

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE SOFTWARE



SERIOUS GAME EN UN ENTORNO 3D INTERACTIVO PARA FORTALECER EL
APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA MENDELIANA EN ESTUDIANTES DE BIOTECNOLOGÍA
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Software

AUTOR:

Sr. Klever Eduardo Villalva López

DIRECTOR:

MSc. Vicente Alexander Guevara Vega

Ibarra, 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004819858		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Villalva López Klever Eduardo		
DIRECCIÓN:	San Antonio de Ibarra, Panamericana y Alfredo Dalgo		
EMAIL:	kevallalval@utn.edu.ec – klevervillalva88@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2932422	TELÉFONO MÓVIL:	0988179260

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Serious Game en un entorno 3D interactivo para fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte.
AUTOR (ES):	Sr. Villalva López Klever Eduardo
FECHA DE APROBACIÓN:	21 de octubre de 2024
PROGRAMA:	✓ PREGRADO POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Software
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Alexander Guevara Vega MSc. (Tutor) Ing. Santiago Zarate Bega MSc. (Asesor)

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de octubre de 2024

EL AUTOR:

Villalva López Klever Eduardo
C.C. 1004819858

CERTIFICACIÓN DIRECTOR

Ibarra, 21 de octubre del 2024

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio del presente yo Ing. Vicente Alexander Guevara Vega, MSc., certifico que el Sr. Klever Eduardo Villalva López portador de la cedula de ciudadanía número 1004819858, ha trabajado en el desarrollo del proyecto de grado **“Serious Game en un entorno 3D interactivo para fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte”** previo a la obtención del Título de Ingeniero en Software realizado con interés profesional y responsabilidad que certifico con honor de verdad.

Es todo en cuanto puedo certificar a la verdad

Atentamente,



Ing. Alexander Guevara Vega, MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

Dedicatoria

A mis queridos padres, Jorge Villalva y Janeth López, quienes con su amor, paciencia y sacrificio incalculable han sido los cimientos de todo lo que soy y estoy logrando. A mi padre, por ser mi mentor y guía, un ejemplo constante de fortaleza, integridad y esfuerzo incansable. A mi madre, por su inquebrantable apoyo, por su fe en mí en los momentos más difíciles, y por cada sacrificio que hizo con amor y dedicación.

A mis hermanos, que han sido compañeros en cada etapa de este viaje. Gracias por su apoyo, su cariño y por los momentos compartidos que hicieron este camino más llevadero. Sin su compañía y palabras de aliento han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Klever Eduardo Villalva López

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sentido agradecimiento a todos aquellos que, de una u otra manera, han sido parte fundamental en este viaje. A mi familia, por estar siempre a mi lado con su apoyo incondicional, su paciencia y palabras de aliento que me impulsaron a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

A mi director de tesis MSc. Alexander Guevara Vega, cuyo conocimiento, dedicación y orientación fueron clave para la realización de este trabajo. Su constante acompañamiento y sus valiosos consejos me guiaron a lo largo de todo el proceso.

Agradezco también a mis profesores, quienes con su pasión por la enseñanza me brindaron las herramientas necesarias para mi formación académica y profesional.

Finalmente, a mis compañeros de clase y amigos que me han brindado su apoyo en los momentos difíciles. Los momentos que compartimos a lo largo de esta etapa hicieron de esta experiencia algo verdaderamente único y enriquecedora.

Klever Eduardo Villalva López

Tabla de Contenidos

Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Tabla de Contenidos.....	6
Índice de figuras	10
Índice de tablas	14
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
Introducción.....	18
1.1. Antecedentes.....	18
1.2. Prospectiva	19
1.3. Planteamiento del problema.....	20
1.4. Objetivos.....	22
Objetivo General	22
Objetivo específico	22
1.5. Alcance	22
1.6. Justificación	24
Justificación de seguridad y siniestros.....	24
Justificación Educativa	25
Capítulo I MARCO TEÓRICO.....	27
1.7. Genética	27
1.7.1. Definición y conceptos fundamentales de la genética	27
1.7.2. Estructura del ADN y su función en la herencia.....	28
1.7.3. Mecanismos de replicación, transcripción y traducción genética	29
1.7.4. Tipos de herencia y modos de heredar rasgos genéticos.....	31
1.8. Fundamentos y aplicación de la genética mendeliana	33
1.8.1. Principios básicos de la genética mendeliana	33
1.8.2. Cruzamientos y diagramas de Punnett.....	34
1.8.3. Genética mendeliana en humanos y otras especies.....	35
1.8.4. Aplicaciones prácticas en la biotecnología y medicina	36
1.9. Tecnología educativa: Serious Game.....	38

1.9.1.	Definición y características de los Serious Games	38
1.9.2.	Principales enfoques pedagógicos en el diseño de Serious Games	39
1.9.3.	Plataformas y herramientas para el desarrollo de Serious Games educativos ...	39
1.9.4.	Casos de éxito y ejemplos de Serious Games aplicados a la educación	43
1.10.	Tendencias de los Serious Games en el campo de la Biotecnología	45
1.10.1.	Influencia de los Serious Games en la educación y formación en Biotecnología. 45	
1.10.2.	Eficiencia de los Serious Game en el aprendizaje de la Biotecnología	46
1.10.3.	Desafíos y Futuro de los Serious Game en la Biotecnología	47
1.10.4.	Evaluación y métricas en la implementación de Serious Game en la Biotecnología. 48	
Capítulo II DESARROLLO		50
2.1.	Levantamiento de requerimientos	50
2.2.	Definición de los objetivos educativos	51
2.3.	Análisis del público objetivo	52
2.4.	Diseño de metáforas y narrativas	55
2.5.	Prototipado y diseño del juego	61
2.5.1.	Storyboard 1 – Ingreso al juego	62
2.5.2.	Storyboard 2 – Menú de ajustes	63
2.5.3.	Storyboard 3 – Esquema de visualización	63
2.5.4.	Storyboard 4 – Elección de personaje	64
2.5.5.	Storyboard 5 – Modos del juego	65
2.5.6.	Storyboard 6 – Modo de conceptos	66
2.5.7.	Storyboard 7 – Recolección de pergaminos	67
2.5.8.	Storyboard 8 – Modo de ejercicios tipo 1	68
2.5.9.	Storyboard 9 – Modo ejercicios tipo 2	69
2.5.10.	Storyboard 10 – Modo de evaluación	70
2.6.	Desarrollo del juego	71
2.6.1.	Mapa de navegación	71
2.6.2.	Controles	72
2.6.3.	Roles para el desarrollo	72
2.6.4.	Seguimiento a la planificación	73
2.6.5.	Ambiente de desarrollo	75
2.6.6.	Diseño de la base de datos	75
2.6.7.	Desarrollo del Backend	76
2.6.8.	Iteración 1: Módulo de administración	81

2.6.9.	Iteración 2: Ingreso al juego y menú de ajustes.....	91
2.6.10.	Iteración 3: Elección de personaje y modos de juego.....	94
2.6.11.	Iteración 4: Modo de conceptos y recolección d pergaminos.....	98
2.6.12.	Iteración 5: Modo de ejercicios.....	102
2.6.13.	Iteración 6: Modo de evaluación.....	107
2.7.	Plan de pruebas.....	112
2.7.1.	Alcance de las pruebas.....	112
2.7.2.	Elementos de las pruebas.....	113
2.7.3.	Criterios de evaluación.....	114
2.7.4.	Enfoque de pruebas.....	115
2.7.5.	Criterios de aceptación o rechazo.....	115
2.7.6.	Criterios de suspensión.....	116
2.7.7.	Entregables.....	116
2.7.8.	Recursos.....	117
2.7.9.	Procedimiento para las pruebas.....	117
2.7.10.	Matriz de responsabilidades.....	118
2.7.11.	Cronograma.....	119
2.8.	Pruebas de Rendimiento.....	119
2.8.1.	Caso de prueba 1: Tiempos de carga.....	120
2.8.2.	Caso de prueba 2: Consistencia del Framerate (FPS).....	121
2.8.3.	Caso de prueba 3: Uso de recursos.....	122
2.9.	Pruebas de Usabilidad.....	123
2.9.1.	Caso de prueba 4: Interfaz de Usuario.....	126
2.9.2.	Caso de prueba 5: Pruebas de jugabilidad.....	127
2.10.	Pruebas de Integración.....	129
2.10.1.	Caso de prueba 6: Verificación de consumo de contenidos.....	130
2.10.2.	Caso de prueba 7: Interfaz web.....	131
2.11.	Pruebas de Satisfacción del Usuario.....	132
2.11.1.	Caso de prueba 8: Interfaz web.....	132
2.11.2.	Caso de prueba 9: Experiencia de juego.....	133
Capítulo III Resultados.....		135
3.1.	Resultados de la pregunta: ¿Qué es la ley de la segregación de Mendel?	136
3.2.	Resultados de la pregunta: ¿Qué significa "codominancia"?.....	137
3.3.	Resultados de la pregunta: Si dos individuos con genotipos AaBb se cruzan, ¿cuál es la proporción esperada de la descendencia que será aabb?	138

3.4. Resultados de la pregunta: Si un gen tiene tres alelos (A, B, O), ¿cuántos genotipos diferentes son posibles en una población?	140
3.5. Resultados de la pregunta: ¿Cuál sería el fenotipo esperado de una flor con genotipo RR si el color rojo (R) es dominante sobre el blanco (r)?	141
3.6. Resultados de la pregunta: En un cruce de prueba (test cross) entre una planta de genotipo desconocido que muestra el fenotipo dominante y una planta homocigota recesiva, ¿qué resultados indicarían que la planta desconocida.....	142
3.7. Resultados de la pregunta: ¿Qué es la ley de la distribución independiente de Mendel? 144	
3.8. Resultados de la pregunta: En una planta, el color de la flor puede ser rojo (R) o blanco (r). Si dos plantas heterocigotas (Rr) se cruzan, ¿qué proporción de la descendencia tendrá flores blancas?.....	145
3.9. Resultados de la pregunta: ¿Qué fenómeno explica la aparición de nuevas combinaciones de alelos en la descendencia debido al intercambio de segmentos de cromosomas homólogos durante la meiosis?	146
3.10. Resultados de la pregunta: ¿Qué es un genotipo heterocigoto?	148
3.11. Resultados de la pregunta: Si una enfermedad genética autosómica recesiva se manifiesta solo cuando el individuo tiene dos alelos recesivos (aa), ¿cuál es la probabilidad de que dos portadores (Aa) tengan un hijo afectado?.....	149
3.12. Análisis final de los resultados	150
CONCLUSIONES.....	152
RECOMENDACIONES	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
ANEXOS	159
3.13. ANEXO 1. ACTA DE REUNIÓN LEVANTAMIENTO DE REQUISITOS.....	159
3.14. ANEXO 2. MANUAL DE INSTALACIÓN DEL ENTORNO DE TRABAJO	160
3.15. ANEXO 3. INTERFACES DEL MODULO WEB.....	163
3.16. ANEXO 4. INTERFACES DEL SERIOUS GAME 3D.....	165
3.17. ANEXO 5. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN PRODUCTO MINIMO VIABLE	167
3.18. ANEXO 6. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RENDIMIENTO	168
3.19. ANEXO 7. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE INTEGRACIÓN	176

Índice de figuras

Figura 1: Mapa de problemas.....	21
Figura 2: Representación del alcance del proyecto.	24
Figura 3: Principales conceptos de genética.	27
Figura 4: Estructura del ADN.	28
Figura 5: Principales tipos de herencia.....	31
Figura 6: Diagrama de Punnett.....	34
Figura 7: Principales aplicaciones en la biotecnología y la medicina.	36
Figura 8: Principales características de los Serious Game.	38
Figura 9: Principales enfoques pedagógicos.	39
Figura 10: Logo de Unity.....	40
Figura 11: Logo de Unreal Engine.	41
Figura 12: Logo de Construct.	41
Figura 13: Logo de GameMaker Studio.....	42
Figura 14: Logo de Twine.	43
Figura 15: Logo de Minecraft Education.	43
Figura 16: Logo de Kahoot.	44
Figura 17: Logo de Foldit.....	45
Figura 18: Logo de Dragonbox.....	45
Figura 19: Reuniones para el levantamiento de requerimientos.	50
Figura 20: Temas que los estudiantes encuentran difíciles de comprender.	54
Figura 21: Conceptos que los estudiantes encuentran difíciles de comprender.	54
Figura 22: Prototipo del Storyboard 1.....	62
Figura 23: Prototipo del Storyboard 2.....	63
Figura 24: Prototipo del Storyboard 3.....	64
Figura 25: Prototipo del Storyboard 4.....	65
Figura 26: Prototipo del Storyboard 5.....	66
Figura 27: Prototipo del Storyboard 6.....	67
Figura 28: Prototipo del Storyboard 7.....	68
Figura 29: Prototipo del Storyboard 8.....	69
Figura 30: Prototipo del Storyboard 9.....	70
Figura 31: Prototipo del Storyboard 10.....	71
Figura 32: Mapa de navegación.	72

Figura 33: Planificación de actividades.....	73
Figura 34: Seguimiento a las actividades.	74
Figura 35: Resultado del seguimiento.	74
Figura 36: Modelo entidad relación de la base de datos.....	76
Figura 37: Estructura de los archivos.	77
Figura 38: Conexión con la base de datos.....	78
Figura 39: Autenticación de usuarios.....	79
Figura 40: Configuración de las API.	79
Figura 41: Endpoints para las acciones CRUD.....	80
Figura 42: Seguimiento a la planificación de la Iteración 5.	84
Figura 43: Login de ingreso.....	84
Figura 44: Página principal.....	85
Figura 45: Función para ver el perfil del usuario registrado.	85
Figura 46: Función para agregar un nuevo usuario.	86
Figura 47: Función para ver los usuarios registrados.	86
Figura 48: Función para agregar categorías.....	87
Figura 49: Función para agregar conceptos.	87
Figura 50: Función para agregar conceptos nuevos.....	88
Figura 51: Función para agregar las preguntas asociadas a ese concepto para la evaluación. 88	
Figura 52: Función para agregar ejercicios.....	89
Figura 53: Función para agregar ejercicios.....	89
Figura 54: Función para agregar preguntas.....	89
Figura 55: Función para evaluación.....	90
Figura 56: Función para agregar preguntas.....	90
Figura 57: Seguimiento a la planificación de la Iteración 1.	93
Figura 58: Pantalla de ingreso al juego.	93
Figura 59: Guía de botones.....	93
Figura 60: Menú de opciones.	94
Figura 61: Seguimiento a la planificación de la Iteración 2.	96
Figura 62: Pantalla para la selección del personaje.....	97
Figura 63: Pantalla para la selección del modo de juego.....	97
Figura 64: Instrucciones para el inicio de cada juego.	97
Figura 65: Seguimiento a la planificación de la Iteración 3.	100
Figura 66: Modo de conceptos.	101

Figura 67: Información sobre el nivel y objetivo.....	101
Figura 68: Modo de recolección de pergaminos.....	101
Figura 69: Modo de recolección de pergaminos.....	102
Figura 70: Mapa de configuraciones.....	102
Figura 71: Seguimiento a la planificación de la Iteración 4.....	104
Figura 72: Modo de ejercicios.....	105
Figura 73: Visualización del mapa.....	105
Figura 74: Menú de ajustes.....	105
Figura 75: Ejercicio de selección múltiple con la opción de 50/50.....	106
Figura 76: Ejercicio utilizando el comodín de 50/50.....	106
Figura 77: Visualización de respuesta seleccionada correcta.....	106
Figura 78: Ejercicio interactivo con matriz de punnett.....	107
Figura 79: Aplicando el comodín de feedback.....	107
Figura 80: Ejercicio resuelto correctamente.....	107
Figura 81: Seguimiento a la planificación de la Iteración 5.....	110
Figura 82: Página principal del Modo Evaluación.....	110
Figura 83: Visualización de las preguntas.....	111
Figura 84: Visualización cuando la pregunta seleccionada es correcta.....	111
Figura 85: Nota explicativa sobre la pregunta realizada.....	111
Figura 86: Elementos de las pruebas.....	114
Figura 87: Criterios de evaluación.....	114
Figura 88: Criterios de aceptación o rechazo.....	115
Figura 89: Criterios de evaluación.....	116
Figura 90: Recursos para el plan de pruebas.....	117
Figura 91: Resultados del caso de prueba 1.....	121
Figura 92: Resultados del caso de prueba 2 (FPS).....	122
Figura 93: Resultados del caso de prueba 2 (Estabilidad).....	122
Figura 94: Pruebas de usabilidad.....	124
Figura 95: Encuesta para las pruebas de usabilidad.....	125
Figura 96: Descripción de los resultados del caso de prueba 4.....	127
Figura 97: Descripción de los resultados del caso de prueba 5.....	128
Figura 98: Descripción de los resultados del caso de prueba 5.....	129
Figura 99: Descripción de los resultados del caso de prueba 7.....	132
Figura 100: Descripción de los resultados del caso de prueba 8.....	133

