminaron de contestar el postest, se les dio las gracias por haber participado en la estrategia didáctica, de manera respetuosa se les deseó éxito y se finalizó con una despedida cordial.

Materiales: Computadora, plataforma Zoom, Google Classroom y postest.

Tiempo utilizado: 30 minutos