Figura 101: Descripción de los resultados del caso de prueba 9.	134
Figura 102: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 1.	136
Figura 103: Gráfico de bigotes para la pregunta 1.	137
Figura 104: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 2.	137
Figura 105: Gráfico de bigotes para la pregunta 2.	138
Figura 106: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 3.	139
Figura 107: Gráfico de bigotes para la pregunta 3.	139
Figura 108: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 4.	140
Figura 109: Gráfico de bigotes para la pregunta 4.	141
Figura 110: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 5.	141
Figura 111: Gráfico de bigotes para la pregunta 5.	142
Figura 107: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 6.	143
Figura 113: Gráfico de bigotes para la pregunta 6.	143
Figura 114: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 7.	144
Figura 115: Gráfico de bigotes para la pregunta 7.	145
Figura 116: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 8.	145
Figura 117: Gráfico de bigotes para la pregunta 8.	146
Figura 118: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 9.	147
Figura 119: Gráfico de bigotes para la pregunta 9.	147
Figura 120: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 10.	148
Figura 121: Gráfico de bigotes para la pregunta 10.	149
Figura 122: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 11.	149
Figura 123: Gráfico de bigotes para la pregunta 11.	150

Índice de tablas

TABLA 1	Principales aplicaciones en la biotecnología y la medicina.....	37
TABLA 2	Definición de roles de desarrollo.	73
TABLA 3	Ambiente de desarrollo.	75
TABLA 4	Configuración para el Backend.	77
TABLA 5	Configuración para el Frontend.....	81
TABLA 6	Planificación de la Iteración 6.	82
TABLA 7	Actividades del diseñador gráfico.....	83
TABLA 8	Actividades del desarrollador.	83
TABLA 9	Planificación de la Iteración 1.	91
TABLA 10	Actividades del diseñador gráfico.....	92
TABLA 11	Actividades del desarrollador.....	92
TABLA 12	Planificación de la Iteración 2.....	94
TABLA 13	Actividades del diseñador gráfico.....	95
TABLA 14	Actividades del desarrollador.....	96
TABLA 15	Planificación de la Iteración 1.....	98
TABLA 16	Actividades del diseñador gráfico.....	99
TABLA 17	Actividades del desarrollador.....	100
TABLA 18	Planificación de la Iteración 4.....	103
TABLA 19	Actividades del diseñador gráfico.....	103
TABLA 20	Actividades del desarrollador.....	104
TABLA 21	Planificación de la Iteración 5.....	108
TABLA 22	Actividades del diseñador gráfico.....	109
TABLA 23	Actividades del desarrollador.....	109
TABLA 24	Actividades del desarrollador.....	118
TABLA 25	Cronograma de actividades de evaluación.....	119
TABLA 26	Características de los teléfonos celulares para las pruebas de rendimiento.....	120
TABLA 27	Descripción del caso de prueba 1.	120
TABLA 28	Descripción del caso de prueba 2.	121
TABLA 29	Descripción del caso de prueba 3.	122
TABLA 30	Descripción de los resultados del caso de prueba 3.	123
TABLA 31	Descripción de los usuarios para las pruebas de usabilidad.	125

TABLA 32	Descripción del caso de prueba 4.	126
TABLA 33	Descripción del caso de prueba 5.	127
TABLA 34	Descripción de los resultados del caso de prueba 5.	129
TABLA 35	Descripción del caso de prueba 6.	130
TABLA 36	Descripción de los resultados del caso de prueba 6.	130
TABLA 37	Descripción del caso de prueba 7.	131
TABLA 38	Descripción de los resultados del caso de prueba 8.	132
TABLA 37	Descripción de los resultados del caso de prueba 9.	133

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Serious Game en un entorno 3D interactivo para fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte” tuvo como objetivo diseñar, desarrollar y evaluar un videojuego educativo que permita a los estudiantes mejorar su comprensión de la genética mendeliana a través de una experiencia inmersiva y lúdica. El desarrollo del Serious Game se llevó a cabo utilizando la metodología SUM, combinada con el estándar ISO/IEC 29119 para la gestión de pruebas, lo que garantizó una estructura sólida y un proceso riguroso de validación. El entorno 3D interactivo del juego se diseñó para simular escenarios en los que los estudiantes podían aplicar los principios mendelianos en diferentes niveles de dificultad, incorporando actividades como la recolección de información y la resolución de ejercicios prácticos.

Finalmente, se evaluó la eficiencia del juego mediante pruebas pre y post juego aplicadas a los estudiantes, cuyos resultados demostraron mejoras significativas en la comprensión de los conceptos genéticos y en la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la genética mendeliana. El videojuego demostró ser una herramienta pedagógica eficaz, complementando las clases tradicionales y proporcionando una forma interactiva de reforzar los conocimientos científicos. En este sentido, el presente proyecto no solo proporciona una solución educativa innovadora, sino que también abre nuevas oportunidades para el uso de Serious Games en la enseñanza de temas complejos en biotecnología y otras disciplinas científicas.

Palabras clave: Serious Game, Genética Mendeliana, Biotecnología.

ABSTRACT

The present research work entitled “Serious Game in an interactive 3D environment to strengthen the learning of Mendelian genetics in Biotechnology students at the Universidad Técnica del Norte” had the objective of designing, developing and evaluating an educational video game that allows students to improve your understanding of Mendelian genetics through an immersive and playful experience. The development of the Serious Game was carried out using the SUM methodology, combined with the ISO/IEC 29119 standard for test management, which guaranteed a solid structure and a rigorous validation process. The game's interactive 3D environment was designed to simulate scenarios in which students could apply Mendelian principles at different levels of difficulty, incorporating activities such as collecting information and solving practical exercises.

Finally, the efficiency of the game was evaluated through pre- and post-game tests applied to the students, the results of which demonstrated significant improvements in the understanding of genetic concepts and in the students' motivation towards learning Mendelian genetics. The video game proved to be an effective pedagogical tool, complementing traditional classes and providing an interactive way to reinforce scientific knowledge. In this sense, the present project not only provides an innovative educational solution, but also opens new opportunities for the use of Serious Games in teaching complex topics in biotechnology and other scientific disciplines.

Keywords: Serious Game, Mendelian Genetics, Biotechnology.

Introducción

1.1. Antecedentes

El uso de Serious Games en la educación ha ganado considerable atención en las últimas décadas, con un enfoque especial en su capacidad para mejorar el aprendizaje y la retención de conocimientos en diversas disciplinas. Los Serious Games combinan elementos de juego con objetivos educativos, proporcionando una experiencia de aprendizaje atractiva e interactiva. En el ámbito de la educación superior, han demostrado ser particularmente efectivos en áreas que requieren la comprensión de conceptos complejos y abstractos, como la genética mendeliana. Estudios previos han mostrado que los juegos educativos pueden aumentar la motivación de los estudiantes, mejorar su comprensión conceptual y fomentar el aprendizaje autodirigido.

En el contexto de la enseñanza de la genética mendeliana, los entornos interactivos en 3D ofrecen una ventaja significativa al permitir a los estudiantes visualizar y manipular directamente elementos genéticos en un espacio virtual. Esto no solo facilita la comprensión de conceptos difíciles, como la segregación independiente y la dominancia genética, sino que también ofrece una plataforma para experimentar con cruzamientos genéticos y observar resultados en tiempo real. La Universidad de Stanford, por ejemplo, ha desarrollado simuladores genéticos que permiten a los estudiantes experimentar con cruzamientos de guisantes virtuales, replicando los experimentos originales de Gregor Mendel. Estos simuladores han sido bien recibidos por su capacidad para hacer los conceptos más accesibles y comprensibles.

La integración de tecnologías avanzadas no solo ha mejorado la experiencia de aprendizaje, sino que también permiten una personalización del contenido educativo, adaptándose a las necesidades y el ritmo de aprendizaje de cada estudiante. En este sentido, los antecedentes del uso de Serious Games en la educación y las ventajas específicas de los entornos 3D interactivos proporcionan una base sólida para el desarrollo de un juego educativo destinado a fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología.

1.2. Prospectiva

La prospectiva para el desarrollo de un Serious Game en un entorno 3D interactivo destinado a fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología de la Universidad apunta a la integración de tecnologías emergentes para crear experiencias educativas inmersivas y atractivas. Con los continuos avances es posible desarrollar entornos 3D altamente realistas donde los estudiantes puedan interactuar con conceptos genéticos de manera tangible. Estas tecnologías no solo aumentan la inmersión, sino que también facilitan la comprensión de conceptos abstractos mediante visualizaciones interactivas. Además, la inteligencia artificial (IA) puede desempeñar un papel crucial en la personalización del aprendizaje, adaptando los contenidos y desafíos según las necesidades individuales de cada estudiante, lo que garantiza un enfoque más centrado en el alumno y una experiencia de aprendizaje más efectiva.

En el ámbito educativo, el aprendizaje basado en juegos (GBL) está ganando cada vez más aceptación debido a su capacidad para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes. Los Serious Games ofrecen una forma dinámica y divertida de aprender, lo que puede ser particularmente beneficioso para la enseñanza de temas complejos como la genética mendeliana. La adopción de estos juegos en los currículos de Biotecnología no solo puede mejorar la retención del conocimiento, sino también fomentar habilidades críticas como la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Con el aumento de la educación a distancia y los modelos de enseñanza híbrida, los Serious Games se posicionan como una herramienta valiosa para proporcionar experiencias de aprendizaje ricas y flexibles que complementen tanto la instrucción en línea como presencial.

El desarrollo de un Serious Game para la enseñanza de la genética mendeliana requerirá una estrecha colaboración multidisciplinaria entre expertos en genética, pedagogos, diseñadores de juegos y desarrolladores tecnológicos. Esta colaboración asegurará que el contenido sea

científicamente preciso, pedagógicamente sólido y tecnológicamente innovador. En el futuro, la capacidad de integrar contenidos actualizados y de incorporar descubrimientos científicos recientes permitirá que el juego siga siendo relevante y eficaz. La retroalimentación constante de los usuarios ayudará a refinar y mejorar el juego, asegurando su eficacia continua en la educación de los estudiantes de Biotecnología. Así, este enfoque tiene el potencial de transformar la educación en genética mendeliana, proporcionando una herramienta poderosa y moderna para el aprendizaje activo y la comprensión profunda de conceptos complejos.

1.3. Planteamiento del problema

Según Gonzales (2018), la dificultad en la comprensión de la genética mendeliana se atribuye a la falta de acceso equitativo a servicios de asesoramiento y pruebas genéticas. Esta limitación, es determinada por factores económicos, geográficos o culturales, generando una brecha significativa en el conocimiento y comprensión de las enfermedades hereditarias, dificultando la identificación y manejo adecuado de dichos trastornos.

En la actualidad, se han llevado a cabo estudios en diversas universidades del Ecuador sobre genética y genómica. Se ha determinado que la principal causa del déficit en el aprendizaje de la genética es la falta de instrumentos para el estudio de la genética en los laboratorios, lo que impide que muchos estudiantes puedan aplicar la teoría en la práctica (Caviedes et al., 2020).

En una entrevista realizada a los involucrados de la carrera de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte (UTN), manifiestan que existen dificultades en la comprensión de la genética, debido al gran contenido de información que contiene y la falta equipo adecuado en los laboratorios para la práctica (Carrea Biotecnología, 2023). Por lo tanto, durante un proceso de observación realizado a un grupo focal de la carrera de Biotecnología de la UTN, se pudo constatar la insuficiencia de equipos adecuados en los laboratorios para estudio de la genética mendeliana, lo cual ha generado una serie de desafíos significativos para la carrera. Además, a través de una encuesta realizada a los estudiantes de quinto semestre, se manifestó que esta

situación genera una alta complejidad en la comprensión del genoma humano, debido a que se hace uso de la genética mendeliana, lo que provoca obtener conceptos erróneos y problemas éticos en el aprendizaje.

En consecuencia, la falta de equipos adecuados en los laboratorios para el estudio del genoma humano ha llevado a una comprensión deficiente por parte de los estudiantes de la carrera de Biotecnología. Esta carencia de recursos es provocada por la falta de equipo necesario para la práctica genero dificultades significativas para la comprensión de materia. Además, la falta de acceso a información relevante, entornos de gamificación inadecuados, la escasa interacción entre estudiantes y docentes, así como la ausencia de estrategias motivacionales, han contribuido a esta situación, provocando, que los estudiantes dediquen poco tiempo y muestren desinterés, lo que muchas veces provoca repitencia.

Para la elaboración del árbol de problemas se utilizó la Matriz Vester como instrumento de identificación y clasificación de problemáticas dentro del proyecto propuesto como se muestra en la Figura 1:

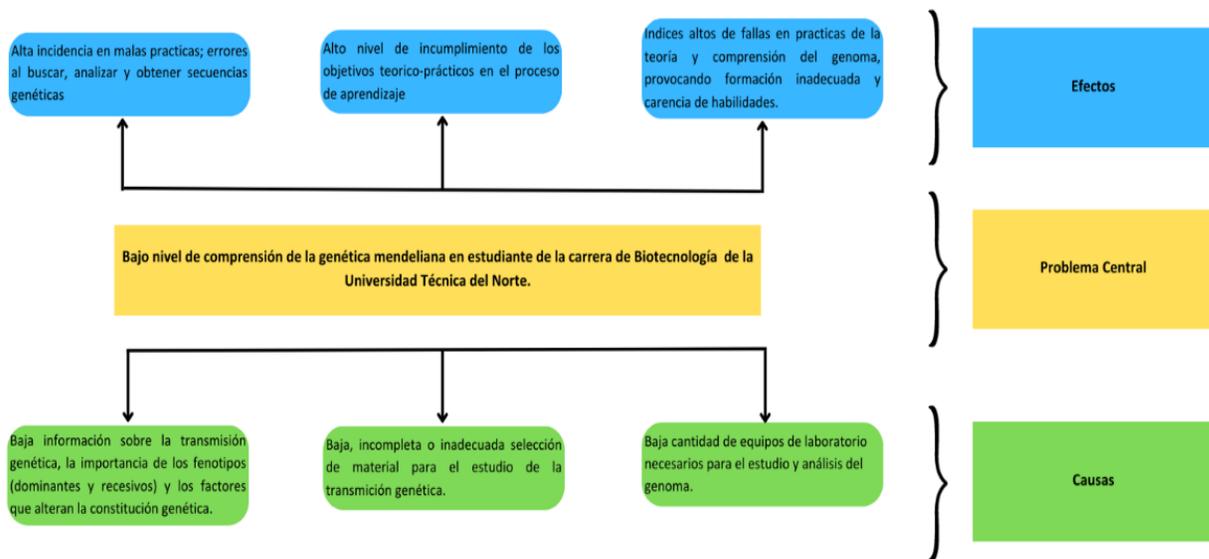


Figura 1: Mapa de problemas.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Implementar un Serious Game en un entorno 3D interactivo que permita fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo específico

- Realizar una revisión de literatura para identificar los conceptos fundamentales necesarios para el desarrollo del trabajo de investigación.
- Caracterizar las principales dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios sobre la genética mendeliana.
- Desarrollar un Serious Game en un entorno 3D interactivo aplicando SUM como metodología de desarrollo y la parte 4 del estándar ISO/ICE 29119 para la gestión de pruebas.
- Evaluar la eficiencia del videojuego como herramienta pedagógica para el aprendizaje de la genética mendeliana, mediante la aplicación de pruebas pre y post juego.

1.5. Alcance

En el presente proyecto se busca desarrollar un Serious Game 3D móvil para fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana, enfocado en el estudio del genoma humano en los estudiantes de Biotecnología de la UTN, el cual abordara los desafíos identificados, como la dificultad de comprensión, falta de equipo necesario para la práctica en los laboratorios y la falta de motivación. Por lo tanto, para satisfacer las necesidades vistas se implementará un entorno 3D, con contenido educativo, actividades y desafíos, simulaciones virtuales, estrategias motivacionales, y seguimiento del proceso, ya que el objetivo es mejorar la comprensión de la genética mendeliana, el desempeño académico y el interés de los estudiantes en el campo de la genética y biotecnología.

La gestión y configuración de la aplicación, se realizará por medio de la utilización de React Native, es Framework para el desarrollar aplicaciones móviles nativas en Android, ofreciendo eficiencia, rendimiento y una sólida integración con el sistema operativo. Su conjunto de herramientas y bibliotecas facilitaran en el proceso de desarrollo para una experiencia de usuario fluida y de alta calidad. (React-Native, 2022).

Para el despliegue, se utilizará una plataforma de base de datos en la nube, que ofrece una amplia gama de herramientas y servicios para el desarrollo de aplicaciones móviles y web. Esta solución de almacenamiento en tiempo real, autenticación de usuarios y almacenamiento en la nube garantizará un funcionamiento eficiente y escalable para el proyecto (Báez Perez & Clunie Beaufond, 2020)

Para el desarrollo del videojuego se utilizará el motor de Unity y Visual Studio Community, que permitirá aprovechar las capacidades de desarrollo y potencial de programación, permitiendo administrar los recursos y maximizar las herramientas. Además, para los efectos audio visuales se implementará Blender para el modelado, animación y renderización en 3D.

Por ende, este videojuego tiene como finalidad simular un entorno de prácticas en el cual los estudiantes de la materia de genética puedan aplicar la teoría en la práctica, por medio de la experimentación en el entorno del videojuego, que les permitirá aplicar los conceptos básicos de genética, comprender como funciona la transmisión de los rasgos hereditarios, los diferentes patógenos que pueden existir, lo que permitirá a los estudiantes a obtener una mejor comprensión del tema de la genética mendeliana.

Además, se realizará pruebas no funcionales de rendimiento, carga y estrés de la aplicación móvil final, por medio del estándar ISO/ICE/IEEE 29119 “Es un conjunto de estándares internacionales que define los conceptos, procesos y documentación relacionados con el testing de software”, para asegurar un buen funcionamiento en la mayor cantidad de dispositivos móviles (ISO, 2023).

Para la elaboración del alcance del proyecto se utilizó un mapa procesos por bloques, el cual va detallando las fases para el desarrollo e implementación del videojuego como se muestra en la Figura 2:

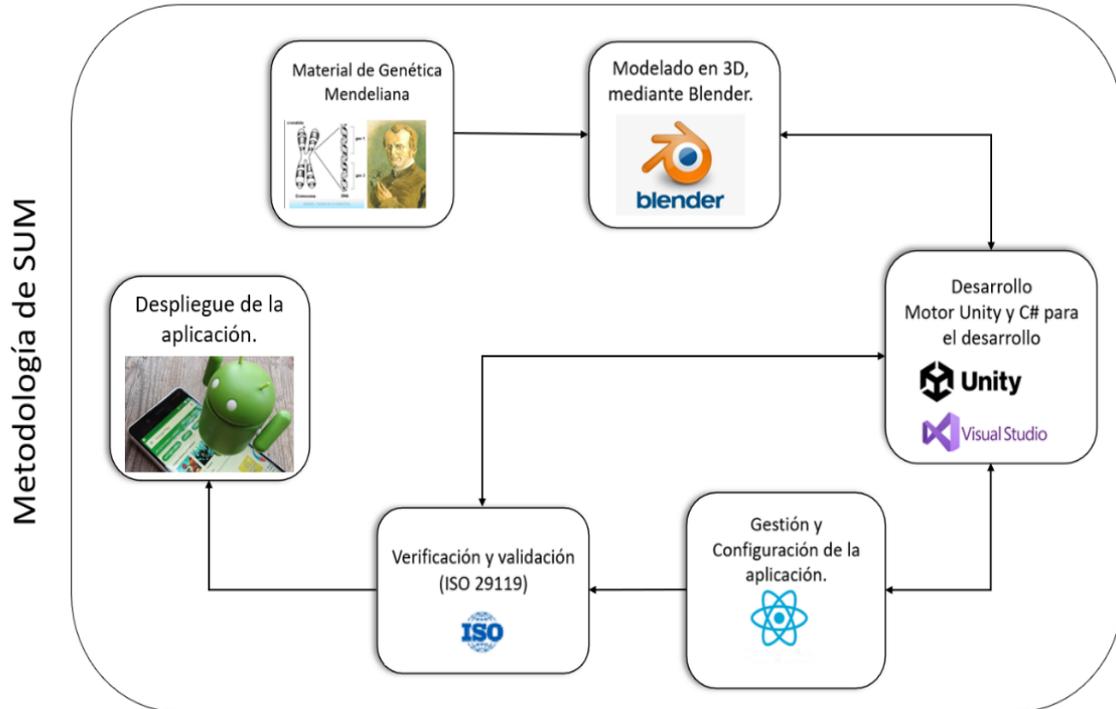


Figura 2: Representación del alcance del proyecto.

1.6. Justificación

Justificación de seguridad y siniestros

El presente proyecto se centra en el desarrollo de un videojuego móvil con gráficos en 3D, que tiene como objetivo promover la educación y el desarrollo, cumpliendo algunas metas de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)” (Naciones Unidas, 2018), y cumpliendo con la Visión y Misión de la carrera de software de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo N°3 “Salud y Bienestar”: La implementación de este videojuego será relevante para los estudiantes de Biotecnología, ya que les brindará una herramienta interactiva para el aprendizaje de la genética y biotecnología, además este video juego permitirá explorar y comprender como estas disciplinas contribuyen al campo de la salud y el bienestar humano. A

través de situaciones y desafíos relacionados con la prevención de enfermedades genéticas, el desarrollo de terapias y el estudio de enfermedades graves, los estudiantes podrán adquirir una comprensión más profunda de como la biotecnología puede impactar positivamente en la salud de las personas (Organizacion Mundial de Salud, 2021).

Objetivo N°4 "Educación de calidad", no es de extrañar que, al tratarse de un juego educativo, nuestra principal intención sea ayudar a los estudiantes de biotecnología y salud a aprender sobre la "Genética mendeliana en el genoma humano" de una manera más interactiva y amigable, con el fin de facilitar su aprendizaje. Es importante destacar que este videojuego será diseñado para crear un entorno amigable para los usuarios, y basándonos en ello, también podemos ampliar el alcance de este proyecto a los colegios de bachillerato, específicamente en la materia de "Biología". De esta manera, estaremos preparando a los jóvenes, que quieran ingresar a estudiar la genética en la Universidad, al mismo tiempo que fomentamos el impulso necesario en la educación que nuestro país necesita. (Garcia, 2019)

Objetivo N°9 "Industria, Innovación e Infraestructura" como sabemos, al construir una tecnología que ayude a los demás sectores como medicina, educación, estamos incentivando a que muchas empresas se sientan atraídas a la innovación, influyendo a otras áreas laborales e incluso requiriendo nuevas infraestructura mucho más grande y compleja para estudios de innovación genética que requiere a la par de maquinaria tecnológica de información de genes para la resolución de varios problemas que podemos presentar en la actualidad (Yessenia, 2020).

Justificación Educativa

La implementación de un juego basado en Genética Mendeliana con el genoma humano responde a la necesidad de fomentar la educación científica y genética de manera innovadora y atractiva. Este tipo de juego ofrece una oportunidad excepcional para que los estudiantes y usuarios adquieran conocimientos sobre conceptos complejos de genética de forma práctica y entretenida. Al interactuar con situaciones y escenarios relacionados con la genética mendeliana

y el genoma humano, los jugadores tienen la posibilidad de desarrollar habilidades fundamentales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas. Estas competencias son esenciales para su desarrollo académico y personal, y contribuyen a su formación como individuos preparados para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos del siglo XXI (Gomez, 2020).

Capítulo I

MARCO TEÓRICO

1.7. Genética

1.7.1. Definición y conceptos fundamentales de la genética

La genética es la rama de la biología que se ocupa del estudio de la herencia y la variación de los organismos, se centra en entender cómo se transmiten los rasgos de una generación a otra y cómo se expresan esos rasgos en los organismos individuales. La genética abarca una amplia gama de temas, desde el nivel molecular, donde se estudian los genes y el ADN, hasta el nivel de poblaciones, donde se analizan las frecuencias de los alelos en una población. Esta disciplina es fundamental en áreas como la medicina, la agricultura, la cría de animales, la conservación de especies y la biotecnología, ya que proporciona herramientas para comprender y manipular la herencia genética con fines prácticos (Rojas, 2021). Así también, acorde a lo establecido por Vázquez et al. (2023) en la **Figura 3** se describen los principales conceptos.

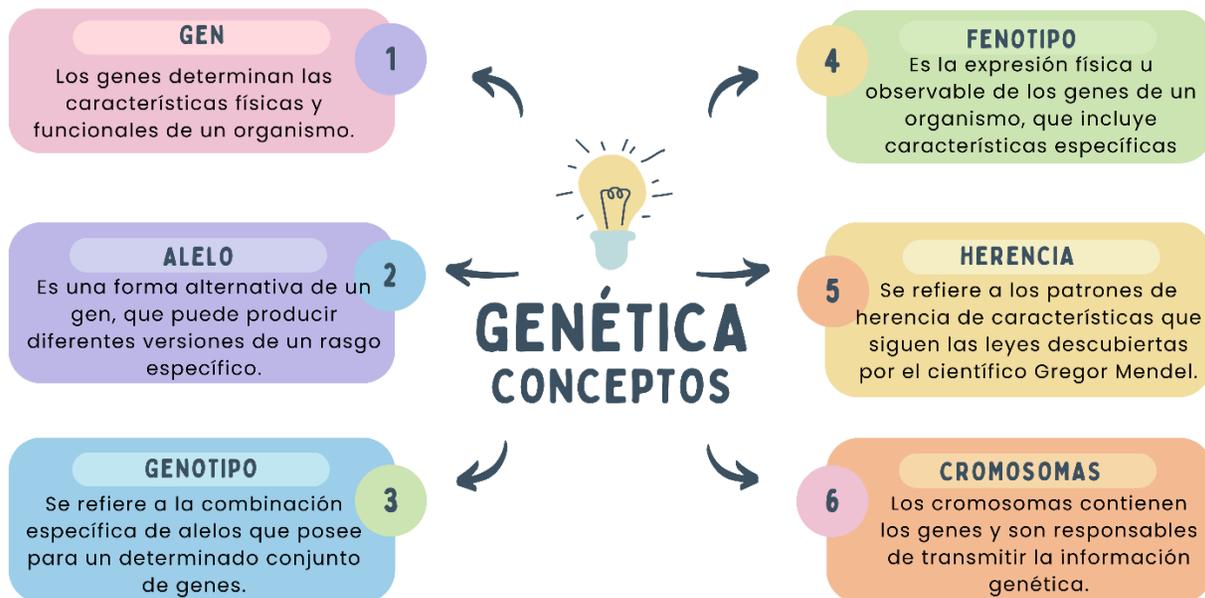


Figura 3: Principales conceptos de genética.

1.7.2. Estructura del ADN y su función en la herencia

La estructura del ADN es una doble hélice en forma de escalera retorcida, compuesta por dos cadenas de nucleótidos que se enrollan una alrededor de la otra. Cada cadena está formada por unidades básicas llamadas nucleótidos, que consisten en un grupo fosfato, un azúcar (desoxirribosa en el ADN) y una base nitrogenada. Las bases nitrogenadas son adenina (A), timina (T), citosina (C) y guanina (G). En la estructura del ADN, las bases nitrogenadas de una cadena se unen específicamente a las bases de la otra cadena mediante enlaces de hidrógeno: adenina se une a timina, y citosina se une a guanina (Cortés, 2023).

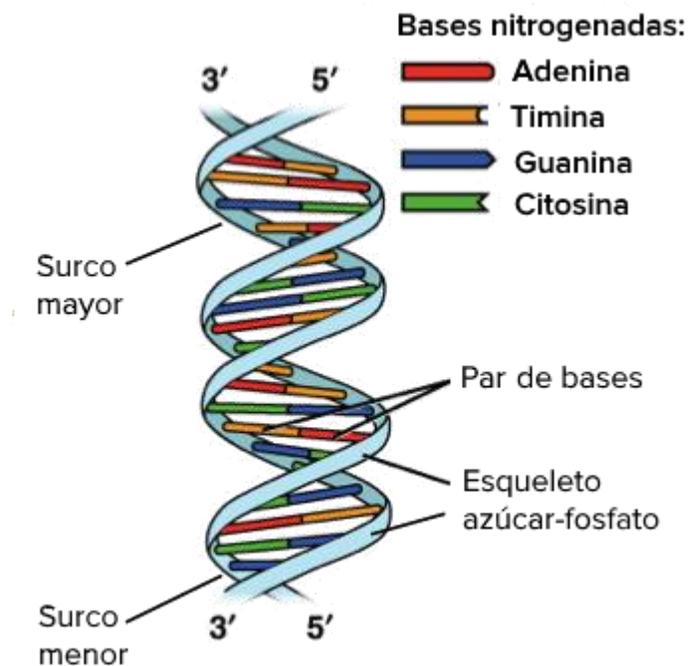


Figura 4: Estructura del ADN.

La función del ADN en la herencia es servir como el portador de la información genética de un organismo. Esta información genética está codificada en la secuencia de bases nitrogenadas a lo largo de las cadenas de ADN. La secuencia específica de bases determina la secuencia de aminoácidos en las proteínas, que a su vez influyen en la expresión de los rasgos fenotípicos de un organismo. Durante la reproducción celular, el ADN se replica para producir copias idénticas de sí mismo, asegurando que cada célula hija tenga la misma información

genética que la célula madre. Durante la reproducción sexual, el ADN se mezcla y se redistribuye entre las células sexuales (óvulos y espermatozoides) de los progenitores, dando lugar a variaciones genéticas en la descendencia. En este sentido, la estructura del ADN y su función en la herencia son fundamentales para la transmisión y expresión de los rasgos genéticos de una generación a la siguiente (James, Torres, & Herrera, 2022).

1.7.3. Mecanismos de replicación, transcripción y traducción genética

Los mecanismos de replicación, transcripción y traducción genética son procesos fundamentales que ocurren en las células y que permiten la expresión de la información genética contenida en el ADN:

- **Replicación del ADN:** es el proceso mediante el cual una molécula de ADN se duplica para formar dos moléculas idénticas. Este proceso es esencial para la reproducción celular y la transmisión de la información genética de una célula madre a sus células hijas durante la división celular. La replicación del ADN ocurre en la fase S (síntesis) del ciclo celular y sigue un mecanismo semiconservativo, donde cada nueva molécula de ADN consiste en una hebra original y una hebra recién sintetizada. Este proceso implica la separación de las hebras de ADN complementarias, la formación de nuevas hebras complementarias utilizando nucleótidos libres como bloques de construcción y la unión de estas nuevas hebras a las hebras originales para formar dos moléculas de ADN idénticas. La replicación del ADN está regulada por una serie de enzimas y proteínas que coordinan y supervisan el proceso para asegurar su precisión y eficacia (Sánchez & González, Análisis de los contenidos de Genética en las pruebas de acceso a la universidad (2010-2019), 2023).
- **Transcripción:** La transcripción genética es el proceso mediante el cual la información genética codificada en una molécula de ADN es copiada en forma de ARN (ácido ribonucleico) por una enzima llamada ARN polimerasa. Este proceso es fundamental para

la expresión génica y la síntesis de proteínas en las células. Durante la transcripción, la ARN polimerasa se une a la región promotora de un gen específico en el ADN y desenrolla la doble hélice, permitiendo que una de las hebras de ADN sirva como molde para la síntesis de ARN complementario. Los nucleótidos de ARN libres en el núcleo celular se aparean con las bases complementarias en la hebra de ADN, formando una cadena de ARN que es complementaria a la secuencia de la hebra de ADN molde. Una vez que se ha sintetizado el ARN, la ARN polimerasa se separa del ADN y la molécula de ARN resultante es procesada y transportada fuera del núcleo para su posterior traducción en proteínas en los ribosomas. Este proceso permite a las células controlar la expresión de sus genes y producir las proteínas necesarias para llevar a cabo las funciones celulares (Gutiérrez, Gutiérrez, & Pérez, 2019).

- **Traducción:** es el proceso mediante el cual la secuencia de nucleótidos en una molécula de ARN mensajero (ARNm) se convierte en una secuencia de aminoácidos para la síntesis de proteínas. Este proceso tiene lugar en los ribosomas, orgánulos celulares donde se ensamblan las proteínas. Durante la traducción, el ARNm se une a un ribosoma y los ribosomas leen los codones (secuencias de tres nucleótidos) del ARNm. Cada codón especifica un aminoácido específico, y los ribosomas reclutan moléculas de ARN de transferencia (ARNt) que llevan el aminoácido correspondiente. Los aminoácidos se unen entre sí para formar una cadena polipeptídica, siguiendo el código genético especificado por los codones del ARNm. Este proceso continúa hasta que se alcanza un codón de terminación, momento en el cual la cadena polipeptídica se libera del ribosoma y se pliega para formar una proteína funcional. La traducción es un paso crucial en la expresión génica y la síntesis de proteínas en las células, y es fundamental para el funcionamiento y la estructura de los organismos vivos (Beltrán, González, & Rivas, 2019).

Estos tres procesos son esenciales para la expresión de la información genética y la síntesis de proteínas en las células. La replicación garantiza la herencia precisa del ADN, la transcripción convierte la información genética en ARNm y la traducción utiliza el ARNm para ensamblar proteínas específicas. Juntos, estos procesos coordinados permiten que las células funcionen y se desarrollen de manera adecuada.

1.7.4. Tipos de herencia y modos de heredar rasgos genéticos

Existen varios tipos de herencia y modos de heredar rasgos genéticos, cada uno determinado por las características específicas de los genes involucrados. En la **Figura 5** se identifican los principales tipos.

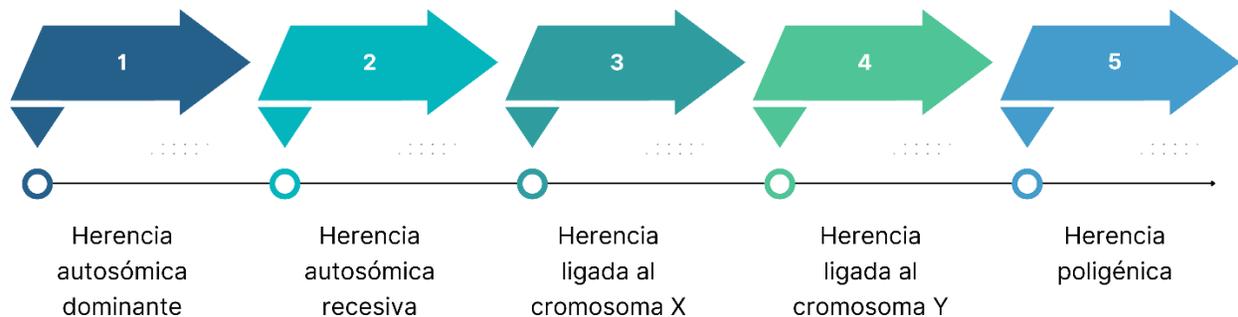


Figura 5: Principales tipos de herencia.

- **Herencia autosómica dominante:** es un patrón de herencia genética en el cual un solo alelo dominante en un par de cromosomas autosómicos es suficiente para manifestar un rasgo o una enfermedad. Esto significa que un solo padre portador del alelo dominante tiene un 50% de probabilidad de transmitirlo a cada uno de sus hijos, independientemente del sexo del hijo. Si un individuo hereda al menos un alelo dominante, expresará el rasgo asociado, incluso si también hereda un alelo recesivo. Los rasgos o enfermedades autosómicas dominantes tienden a aparecer en cada generación de una familia afectada, y es posible que afecten a ambos sexos por igual (Teran, Diaz, & Grandy, 2022).
- **Herencia autosómica recesiva:** es un patrón de herencia genética en el cual una enfermedad o rasgo se manifiesta solo cuando una persona hereda dos copias del alelo

recesivo, una de cada progenitor. Esto significa que ambos progenitores deben ser portadores del alelo recesivo para que su descendencia tenga un riesgo significativo de heredar la enfermedad. Los individuos que heredan solo una copia del alelo recesivo (de un solo progenitor) generalmente son portadores asintomáticos, lo que significa que no manifiestan la enfermedad, pero pueden transmitir el alelo a su descendencia. Los rasgos o enfermedades autosómicas recesivas suelen saltar generaciones y pueden aparecer en familias sin antecedentes conocidos de la enfermedad. Ejemplos de enfermedades autosómicas recesivas incluyen la fibrosis quística, la enfermedad de Tay-Sachs y la anemia falciforme (Araujo, et al., 2023).

- **Herencia ligada al cromosoma X:** es un patrón de herencia genética en el cual un gen responsable de un rasgo o enfermedad se encuentra en el cromosoma X. Dado que las mujeres tienen dos cromosomas X (XX) y los hombres tienen un cromosoma X y un cromosoma Y (XY), las mujeres pueden ser portadoras de un gen ligado al cromosoma X y, en general, no mostrarán el rasgo o enfermedad, ya que tienen otro cromosoma X que puede contener una versión normal del gen. Sin embargo, si una mujer portadora transmite el cromosoma X que lleva el gen mutado a su hijo varón, este tendrá un 50% de probabilidad de heredar y manifestar el rasgo o enfermedad, ya que no tiene un cromosoma X adicional para compensar. Por lo tanto, la herencia ligada al cromosoma X tiende a afectar predominantemente a los hombres, mientras que las mujeres pueden ser portadoras asintomáticas o, en algunos casos, manifestar el rasgo si tienen una copia mutada en ambos cromosomas X (Santoya & Puentes, 2020).
- **Herencia ligada al cromosoma Y:** es un patrón de herencia genética en el cual un gen responsable de un rasgo o enfermedad se encuentra en el cromosoma Y. Dado que el cromosoma Y se transmite de padre a hijo varón sin recombinación significativa, las características o enfermedades ligadas al cromosoma Y se heredan exclusivamente de

padres a hijos varones. Esto significa que las hijas no heredan el cromosoma Y y, por lo tanto, no heredan directamente los rasgos o enfermedades ligadas a él. Los rasgos ligados al cromosoma Y suelen ser menos comunes que los ligados al cromosoma X debido a la menor cantidad de genes en el cromosoma Y en comparación con el X (Santoya & Puentes, 2020).

- **Herencia poligénica:** es un patrón de herencia genética en el cual un rasgo o característica está influenciado por la acción de múltiples genes, en lugar de un solo gen. Estos múltiples genes contribuyen de manera aditiva o interactiva para determinar el fenotipo de un individuo en relación con ese rasgo específico. En este tipo de herencia, cada gen contribuye con un pequeño efecto al fenotipo final, y la combinación de múltiples variantes genéticas puede dar como resultado una amplia variedad de fenotipos posibles en una población. Los rasgos poligénicos suelen mostrar una distribución continua en una población, en lugar de una segregación clara como en la herencia mendeliana (Gonzalez, et al., 2023).

1.8. Fundamentos y aplicación de la genética mendeliana

1.8.1. Principios básicos de la genética mendeliana

La genética mendeliana se fundamenta en los experimentos llevados a cabo por Gregor Mendel con plantas de guisante en el siglo XIX. Estos experimentos sentaron las bases para comprender cómo se transmiten los rasgos hereditarios de una generación a otra en organismos diploides. Los principios básicos de la genética mendeliana incluyen la Ley de la Segregación, que establece que, durante la formación de gametos, los alelos de un par de genes se separan o segregan de manera independiente, permitiendo la transmisión independiente de rasgos hereditarios. Este principio explica por qué los rasgos recesivos pueden saltar generaciones y reaparecer en generaciones posteriores. Además, la Ley de la Dominancia indica que, en un organismo diploide, un alelo dominante enmascara el efecto de un alelo recesivo, determinando

así el fenotipo del individuo. Por último, la Ley de la Distribución Independiente establece que los alelos para diferentes genes se segregan independientemente durante la formación de gametos, siempre que los genes estén en diferentes cromosomas o estén lo suficientemente separados en el mismo cromosoma. Estos principios básicos de la genética mendeliana proporcionan un marco fundamental para comprender cómo se heredan y expresan los rasgos genéticos en los organismos (Sánchez & González, 2023).

1.8.2. Cruzamientos y diagramas de Punnett

Los cruzamientos y diagramas de Punnett son herramientas fundamentales en genética utilizadas para predecir la herencia de rasgos específicos en organismos. En un cruzamiento, se cruzan dos individuos para estudiar la herencia de rasgos específicos en su descendencia. Los diagramas de Punnett son representaciones visuales de estos cruzamientos, que muestran las posibles combinaciones de alelos y los genotipos resultantes en la descendencia.

	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>AABB</i>	<i>AABb</i>	<i>AaBB</i>	<i>AaBb</i>
<i>Ab</i>	<i>AABb</i>	<i>AAbb</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>
<i>aB</i>	<i>AaBB</i>	<i>AaBb</i>	<i>aaBB</i>	<i>aaBb</i>
<i>ab</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>	<i>aaBb</i>	<i>aabb</i>

Figura 6: Diagrama de Punnett.

En un diagrama de Punnett, se listan los genotipos de los dos progenitores en la parte superior e izquierda del cuadro, y se colocan los posibles alelos que pueden combinarse en los espacios interiores del cuadro. Cada espacio en el cuadro representa una combinación genotípica

posible en la descendencia. Luego, se calcula la probabilidad de que cada genotipo ocurra en la descendencia, teniendo en cuenta las leyes de Mendel y la segregación aleatoria de los alelos durante la formación de gametos. Los diagramas de Punnett son especialmente útiles para predecir la proporción de fenotipos y genotipos en la descendencia de un cruzamiento, así como para determinar si un rasgo es recesivo o dominante, y si los individuos son homocigotos o heterocigotos para ese rasgo. Además, los diagramas de Punnett pueden ser utilizados para estudiar la herencia de rasgos ligados al sexo y para calcular la probabilidad de que ciertos rasgos se manifiesten en la descendencia (Aman, Ibrahim, Aziz, & Mehmood, 2022).

1.8.3. *Genética mendeliana en humanos y otras especies*

La genética mendeliana, basada en los principios descubiertos por Gregor Mendel en sus experimentos con plantas de guisante, se aplica no solo a los seres humanos, sino también a una amplia gama de especies en el reino animal y vegetal. En humanos, muchos rasgos hereditarios siguen patrones mendelianos de herencia, lo que significa que pueden ser dominantes o recesivos y se transmiten de acuerdo con las leyes de Mendel. Por ejemplo, la enfermedad de Huntington es un trastorno autosómico dominante en humanos, donde un solo alelo anormal es suficiente para que la enfermedad se manifieste. Por otro lado, la fibrosis quística es un trastorno autosómico recesivo, donde ambos padres deben ser portadores del gen mutado para que un hijo desarrolle la enfermedad (Navarro, 2021).

Además de los humanos, la genética mendeliana también se aplica a muchas otras especies. Por ejemplo, en la genética animal, la herencia de rasgos en animales domésticos como perros y gatos sigue patrones mendelianos. En plantas, la genética mendeliana se aplica ampliamente en la cría de variedades de cultivos para mejorar rendimientos, resistencia a enfermedades y calidad del producto. En general, la genética mendeliana proporciona un marco fundamental para comprender cómo se transmiten y expresan los rasgos hereditarios en una variedad de especies, desde los humanos hasta los organismos más simples. Estos principios

son fundamentales tanto en la investigación científica como en la aplicación práctica en áreas como la medicina, la agricultura y la cría de animales (Bravo, Álvarez, & Solís, 2020).

1.8.4. Aplicaciones prácticas en la biotecnología y medicina

La genética mendeliana tiene numerosas aplicaciones prácticas en la biotecnología y la medicina, permitiendo avances significativos en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, así como en la mejora de cultivos y la cría de animales. La Figura 7 nombra las principales aplicaciones.

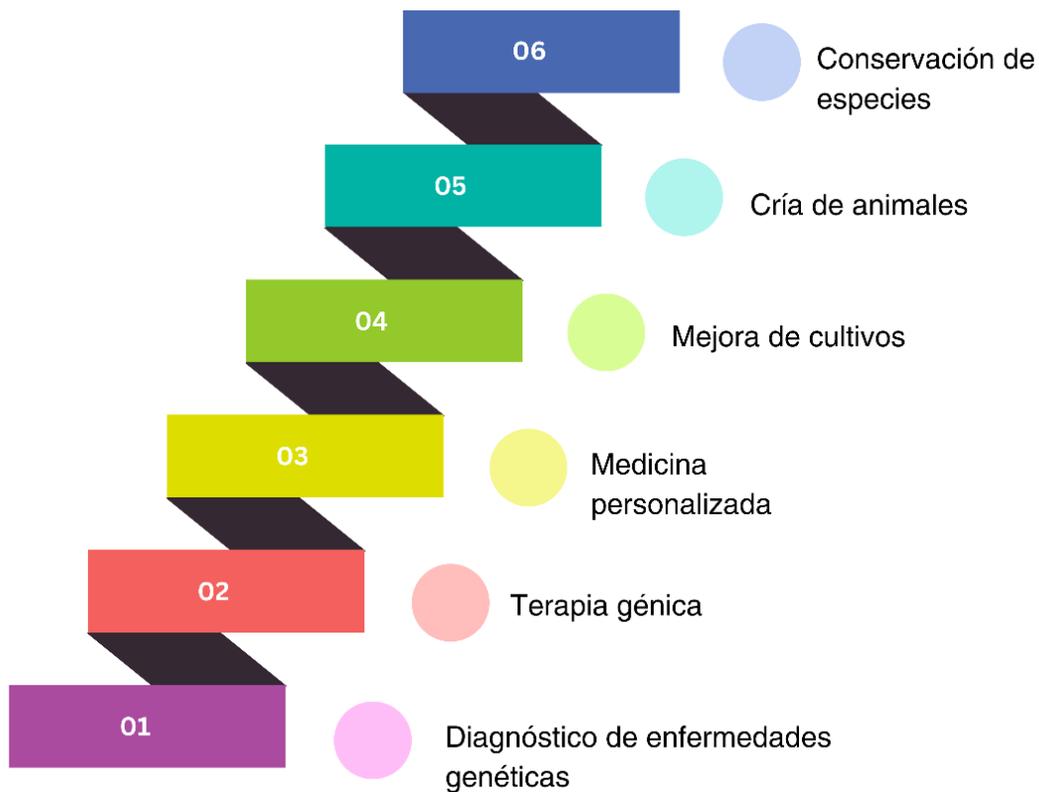


Figura 7: Principales aplicaciones en la biotecnología y la medicina.

En la TABLA 1 se describen las principales aplicaciones de la genética en la biotecnología y la medicina:

TABLA 1
Principales aplicaciones en la biotecnología y la medicina.

Aplicación	Descripción
Diagnóstico de enfermedades genéticas	La genética mendeliana se utiliza para identificar mutaciones genéticas responsables de enfermedades hereditarias, lo que permite el desarrollo de pruebas genéticas para el diagnóstico precoz de enfermedades como la fibrosis quística, la distrofia muscular y la enfermedad de Huntington.
Terapia génica	La terapia génica aprovecha los principios de la genética mendeliana para corregir mutaciones genéticas en células somáticas o germinales. Esto ofrece esperanza para el tratamiento de enfermedades genéticas, como la hemofilia y la enfermedad de células falciformes.
Medicina personalizada	La genética mendeliana proporciona la base para la medicina personalizada, donde se utilizan datos genéticos para predecir la susceptibilidad individual a enfermedades y personalizar los tratamientos en función del perfil genético de cada paciente.
Mejora de cultivos	En agricultura, la genética mendeliana se utiliza para mejorar la producción de cultivos mediante la selección de variedades con rasgos deseables, como mayor rendimiento, resistencia a enfermedades y tolerancia a condiciones ambientales adversas.
Cría de animales	En la cría de animales, la genética mendeliana se aplica para seleccionar y cruzar individuos con rasgos deseables, como mayor tamaño, mayor producción de carne o leche, y resistencia a enfermedades.
Conservación de especies	La genética mendeliana se utiliza en programas de conservación para estudiar y preservar la diversidad genética de especies en peligro de extinción, permitiendo la identificación de poblaciones genéticamente importantes y la planificación de estrategias de reproducción.

Estas aplicaciones muestran cómo los principios de la genética mendeliana han revolucionado la biotecnología y la medicina, brindando oportunidades para mejorar la salud humana, la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente.

1.9. Tecnología educativa: Serious Game

1.9.1. Definición y características de los Serious Games

Serious Game, traducido al español como "juego serio", es un tipo de juego digital diseñado con un propósito más allá del entretenimiento puro. A diferencia de los juegos tradicionales, éstos están concebidos principalmente para educar, entrenar, informar o persuadir a los jugadores sobre un tema específico mientras mantienen elementos lúdicos para fomentar la participación y la motivación. Estos juegos pueden abordar una amplia gama de temas, desde la salud y la seguridad hasta la gestión empresarial y el medio ambiente (Valero & Berns, 2024).



Figura 8: Principales características de los Serious Game.

Los Serious Games pueden ser utilizados en diversos contextos, como la educación formal, la formación corporativa, la salud pública y la sensibilización social. Suelen presentar escenarios realistas o simulaciones que reflejan situaciones del mundo real, lo que permite a los jugadores experimentar y practicar habilidades en un entorno seguro y controlado. La interactividad, la retroalimentación y la estructura de juego son características clave, ya que los jugadores deben participar activamente, tomar decisiones y enfrentar desafíos que influyen en el resultado del juego (Doménech & Marbà, 2023). Acorda a lo afirmado por Pérez et al. (2023)

estos Serious Games poseen varias características distintivas que los diferencian de los juegos tradicionales.

1.9.2. Principales enfoques pedagógicos en el diseño de Serious Games

Las teorías del aprendizaje ofrecen fundamentos sólidos para comprender cómo los Serious Games pueden facilitar el proceso de aprendizaje; a continuación, se describen las principales teorías del aprendizaje:

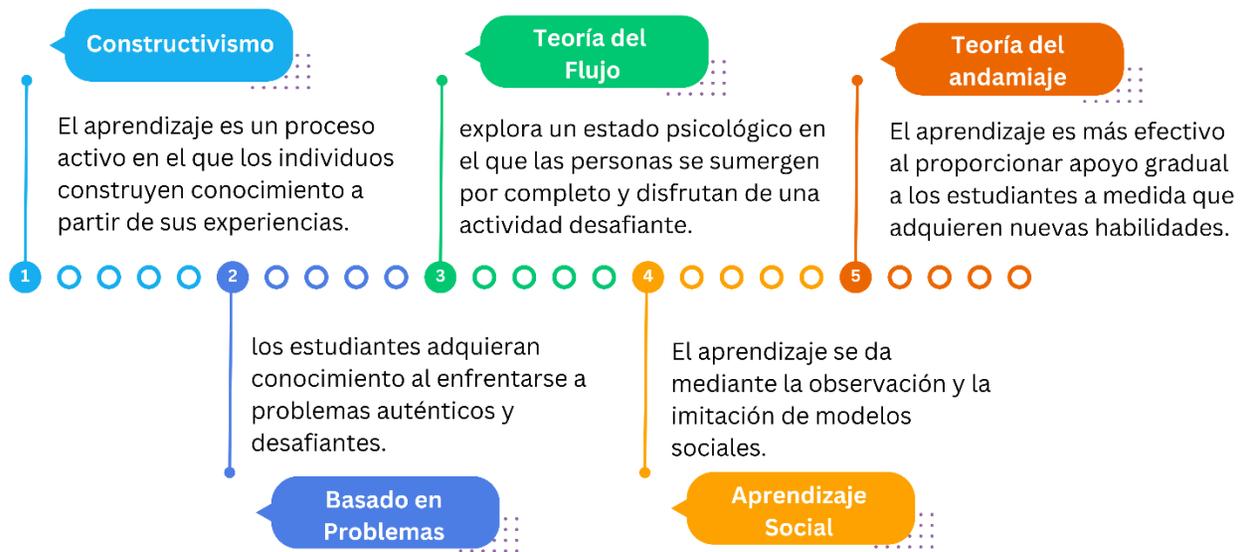


Figura 9: Principales enfoques pedagógicos.

Estas teorías proporcionan marcos conceptuales importantes para comprender cómo los Serious Games pueden facilitar el aprendizaje efectivo al aprovechar los principios fundamentales del aprendizaje y la motivación humana. Al integrar estas teorías en el diseño y desarrollo los docentes pueden generar experiencias de enseñanza significativas y envolventes para los estudiantes.

1.9.3. Plataformas y herramientas para el desarrollo de Serious Games educativos

Existen diversas herramientas y plataformas de desarrollo de Serious Games que facilitan la creación de juegos educativos y formativos. Estas herramientas varían en funcionalidades, capacidades y niveles de accesibilidad, pero todas tienen como objetivo proporcionar a los

desarrolladores las herramientas necesarias para crear experiencias de juego interactivas y efectivas. A continuación, se presentan algunas de las herramientas más populares:

- **Unity:** es una plataforma líder en la industria para el desarrollo de juegos que ofrece un amplio conjunto de herramientas y recursos para la creación de Serious Games. Con su potente motor gráfico en 2D y 3D, Unity permite a los desarrolladores crear experiencias interactivas inmersivas con gráficos de alta calidad, físicas realistas y efectos visuales impresionantes. Su flexibilidad y versatilidad lo hacen adecuado para el desarrollo de una extensa gama de aplicaciones, desde juegos educativos hasta simulaciones de entrenamiento. Además, Unity proporciona soporte multiplataforma, lo que permite a los desarrolladores crear juegos que se ejecuten en distintos dispositivos y sistemas operativos, lo que lo hace que sea una de las principales opciones para el desarrollo de Serious Games en entornos educativos y empresariales (Unity, 2024).



Figura 10: Logo de Unity.

- **Unreal Engine:** es una poderosa plataforma de desarrollo de juegos que se destaca por sus impresionantes capacidades gráficas y su conjunto de herramientas avanzadas para la creación de experiencias interactivas de alta calidad en 2D y 3D. Reconocido por su capacidad para producir gráficos fotorrealistas y efectos visuales de última generación, Unreal Engine es otra opción popular para el desarrollo de Serious Games que buscan ofrecer experiencias inmersivas y envolventes. Con su amplia gama de características, incluyendo física realista, iluminación dinámica y herramientas de animación brinda a los desarrolladores la capacidad de crear simulaciones educativas y entrenamientos

interactivos que son visualmente impresionantes y altamente efectivos en la transmisión de conocimientos y habilidades (Unreal Engine, 2024).



Figura 11: Logo de Unreal Engine.

- **Construct:** Construct es una herramienta de desarrollo de juegos basada en HTML5 que se destaca por su facilidad de uso y su enfoque en la creación de juegos sin necesidad de programación. Diseñada tanto para desarrolladores principiantes como avanzados, Construct ofrece una interfaz intuitiva y funciones de arrastrar y soltar para crear juegos en 2D de manera rápida. Con una amplia variedad de comportamientos y características predefinidas, así como la capacidad de personalizar y extender la funcionalidad a través de complementos y scripts, Construct se ha convertido en una opción popular para el desarrollo de Serious Games que buscan una solución accesible y flexible para la creación de experiencias educativas interactivas y envolventes (Construct, 2024).

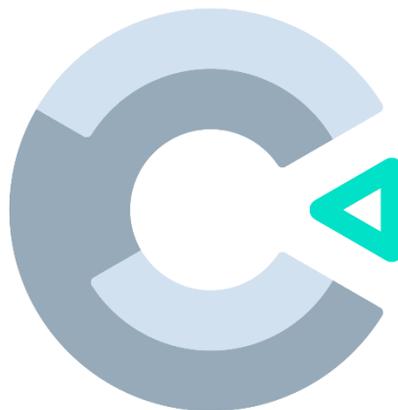


Figura 12: Logo de Construct.

- **GameMaker Studio:** es una plataforma ampliamente utilizada para el desarrollo de juegos, destacada por su enfoque en la creación de juegos en 2D sin la necesidad de programación compleja. Con una interfaz intuitiva y funciones de arrastrar y soltar, permite a los desarrolladores crear juegos de forma rápida y eficiente, sin necesidad de poseer conocimientos profundos de programación. Ofrece una amplia variedad de características y herramientas, que incluyen un editor de sprites, un editor de escenas y un sistema de scripting basado en el lenguaje de programación GML (GameMaker Language). Debido a su accesibilidad y flexibilidad, es una opción popular para el desarrollo de Serious Games en entornos educativos y empresariales, facilitando la creación de experiencias interactivas y educativas de manera efectiva (Game Maker, 2024).



Figura 13: Logo de GameMaker Studio.

- **Twine:** es una herramienta de desarrollo de juegos centrada en la creación de juegos de texto e historias interactivas. Su enfoque se basa en el uso de hipervínculos para conectar diferentes pasajes de texto, lo que permite a los desarrolladores crear estructuras no lineales y ramificadas en sus juegos. Con una interfaz simple y fácil de usar, Twine es accesible para desarrolladores de todos los niveles de habilidad, desde principiantes hasta expertos. Es una opción popular para la creación de Serious Games narrativos y basados en elecciones, ya que permite a los desarrolladores centrarse en la narrativa y la interacción del jugador sin la necesidad de habilidades de programación avanzadas (Twine, 2024).

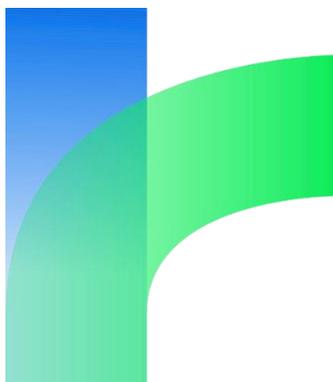


Figura 14: Logo de Twine.

1.9.4. Casos de éxito y ejemplos de Serious Games aplicados a la educación

Los Serious Games, o juegos serios, son aplicaciones interactivas diseñadas con un propósito educativo, de entrenamiento o de concienciación. Han demostrado ser herramientas eficaces para mejorar la experiencia de aprendizaje y han sido utilizados en una variedad de contextos educativos. Aquí hay algunos casos de éxito y ejemplos destacados de Serious Games aplicados a la educación:

- **Minecraft Education Edition:** es una versión adaptada y especializada del popular videojuego Minecraft, diseñada específicamente para su uso en entornos educativos. Esta plataforma ofrece a estudiantes y profesores un mundo virtual tridimensional donde pueden explorar, crear y colaborar en proyectos educativos. Al integrar contenido curricular, fomentar habilidades digitales y proporcionar un entorno seguro y controlado, Minecraft: Education Edition se convierte en una herramienta poderosa para el aprendizaje creativo y colaborativo en una amplia variedad de temas y disciplinas educativas (Minecraft , 2024).



Figura 15: Logo de Minecraft Education.

- **Kahoot!:** es una plataforma interactiva de aprendizaje basada en juegos de preguntas y respuestas en tiempo real, diseñada para promover la participación activa y el compromiso de los estudiantes en el aula y en entornos de aprendizaje remoto. Permite a los educadores crear cuestionarios y encuestas personalizados que los estudiantes pueden responder en sus dispositivos móviles o computadoras. Con su enfoque lúdico y competitivo, ¡Kahoot! motiva a los estudiantes a participar, fomenta la revisión de conceptos y ofrece retroalimentación inmediata, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para evaluar el aprendizaje y reforzar los conceptos enseñados en una variedad de contextos educativos (Kahoot!, 2024).



Figura 16: Logo de Kahoot.

- **Foldit:** es un juego en línea de plegamiento de proteínas diseñado para involucrar a jugadores de todas las habilidades en la resolución de rompecabezas tridimensionales relacionados con la estructura de las proteínas. A través de una interfaz intuitiva y visualmente atractiva, los jugadores pueden manipular las estructuras de proteínas virtuales para optimizar su plegamiento y mejorar su estabilidad. Esta plataforma ha demostrado ser una herramienta poderosa para la investigación científica, ya que permite a los jugadores contribuir de manera significativa a la resolución de problemas de plegamiento de proteínas que los algoritmos computacionales no pueden resolver de manera eficiente. Además, Foldit promueve la colaboración entre científicos y jugadores, lo que facilita el avance del conocimiento en biología estructural y diseño de proteínas (Foldit, 2024).



Figura 17: Logo de Foldit.

- **DragonBox:** es una serie de juegos educativos de rompecabezas que utilizan un enfoque lúdico y visualmente atractivo para enseñar conceptos fundamentales de álgebra y aritmética a estudiantes de todas las edades. A través de una variedad de desafíos y niveles progresivos, los jugadores exploran conceptos matemáticos complejos de una manera accesible y divertida, sin la necesidad de conocimientos previos en matemáticas. Con su diseño intuitivo y su capacidad para fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas, DragonBox ha demostrado ser una herramienta valiosa para el aprendizaje de las matemáticas, tanto en el aula como en el hogar (DragonBox, 2024).



Figura 18: Logo de Dragonbox.

1.10. Tendencias de los Serious Games en el campo de la Biotecnología.

1.10.1. Influencia de los Serious Games en la educación y formación en Biotecnología.

Los Serious Games han tenido una influencia significativa en la educación de Biotecnología al proporcionar herramientas interactivas y envolventes que permiten a los estudiantes explorar conceptos complejos de manera práctica y participativa. En el campo de la Biotecnología, donde los procesos y técnicas pueden ser abstractos o difíciles de visualizar, los Serious Games ofrecen simulaciones y actividades que permiten a los estudiantes experimentar

y comprender mejor los principios subyacentes. Por ejemplo, juegos como Bio Inc. Redemption o Biomania han sido utilizados para enseñar conceptos de biología molecular, ingeniería genética y bioética, permitiendo a los estudiantes explorar temas como la manipulación genética y los dilemas éticos asociados. Estas herramientas no solo aumentan el compromiso y la motivación de los estudiantes, sino que también les brindan la oportunidad de aplicar sus conocimientos en situaciones prácticas, preparándolos para enfrentar los desafíos del mundo real en el campo de la Biotecnología.

1.10.2. Eficiencia de los Serious Game en el aprendizaje de la Biotecnología.

La eficiencia de los Serious Games en el aprendizaje de la Biotecnología se ha demostrado a través de varios estudios y experiencias educativas. Estas herramientas ofrecen una experiencia de aprendizaje interactiva y práctica que complementa los enfoques tradicionales de enseñanza. Algunas de las formas en que los Serious Games mejoran el aprendizaje de la Biotecnología incluyen:

- **Aprendizaje activo:** Los Serious Games fomentan la participación activa de los estudiantes, permitiéndoles explorar conceptos y experimentar situaciones de manera práctica. Esto facilita la retención y comprensión de información compleja.
- **Feedback inmediato:** Muchos Serious Games proporcionan retroalimentación inmediata sobre las acciones de los estudiantes, lo que les permite corregir errores y mejorar su comprensión en tiempo real.
- **Motivación y compromiso:** La naturaleza lúdica y desafiante de los Serious Games motiva a los estudiantes a comprometerse con el material de estudio de manera más profunda y prolongada, lo que aumenta la eficacia del aprendizaje.
- **Experiencias realistas:** Los Serious Games pueden simular situaciones del mundo real en el campo de la Biotecnología, permitiendo a los estudiantes practicar habilidades y tomar decisiones en un entorno controlado y seguro.

- **Personalización del aprendizaje:** Algunos Serious Games ofrecen la capacidad de adaptarse al nivel de habilidad y conocimiento de cada estudiante, proporcionando una experiencia de aprendizaje personalizada y relevante.

En general, los Serious Games ofrecen una herramienta poderosa y efectiva para mejorar el aprendizaje de la Biotecnología al proporcionar una experiencia de aprendizaje interactiva, práctica y motivadora. Su capacidad para complementar y enriquecer los métodos tradicionales de enseñanza los convierte en una opción valiosa para educadores y estudiantes en este campo.

1.10.3. Desafíos y Futuro de los Serious Game en la Biotecnología.

Los Serious Games en el campo de la Biotecnología enfrentan varios desafíos y tienen un futuro prometedor a medida que la tecnología avanza y las necesidades educativas evolucionan. Algunos de los desafíos actuales y consideraciones futuras incluyen:

- **Desarrollo de contenido especializado:** Uno de los desafíos es desarrollar juegos que aborden temas específicos y complejos de la Biotecnología de manera precisa y efectiva. Esto requiere una colaboración estrecha entre educadores, expertos en la materia y desarrolladores de juegos para garantizar la precisión científica y la relevancia educativa.
- **Acceso y equidad:** Aunque los Serious Games pueden ser herramientas educativas poderosas, es importante garantizar que estén disponibles y accesibles para todos los estudiantes, independientemente de su ubicación geográfica o recursos tecnológicos. Esto puede implicar la necesidad de desarrollar versiones en múltiples idiomas y adaptadas a diferentes contextos culturales.
- **Integración curricular:** Para maximizar el impacto de los Serious Games en la educación de la Biotecnología, es crucial integrarlos de manera efectiva en el plan de estudios y las prácticas educativas existentes. Esto requiere la capacitación y el apoyo adecuados para los educadores, así como la alineación con los estándares educativos y los objetivos de aprendizaje.

- **Evaluación del aprendizaje:** Medir el impacto y la efectividad de los Serious Games en el aprendizaje de la Biotecnología puede ser un desafío. Se necesitan métodos de evaluación validados y herramientas de seguimiento del progreso del estudiante para comprender cómo los juegos están contribuyendo al logro de los objetivos educativos.
- **Innovación tecnológica:** El futuro de los Serious Games en la Biotecnología está ligado a la continua innovación tecnológica, que puede permitir experiencias de juego más inmersivas, personalizadas y adaptativas. Avances en áreas como la realidad virtual, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático pueden abrir nuevas oportunidades para la educación en este campo.

En este sentido, los Serious Games tienen un futuro prometedor en la educación de la Biotecnología, pero enfrentan desafíos que deben abordarse para maximizar su impacto y efectividad. Con un enfoque en el desarrollo de contenido especializado, la accesibilidad, la integración curricular, la evaluación del aprendizaje y la innovación tecnológica, los Serious Games pueden seguir siendo una herramienta valiosa y relevante para educadores y estudiantes en este campo en constante evolución.

1.10.4. Evaluación y métricas en la implementación de Serious Game en la Biotecnología.

La evaluación y las métricas son componentes esenciales en la implementación exitosa de Serious Games en la Biotecnología, ya que permiten medir el impacto del juego en el aprendizaje y ajustar el enfoque pedagógico según sea necesario. Algunas consideraciones clave incluyen:

- **Objetivos de aprendizaje claros:** Antes de implementar un Serious Game, es fundamental establecer objetivos de aprendizaje específicos y medibles que se alineen con los conceptos y habilidades de la Biotecnología que se pretende enseñar. Estos objetivos servirán como base para desarrollar métricas de evaluación efectivas.

- **Métricas cuantitativas y cualitativas:** Las métricas de evaluación pueden incluir tanto datos cuantitativos (como puntajes, tiempos de juego y tasas de éxito) como datos cualitativos (como encuestas de satisfacción, comentarios de los estudiantes y observaciones del profesor). Ambos tipos de métricas pueden proporcionar información valiosa sobre el rendimiento y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.
- **Pruebas piloto y validación:** Antes de implementar un Serious Game a gran escala, es útil realizar pruebas piloto con un grupo reducido de estudiantes para evaluar su efectividad y realizar ajustes según sea necesario. Esto puede incluir la revisión del contenido del juego, la usabilidad de la interfaz y la claridad de los objetivos de aprendizaje.
- **Seguimiento del progreso del estudiante:** Las plataformas de Serious Games pueden incorporar herramientas de seguimiento del progreso del estudiante, que permiten a los educadores monitorear el rendimiento de los estudiantes, identificar áreas de dificultad y proporcionar retroalimentación personalizada. Estas herramientas pueden incluir tableros de clasificación, informes de progreso y análisis de datos en tiempo real.
- **Evaluación de transferencia de aprendizaje:** Además de medir el rendimiento dentro del juego, es importante evaluar la transferencia de aprendizaje, es decir, la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos y habilidades adquiridos en el juego a situaciones del mundo real en el campo de la Biotecnología. Esto puede requerir evaluaciones adicionales, como proyectos prácticos, presentaciones o exámenes escritos.

En este sentido, la evaluación y las métricas desempeñan un papel fundamental en la implementación efectiva de Serious Games en la Biotecnología, proporcionando información valiosa sobre el impacto del juego en el aprendizaje de los estudiantes y permitiendo ajustes y mejoras continuas en el diseño y la entrega del contenido educativo.

Capítulo II

DESARROLLO

2.1. Levantamiento de requerimientos

El levantamiento de requerimientos se llevó a cabo mediante una serie de reuniones estratégicas con las partes interesadas, asegurando una comprensión profunda de sus necesidades y expectativas. Estas reuniones permitieron establecer un diálogo abierto y colaborativo, donde cada parte pudo expresar sus objetivos y requisitos específicos para el proyecto. Se utilizaron técnicas de entrevista estructurada y sesiones de brainstorming para capturar tanto los requisitos funcionales como los no funcionales, garantizando una cobertura completa de todas las necesidades relevantes.

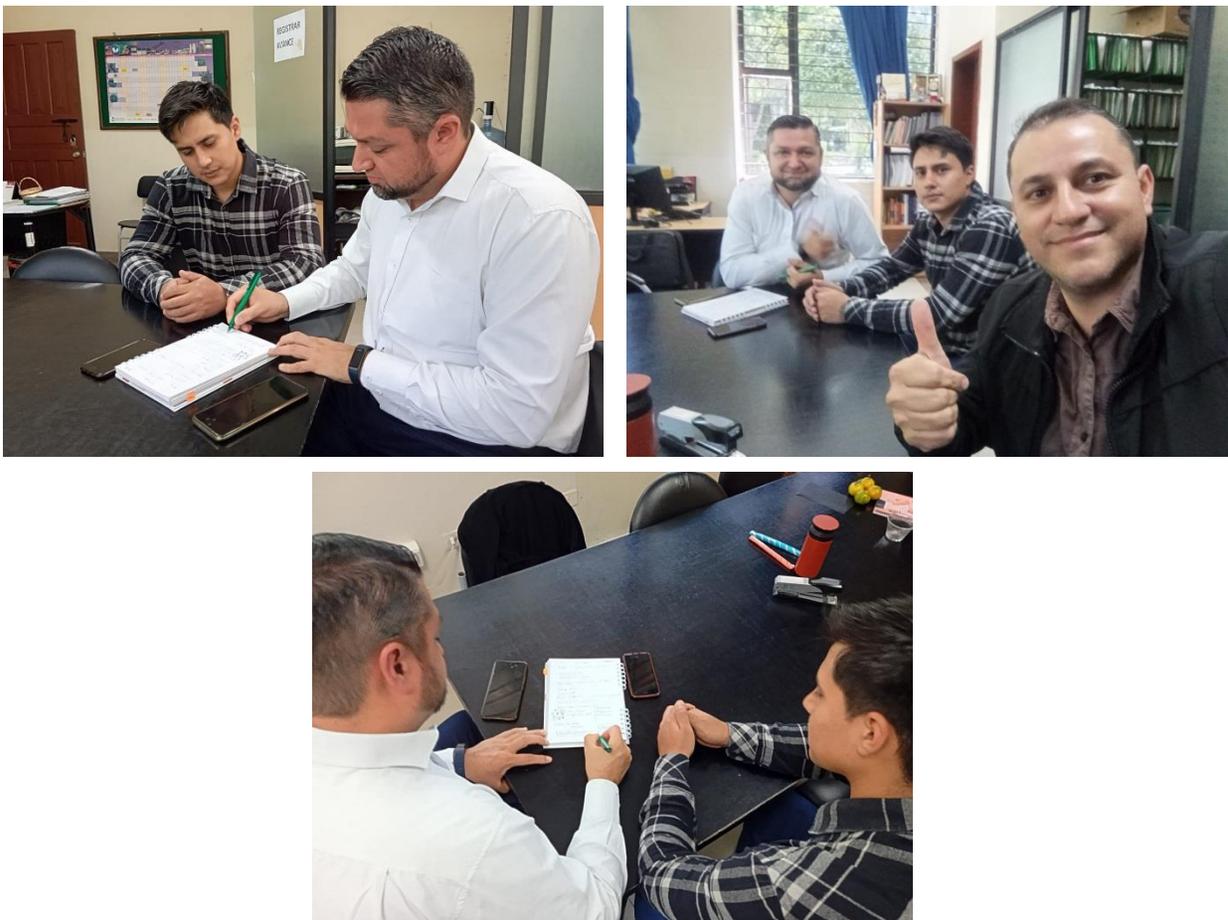


Figura 19: Reuniones para el levantamiento de requerimientos.

Durante las reuniones, se identificaron y priorizaron las necesidades más críticas, estableciendo un marco claro para el desarrollo del proyecto. Las partes interesadas, que incluían a representantes de los usuarios finales, gerentes de proyectos, y expertos técnicos, participaron activamente en el proceso, proporcionando valiosas perspectivas y retroalimentación. Esta colaboración permitió asegurar que los requerimientos fueran realistas, alcanzables y alineados con los objetivos estratégicos del proyecto.

Además, se documentaron todos los requerimientos detalladamente, lo que facilitó la comunicación y la comprensión común entre todos los participantes. Se establecieron acuerdos sobre los criterios de aceptación y las métricas de éxito, lo que ayudó a gestionar las expectativas y a asegurar que todos los involucrados compartieran una visión clara del resultado final deseado. Este enfoque estructurado y participativo en el levantamiento de requerimientos sentó una base sólida para el desarrollo exitoso del proyecto, minimizando los riesgos de malentendidos y garantizando que el producto final cumpliera con las expectativas de todas las partes interesadas.

2.2. Definición de los objetivos educativos

La definición de objetivos educativos es un paso crucial en el desarrollo de un Serious Game destinado a fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología, estos objetivos han sido definidos juntamente con los Ingenieros Alexander Guevara Docente de la Carrera de Software y Santiago Zarate Docente de la Carrera de Biotecnología de la UTN, su definición fue realizada considerando las necesidades de los estudiantes y los requerimientos del currículo académico, mismos que se detallan a continuación:

Objetivo 1: Comprender los principios básicos de la genética mendeliana

- Identificar y explicar las leyes de la herencia de Gregor Mendel: la ley de la segregación y la ley de la distribución independiente.
- Describir los conceptos de alelos dominantes y recesivos, genotipo, fenotipo y homocigosis y heterocigosis.

Objetivo 2: Aplicar los principios de la genética mendeliana en problemas prácticos

- Resolver problemas genéticos simples y complejos utilizando cuadros de Punnett para predecir las proporciones fenotípicas y genotípicas de la descendencia.
- Analizar y predecir patrones de herencia en cruces monohíbridos y dihíbridos.

Objetivo 3: Desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas

- Utilizar el pensamiento crítico para identificar, analizar y resolver problemas genéticos.
- Evaluar diferentes hipótesis y soluciones basadas en los datos obtenidos de los experimentos simulados.

Objetivo 4: Fomentar la comprensión de la variabilidad genética y sus implicaciones:

- Explicar cómo la recombinación genética y la variación aleatoria contribuyen a la diversidad genética.
- Discutir las implicaciones de la genética mendeliana en la biotecnología y la biomedicina, incluyendo aplicaciones prácticas y éticas.

Estos objetivos educativos guiarán el diseño y desarrollo del Serious Game, asegurando que cada componente del juego esté orientado a mejorar la comprensión y aplicación de la genética mendeliana entre los estudiantes de Biotecnología de la Universidad.

2.3. Análisis del público objetivo

Para desarrollar un Serious Game efectivo que fortalezca el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología, es crucial realizar un análisis detallado del público objetivo, este análisis considera varios aspectos clave que se describen a continuación.

1. Características Demográficas

- Edad: Los estudiantes de biotecnología suelen estar en el rango de 18 a 25 años.
- Género: Existe una distribución equilibrada de género.

- Nivel Académico: Los estudiantes están en nivel universitario, en 4 semestre de la carrera de Biotecnología.

2. Necesidades Educativas

- Conocimiento Previo: Los estudiantes tienen un conocimiento básico de biología, pero necesitan un entendimiento más profundo de la genética mendeliana.
- Objetivos de aprendizaje: Comprender y aplicar los principios de la genética mendeliana, como las leyes de Mendel, el uso de cuadros de Punnett, y la interpretación de patrones de herencia.
- Desempeño académico: Mejorar su capacidad para resolver problemas genéticos y realizar análisis críticos de datos genéticos.

3. Habilidades Tecnológicas

- Acceso a Tecnología: Los estudiantes cuentan con acceso a computadoras o dispositivos móviles y a una conexión a internet estable.
- Competencia Digital: Poseen habilidades básicas en el uso de software educativo y plataformas de aprendizaje en línea.

Con base en este análisis del público objetivo, el Serious Game debe:

- Ser Interactivo y atractivo: Utilizar gráficos atractivos, narrativas interesantes y mecánicas de juego envolventes para mantener el interés de los estudiantes.
- Facilitar la comprensión: Incluir tutoriales, retroalimentación inmediata y explicaciones claras para ayudar a los estudiantes a entender y aplicar los principios de la genética mendeliana.
- Promover la práctica activa: Ofrecer actividades y problemas prácticos que permitan a los estudiantes aplicar los conceptos aprendidos en situaciones simuladas.

- Ser accesible y flexible: Asegurar que el juego sea accesible desde diversos dispositivos y que pueda ser utilizado tanto en el aula como de manera independiente.

Así también, para conocer sobre sus necesidades de aprendizaje se levantó información mediante una encuesta, la Figura 20 describe los tres principales temas que los estudiantes encuentran difíciles de aprender.

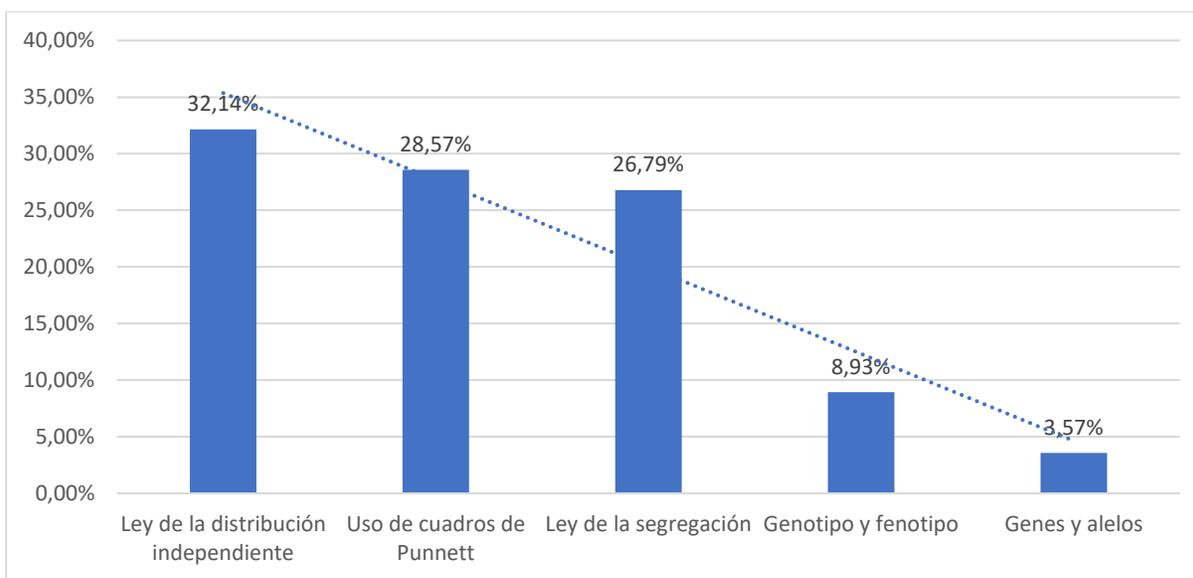


Figura 20: Temas que los estudiantes encuentran difíciles de comprender.

En cuanto a la dificultad para entender ciertos conceptos, en la Figura 21 se muestran los que mayor dificultad les representan a los estudiantes.

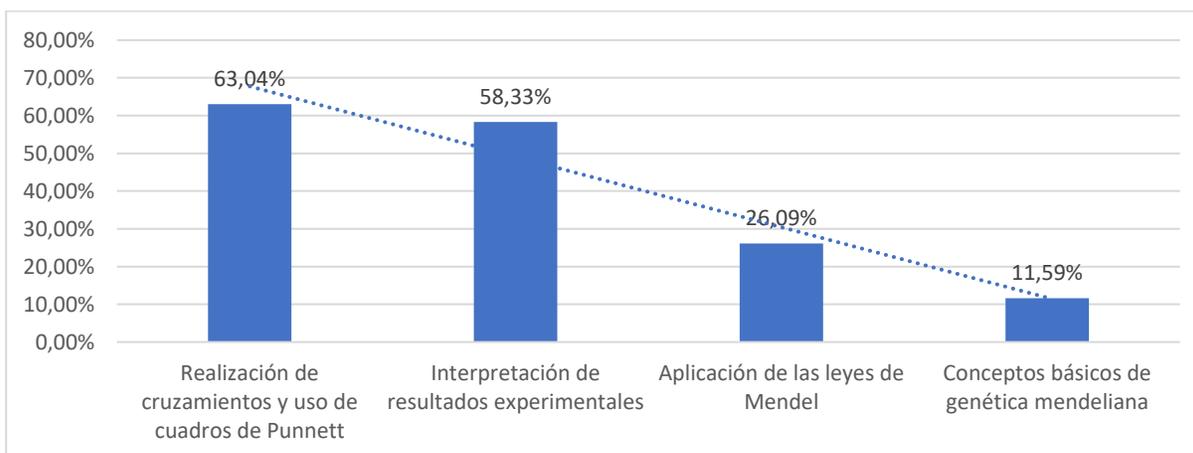


Figura 21: Conceptos que los estudiantes encuentran difíciles de comprender.

Este análisis asegura que el Serious Game no solo será una herramienta educativa efectiva, sino también una experiencia de aprendizaje significativa y motivadora para los estudiantes de biotecnología.

2.4. Diseño de metáforas y narrativas

El uso de metáforas y narrativas efectivas en un Serious Game ayuda a mejorar significativamente la comprensión y el interés de los estudiantes en la genética mendeliana; a continuación, se presentan la propuesta diseñada:

1. Metáfora Central: "The Mendelian Prophecy"

- Descripción: Utilizar un laboratorio de simulación que replique un laboratorio de genética, este escenario simulara un lugar de investigación y descubrimiento donde los estudiantes, como jóvenes científicos, exploran y aprenden fundamento de la genética mendeliana.

2. Elementos de la Metáfora:

- Laboratorio:

Simbolismo: Representa el entorno de investigación donde se realizan los experimentos genéticos, ofreciendo una experiencia inmersiva en la genética.

Función: Actúa como el escenario principal del juego donde los jugadores recolectan conocimientos, realizan ejercicios básicos sobre la genética mendeliana y enfrentan desafíos.

- Pergaminos de Conocimiento:

Simbolismo: Estos pergaminos contienen información crucial sobre la genética mendeliana, simbolizando el descubrimiento y el aprendizaje.

Función: Los jugadores deben recolectar 10 pergaminos distribuidos por el mapa del laboratorio, cada uno de estos pergaminos proporcionaran conocimientos fundamentales sobre la genética mendeliana.

- Virus en el Laboratorio:

Simbolismo: Representan los obstáculos y desafíos en el camino del aprendizaje.

Función: Los virus intentan impedir que los jugadores recolecten los pergaminos. Los estudiantes deben usar un medicamento especial para neutralizar estos virus y continuar su exploración.

- Medicamento:

Simbolismo: Representa las herramientas y el conocimiento científico necesario para superar los obstáculos.

Función: Permite a los jugadores eliminar los virus, facilitando la recolección de pergaminos y el avance en el juego.

- Estaciones de Ejercicios

Simbolismo: Representan diferentes estaciones de trabajo dentro del laboratorio donde realizan ejercicios sobre genética mendeliana.

Función: En el segundo nivel, los jugadores deben dirigirse a estos puntos de encuentro y resolver un total de 10 ejercicios sobre genética mendeliana. Los ejercicios pueden ser de selección múltiple o interactivos, diseñados para evaluar y profundizar su comprensión genética.

- Científico Antagonista:

Simbolismo: Representan la resistencia y los desafíos finales en el camino del descubrimiento científico.

Función: En el nivel de evaluación, los jugadores enfrentan un científico antagonista que intenta impedir el descubrimiento de los secretos de Mendel. Este nivel está diseñado como una trivia, donde cada respuesta correcta daña al enemigo, y cada respuesta incorrecta daña al jugador.

3. Narrativa Principal

- Los estudiantes asumen el rol de jóvenes científicos en un laboratorio genético donde deben continuar con la profecía de Mendel. En el primer nivel, los

estudiantes de desplazan por el mapa recolectando pergaminos que contienen información sobre la genética mendeliana. Para recolectar estos pergaminos, debe eliminar virus que intentan impedir su progreso, utilizando un medicamento especial. Al completar este nivel, pasan a un segundo nivel donde se encuentran con ejercicios prácticos en estaciones de trabajo dentro del laboratorio, luego de que los estudiantes resuelvan todos los ejercicios, se enfrentaran a un científico antagonista en un desafío de trivia, por lo que cada respuesta correcta les permite hacer daño al científico y las incorrectas causan daño al personaje.

4. Elementos de la Narrativa:

- Personajes:
 - **Científicos:** Los jugadores asumen el rol de jóvenes científicos que exploran y aprenden sobre genética mendeliana.
 - **Mentor científico:** Un guía que proporciona retroalimentación y ayuda a los estudiantes a lo largo del viaje, ofreciendo pistas y explicaciones sobre los conceptos genéticos.
 - **Virus:** Antagonistas que representan obstáculos en el aprendizaje, intentando impedir que los estudiantes recolecten pergaminos y completen los desafíos.
 - **Científico Antagonista:** Un personaje que desafía a los estudiantes en el nivel final simbolizando la resistencia al descubrimiento haciendo así que no siga la profecía de Mendel.
- Desafíos:
 - **Recolectar Pergaminos:** En el primer nivel, los estudiantes deben desplazarse por el laboratorio recolectando 10 pergaminos que contienen

información esencial sobre genética mendeliana, mientras neutralizan los virus que intentan detenerlos.

- **Resolver los ejercicios:** En el segundo nivel, los estudiantes deben dirigirse a estaciones de trabajo y resolver 10 ejercicios sobre genética, que incluyen preguntas de selección múltiple y actividades interactivas como llenar matrices de Punnett.
- **Trivia:** En el nivel de evaluación, los estudiantes enfrentan al científico antagonista en un juego de trivia, cada respuesta correcta aplica un daño al enemigo, mientras que las respuestas incorrectas hacen daño al jugador.
- **Progresión:** La narrativa progresa a medida que los estudiantes superan cada nivel, comenzando con la recolección de conocimientos básicos, aplicando lo aprendido en los ejercicios prácticos, y finalmente demostrando su dominio enfrentando al científico antagonista en la evaluación final. Por lo tanto, los estudiantes avanzan en la historia descubriendo y aplicando las leyes de Mendel logrando comprender y resolver los misterios genéticos presentados en el juego.

5. Introducción al Juego:

- Los estudiantes son recibidos por un mentor en el laboratorio, quien les explicara la importancia del estudio de la genética mendeliana para resolver un misterio crucial en el campo de la genética. Un conjunto de pergaminos antiguos, llenos de conocimientos y secretos sobre los experimentos de Mendel. El mentor destacara que, para avanzar en el juego, los estudiantes deberán recolectar estos pergaminos, resolver desafíos y enfrentarse a obstáculos que podrán a prueba su comprensión y aplicación de las leyes de Mendel. La aventura comenzara con la recolección de pergaminos que se encontrarán dispersos por el laboratorio, que

les servirán para poder realizar los ejercicios y finalmente neutralizar al científico que no quiere que siga la profecía de Mendel.

6. Capítulos o Niveles:

- Fundamentos de Mendel:

- **Descripción:** Introducción a los principios básicos de la genética mendeliana.
- **Objetivo:** Recolectar 10 pergaminos dispersos por el laboratorio que contienen información esencial sobre los experimentos de Mendel y sus descubrimientos.
- **Desafíos:** Eliminar los virus que intentan impedir la recolección de los pergaminos utilizando un medicamento especial.

- Desafíos Genéticos:

- **Descripción:** Aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en el nivel anterior mediante resolución de ejercicios genéticos.
- **Objetivo:** Resolver 10 ejercicios distribuidos en estaciones de trabajo dentro del laboratorio.
- **Tipos de ejercicios:** Los ejercicios serán de dos tipos de selección:

Selección Múltiple: Preguntas sobre genética mendeliana con opciones de respuesta, incluyendo ayudas como la solución paso a paso y la opción 50/50.

Ejercicios Interactivos: Llenar matrices de Punnett arrastrando las opciones correctas a sus lugares correspondientes.

- Evaluación Final:

- **Descripción:** Enfrentamiento con el científico antagonista en un desafío de trivia.

- **Objetivo:** Responder correctamente a las respuestas de trivia para dañar al enemigo y evitar recibir daño.
- **Desafío:** Cada respuesta correcta daña al enemigo, mientras que cada respuesta incorrecta daña al jugador. Los estudiantes solo pueden equivocarse tres veces antes de tener que reiniciar el nivel.

7. Herramientas Educativas:

- Pergaminos de Conocimiento:
 - Descripción: Documentos antiguos que contienen información crucial sobre genética mendeliana.
 - Función: Los estudiantes deben recolectar 10 pergaminos distribuidos en el laboratorio en el primer nivel. Cada pergamino proporciona lecciones teóricas importantes que ayudan a los estudiantes a comprender los fundamentos de la genética mendeliana.
- Medicamento Anti-Virus:
 - Descripción: Un recurso que permite a los estudiantes neutralizar los virus en el laboratorio.
 - Función: Los estudiantes utilizan este medicamento para eliminar los virus que intentan impedir la recolección de los pergaminos. Esta herramienta enseña a los estudiantes la importancia de superar los obstáculos en su proceso de aprendizaje.
- Estaciones de Ejercicios:
 - Descripción: Puntos de control dentro del laboratorio donde se realizan ejercicios interactivos.
 - Función: En el segundo nivel, los estudiantes deben resolver 10 ejercicios distribuidos en estaciones, los ejercicios incluyen preguntas de selección

múltiple y actividades como llenar matrices de Punnett, lo que permite a los estudiantes aplicar y consolidar sus conocimientos teóricos en un entorno práctico.

- Trivia de Evaluación:
 - Descripción: Un desafío de preguntas tipo trivia en el nivel final del juego.
 - Función: Enfrentado al científico antagonista, los estudiantes responden preguntas basadas en los conceptos y ejercicios anteriores. Cada respuesta correcta realiza un daño al enemigo y las incorrectas al jugador. Por lo tanto, este modo de evaluación gamificada permite a los estudiantes demostrar su comprensión de manera dinámica y divertida.

8. Evaluación y Retroalimentación:

- Informes de rendimiento:
 - Descripción: Al finalizar el juego, los estudiantes reciben un informe (Score) detallando el rendimiento que tuvieron al largo del juego.
 - Función: Estos informes incluyen un análisis de los errores comunes cometidos, explicaciones detalladas de los conceptos mal entendidos y sugerencias para mejorar. Esto permite a los estudiantes reflexionar sobre su aprendizaje y corregir sus errores.

2.5. Prototipado y diseño del juego

El diseño del juego "The Mendelian Prophecy" se estructura en torno a una narrativa estrictamente estructurada y desafíos educativos cuidadosamente elaborados para proporcionar una experiencia de aprendizaje profunda y atractiva en genética mendeliana. Para garantizar una implementación efectiva y una progresión lógica en el juego, se han desarrollado storyboards detallados que describen cada capítulo y las interacciones clave. Estos storyboards no solo guían la creación de los elementos visuales y narrativos del juego, sino que también aseguran que los

objetivos educativos sean alcanzados de manera coherente y efectiva. A continuación, se presentan los storyboards que ilustran las diferentes etapas del juego, destacando los elementos visuales y las tareas del jugador.

2.5.1. *Storyboard 1 – Ingreso al juego.*

El primer storyboard presenta la pantalla de inicio del juego " The Mendelian Prophecy ", destacando tres botones principales: jugar, opciones y salir. Estos botones están diseñados para facilitar la navegación del usuario desde el inicio. El botón "Jugar" permite a los jugadores ingresar directamente al juego y comenzar su aventura en el jardín. El botón "Opciones" ofrece acceso a un panel de configuración donde los jugadores pueden ajustar diversos parámetros del juego, como el volumen y los controles. Por último, el botón "Salir" permite cerrar el juego de manera segura, con un cuadro de diálogo de confirmación para evitar cierres accidentales. Esta pantalla de inicio combina una interfaz atractiva y funcional, estableciendo un punto de partida claro y organizado para los jugadores.



Figura 22: Prototipo del Storyboard 1.

2.5.2. Storyboard 2 – Menú de ajustes.

El segundo storyboard corresponde al menú de ajustes del juego, proporcionando opciones de configuración básicas y esenciales para una experiencia de juego personalizada. En esta pantalla, los jugadores pueden ajustar los efectos visuales y sonoros, modificar el nivel de volumen de la música, y calibrar la sensibilidad de los controles. También se incluye la opción de personalizar los controles del juego para adaptarse a las preferencias individuales del usuario. Este menú de ajustes está diseñado de manera intuitiva y accesible, asegurando que los jugadores puedan optimizar su experiencia de juego de acuerdo a sus necesidades y preferencias personales.

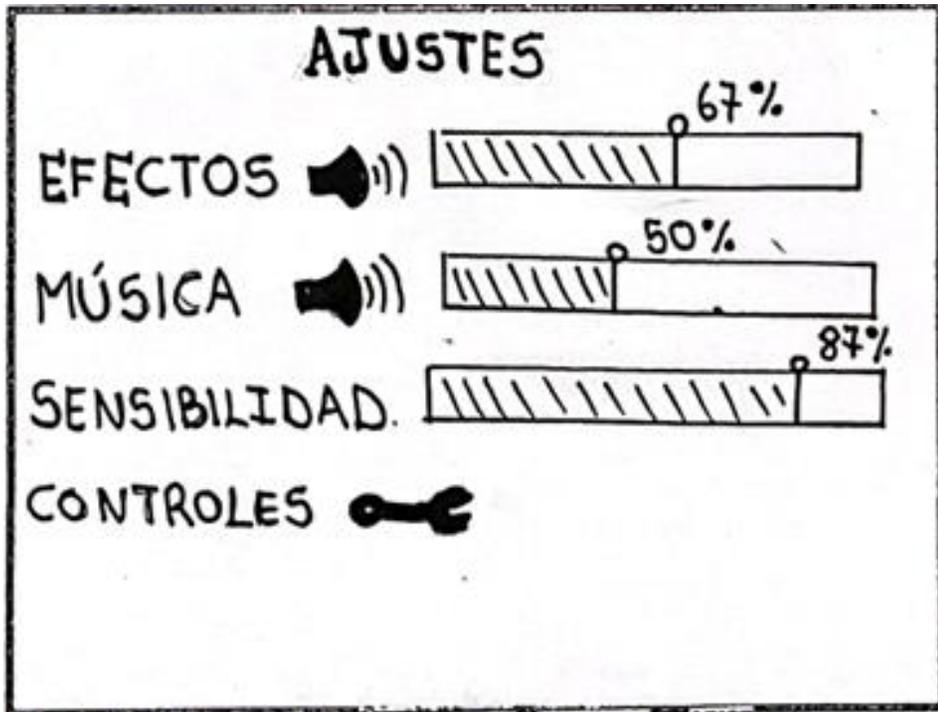


Figura 23: Prototipo del Storyboard 2.

2.5.3. Storyboard 3 – Esquema de visualización.

El tercer storyboard muestra el esquema visual del Serious Game, destacando la disposición de los controles en la interfaz de juego, en esta pantalla se ilustran los botones de movimiento del personaje, ubicados en la parte inferior izquierda, permitiendo al jugador navegar

por el entorno. En la parte inferior derecha, se encuentran los botones para realizar ataques y seleccionar armas, que en este contexto son herramientas científicas para eliminar enemigos representados por virus. Este diseño asegura que los jugadores tengan un acceso intuitivo y rápido a los controles necesarios para interactuar con el entorno del juego y enfrentar los desafíos, manteniendo una experiencia de juego fluida y dinámica.

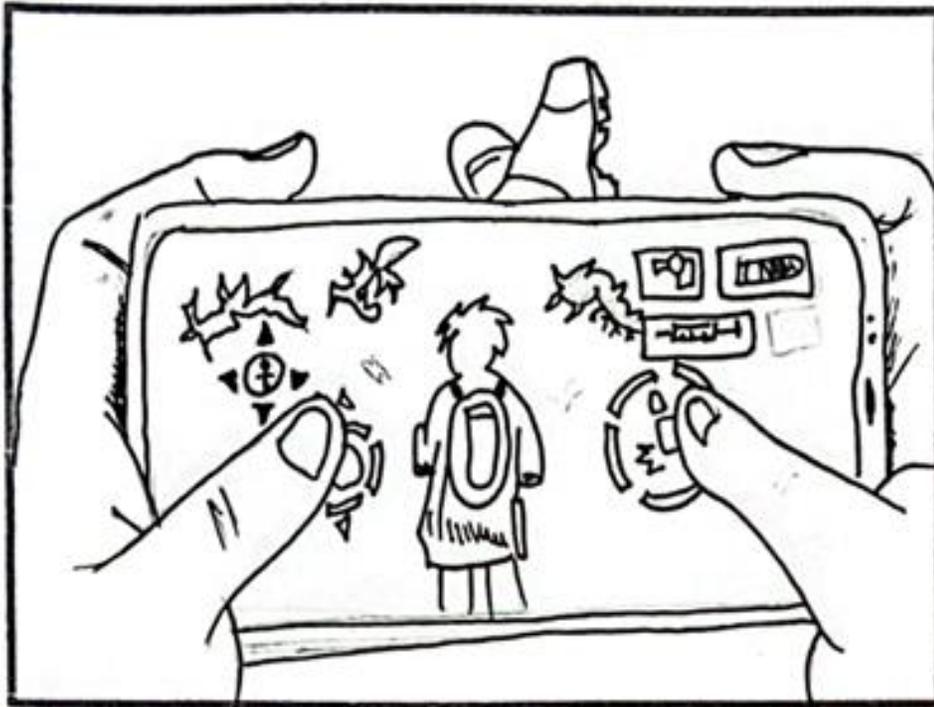


Figura 24: Prototipo del Storyboard 3.

2.5.4. Storyboard 4 – Elección de personaje.

El cuarto storyboard muestra la pantalla de selección de personajes en el juego, en esta pantalla, los jugadores pueden elegir entre dos personajes, cada uno con su nombre, rol y descripción detallada. Estos personajes están basados en investigadores reales que trabajan en el campo de la genética mendeliana, aportando un elemento educativo adicional al juego. Esta característica agrega una capa de autenticidad y contexto histórico al juego, enriqueciendo la experiencia educativa de los jugadores.



Figura 25: Prototipo del Storyboard 4.

2.5.5. Storyboard 5 – Modos del juego.

El quinto storyboard presenta los tres modos de juego disponibles, el primer modo, "Conceptos", desafía a los jugadores a recolectar la mayor cantidad de pergaminos con información relevante sobre genética mendeliana mientras evitan ser eliminados por los enemigos. En el segundo modo, "Ejercicios", los jugadores deben resolver una serie de problemas y desafíos prácticos que ponen a prueba su comprensión de los conceptos aprendidos. Finalmente, el modo "Evaluación" requiere que los jugadores demuestren sus conocimientos adquiridos a través de una serie de preguntas. Cada una de las modalidades están diseñada para ofrecer una experiencia de aprendizaje progresiva y completa, combinando la recolección de información, la aplicación práctica y la evaluación del conocimiento.



Figura 26: Prototipo del Storyboard 5.

2.5.6. Storyboard 6 – Modo de conceptos.

El sexto storyboard se enfoca en la opción de juego "Conceptos" dentro de "El Jardín de Mendel". En esta pantalla, el personaje se encuentra en un laboratorio virtual donde pergaminos con información crucial sobre genética mendeliana están dispersos por el mapa. La tarea del jugador es explorar el laboratorio, recolectando estos pergaminos mientras enfrenta y elimina virus que intentan detener su progreso. La eliminación de estos enemigos es esencial para avanzar al siguiente nivel, combinando la búsqueda de conocimientos con elementos de acción y desafío. Esta configuración no solo incentiva el aprendizaje activo, sino que también mantiene al jugador comprometido mediante una dinámica de juego emocionante y educativa.



Figura 27: Prototipo del Storyboard 6.

2.5.7. Storyboard 7 – Recolección de pergaminos.

El séptimo storyboard muestra lo que ocurre cuando el personaje recolecta un pergamino en el modo "Conceptos", al recogerlo se despliega automáticamente un concepto clave relacionado con la genética mendeliana en la pantalla. Este concepto se presenta de manera clara y concisa, con explicaciones y ejemplos que ayudan a reforzar los conocimientos del jugador sobre la materia. Esta mecánica de juego no solo recompensa al jugador por su exploración y esfuerzo, sino que también integra el aprendizaje de manera directa y efectiva, asegurando que cada acción en el juego contribuye al entendimiento profundo de los principios de la genética mendeliana.



Figura 28: Prototipo del Storyboard 7.

2.5.8. Storyboard 8 – Modo de ejercicios tipo 1.

El octavo storyboard detalla ofrece dos tipos de actividades: selección múltiple e interactivas. En el modo de selección múltiple, se presenta un ejercicio con varias opciones de respuesta, de las cuales el jugador debe elegir la correcta. Si el jugador no sabe la respuesta, puede utilizar dos comodines: el comodín 50/50, que elimina dos opciones incorrectas, y el comodín de ver la respuesta correcta, que muestra la solución. Este diseño permite a los jugadores evaluar y reforzar sus conocimientos de genética mendeliana, ofreciendo herramientas de apoyo para mejorar el aprendizaje y la retención de información.

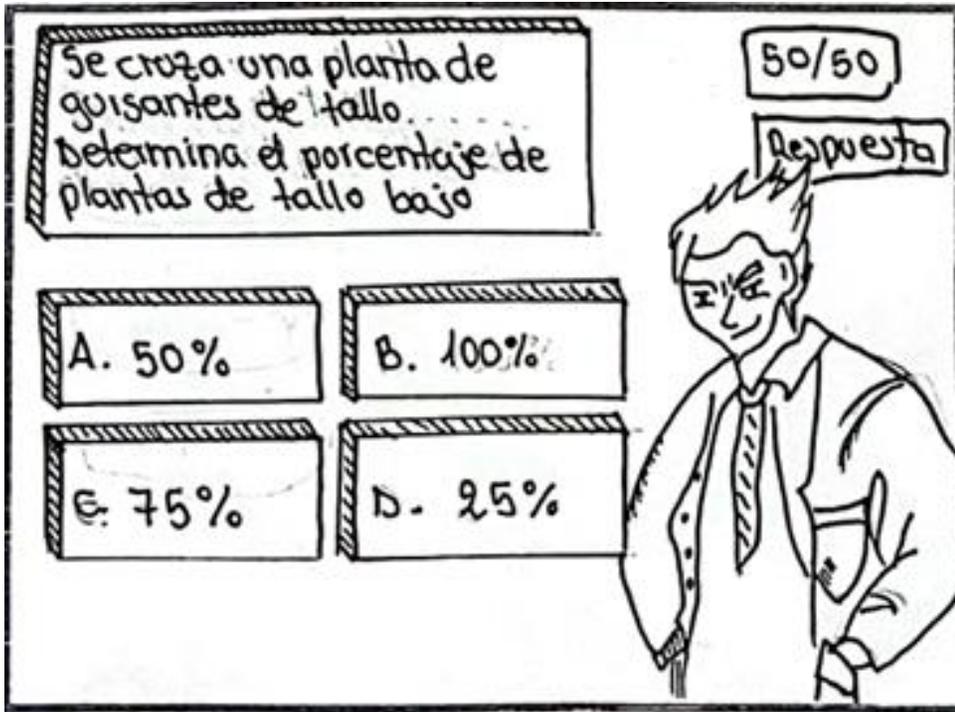


Figura 29: Prototipo del Storyboard 8.

2.5.9. Storyboard 9 – Modo ejercicios tipo 2.

En el noveno storyboard se exhiben los ejercicios interactivos dentro del juego, en esta instancia, se presenta una pregunta junto con sus respectivas opciones interactivas. El estudiante debe arrastrar estas opciones a una matriz y colocarlas en la posición correcta para luego seleccionar la respuesta adecuada. Además, al igual que en el storyboard anterior, se proporcionan los comodines, como el de 50/50 y el de visualización de la respuesta correcta, para asistir al jugador en caso de necesidad. Esta modalidad de ejercicio fomenta la participación activa del estudiante y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, ofreciendo una experiencia educativa dinámica y efectiva en el aprendizaje de genética mendeliana.

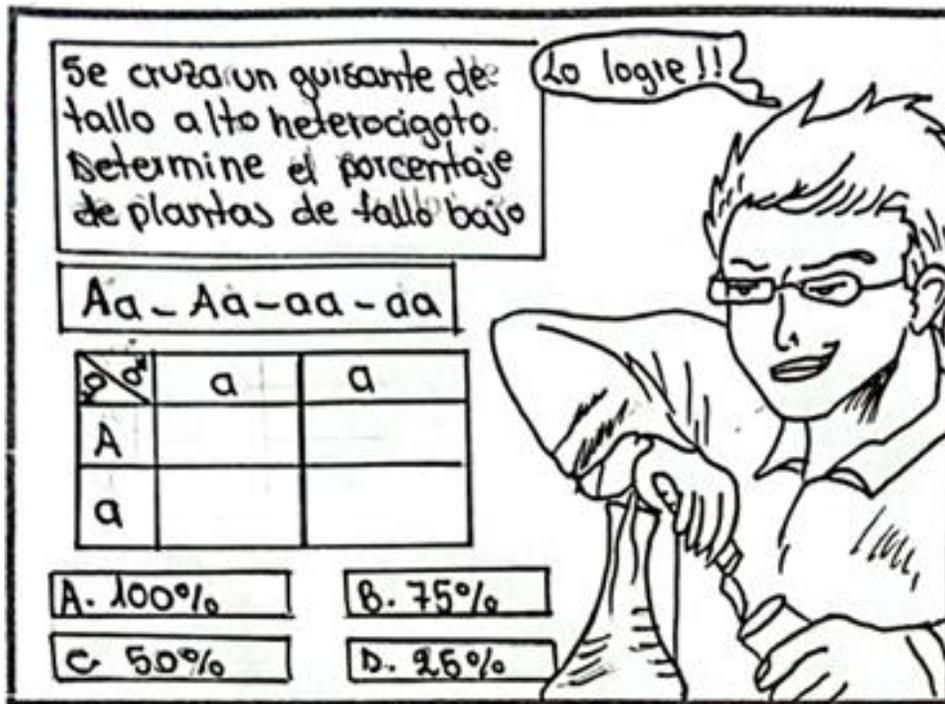


Figura 30: Prototipo del Storyboard 9.

2.5.10. Storyboard 10 – Modo de evaluación.

En el décimo storyboard se presenta el modo de evaluación, configurado como un juego tipo trivia. En este modo, el jugador se enfrenta a un enemigo cuya derrota depende de responder correctamente una serie de preguntas sobre genética mendeliana. Cada respuesta correcta reduce la vida del enemigo, mientras que las respuestas incorrectas disminuyen la vida del jugador. Este enfoque gamificado no solo evalúa los conocimientos del jugador, sino que también añade una capa de emoción y desafío, incentivando la precisión y la comprensión profunda de los conceptos para poder avanzar y vencer al enemigo.



Figura 31: Prototipo del Storyboard 10.

2.6. Desarrollo del juego

2.6.1. Mapa de navegación.

Definir el mapa de navegación de un Serious Game es crucial porque proporciona una estructura clara y lógica para la interacción del usuario, garantizando que los jugadores puedan moverse fluidamente entre diferentes secciones y funcionalidades del juego. Además, el mapa de navegación asegura que los objetivos educativos del juego se integren de manera efectiva con las mecánicas de juego, guiando a los jugadores a través de los contenidos de aprendizaje de forma intuitiva y sin frustraciones. Esto no solo aumenta la inmersión y el compromiso de los jugadores, sino que también optimiza el flujo de aprendizaje, permitiendo que los usuarios se concentren en los objetivos educativos sin distracciones innecesarias. En resumen, un mapa de navegación bien definido es fundamental para asegurar que el Serious Game sea tanto educativo como entretenido.

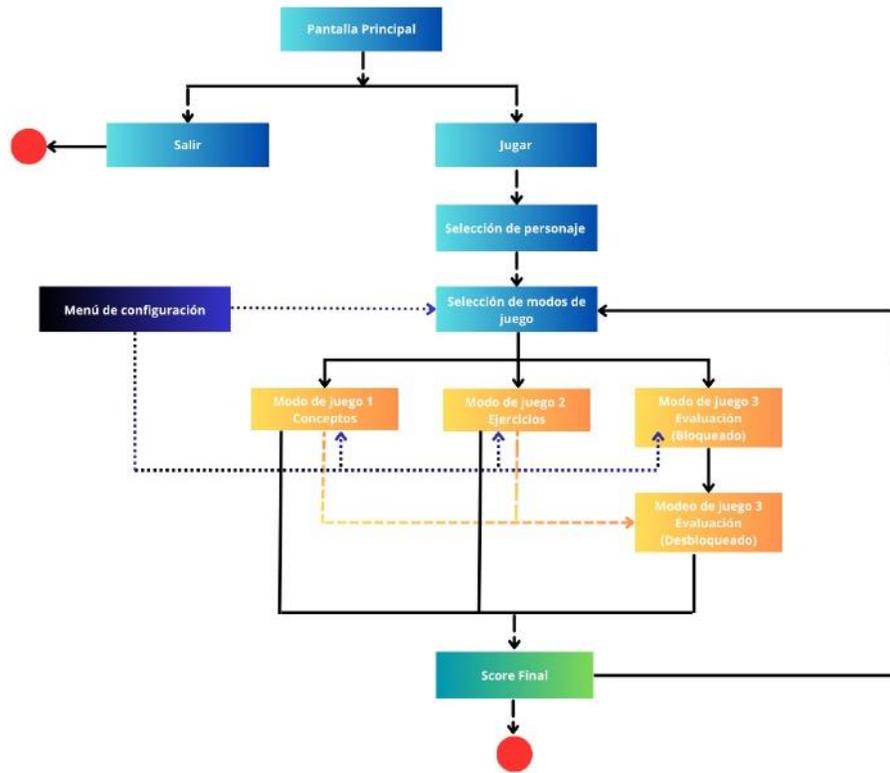


Figura 32: Mapa de navegación.

2.6.2. Controles.

Los controles que utilizará el jugador durante el juego incluirán joysticks virtuales para cambiar la dirección de la cámara y moverse por la escena. Además, se podrá tocar la pantalla para seleccionar objetos cuando sea necesario. También se implementarán botones para la navegación en pantalla y controles deslizantes para ajustar la sensibilidad de los joysticks y el nivel de audio.

2.6.3. Roles para el desarrollo.

El desarrollo de un Serious Game requiere de la integración de distintos roles, donde su correcta unificación permite contar con un producto adaptado a las necesidades de los usuarios. Definir claramente estos roles es fundamental para coordinar esfuerzos, maximizar la eficiencia y asegurar que todas las áreas del desarrollo, desde la conceptualización y el diseño hasta la programación y las pruebas, se aborden de manera integral responsabilidades.

TABLA 2
Definición de roles de desarrollo.

Nro.	Rol	Alias	Nombre
01	Desarrollador	AD	Sr. Klever Villalva
02	Artista Gráfico	AG	Sr. Klever Villalva
03	Artista Sonoro	AS	Sr. Klever Villalva
04	Product Manager y Control de Calidad	PM	MSc. Alexander Guevara Vega
05	Verificador y Validador Beta	VB	MSc. Santiago Zarate Baca

2.6.4. Seguimiento a la planificación.

Para el seguimiento de las iteraciones del proyecto, se utilizó Microsoft Planner como herramienta de gestión, lo que permitió organizar y visualizar el progreso de las tareas de manera eficiente. La herramienta facilitó la asignación de tareas, el establecimiento de plazos y la priorización de actividades dentro de cada iteración, asegurando que todos los miembros del equipo estuvieran alineados con los objetivos del proyecto.

Título	Tarea	Fecha de inicio	Fecha de vencimie	Cubo	Progreso	Priorid
Configurar el entorno en React	VILLALVA LOPEZ K	19/5/2024	20/5/2024	Módulo de Admin	Completada	In
Crear los endpoints para administrar los conceptos, ej...	VILLALVA LOPEZ K	14/5/2024	17/5/2024	Módulo de Admin	Completada	In
Configurar el ambiente para el backend con las herra...	VILLALVA LOPEZ K	7/5/2024	13/5/2024	Módulo de Admin	Completada	In
Diseñar e implementar la base de datos	VILLALVA LOPEZ K	3/5/2024	11/5/2024	Módulo de Admin	Completada	U
Implementar el menú de ajustes	VILLALVA LOPEZ K	20/6/2024	21/6/2024	Unity	Completada	Bi
Corregir el error al lanzar las bombas a los enemigos	VILLALVA LOPEZ K	20/6/2024	21/6/2024	Unity	Completada	In
Diseñar el mini mapa de navegación	VILLALVA LOPEZ K	20/6/2024	21/6/2024	Unity	Completada	M
Montar el Assets y Efectos de sonido en Unity	VILLALVA LOPEZ K	14/6/2024	16/6/2024	Unity	Completada	M
Crear los sonidos y efectos	VILLALVA LOPEZ K	13/6/2024	15/6/2024	Unity	Completada	M
Realizar test de funcionamiento	VILLALVA LOPEZ K	13/6/2024	20/6/2024	Unity	Completada	In
Controlar los errores los posibles errores al consumir...	VILLALVA LOPEZ K	13/6/2024	14/6/2024	Unity	Completada	In
Cargar los escenarios y personajes a Unity	VILLALVA LOPEZ K	12/6/2024	13/6/2024	Unity	Completada	M
Agregar las barras de estado a las tablas de conc...	VILLALVA LOPEZ K	12/6/2024	12/6/2024	Unity	Completada	M

Figura 33: Planificación de actividades.

La capacidad de compartir actualizaciones en tiempo real y la facilidad de uso de la interfaz de Planner permitieron una colaboración fluida entre los participantes, así como la identificación y resolución rápida de cualquier problema o retraso. Gracias a esta herramienta, se logró un control efectivo del avance de las iteraciones, asegurando que el proyecto se mantuviera en el cronograma previsto y cumpliendo con los requisitos establecidos.

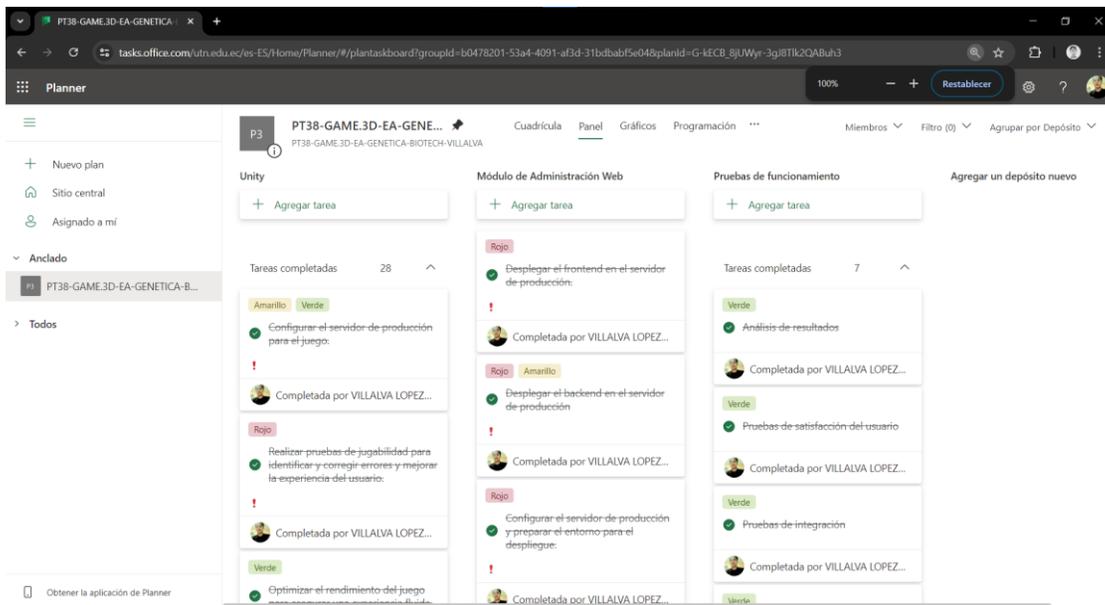


Figura 34: Seguimiento a las actividades.

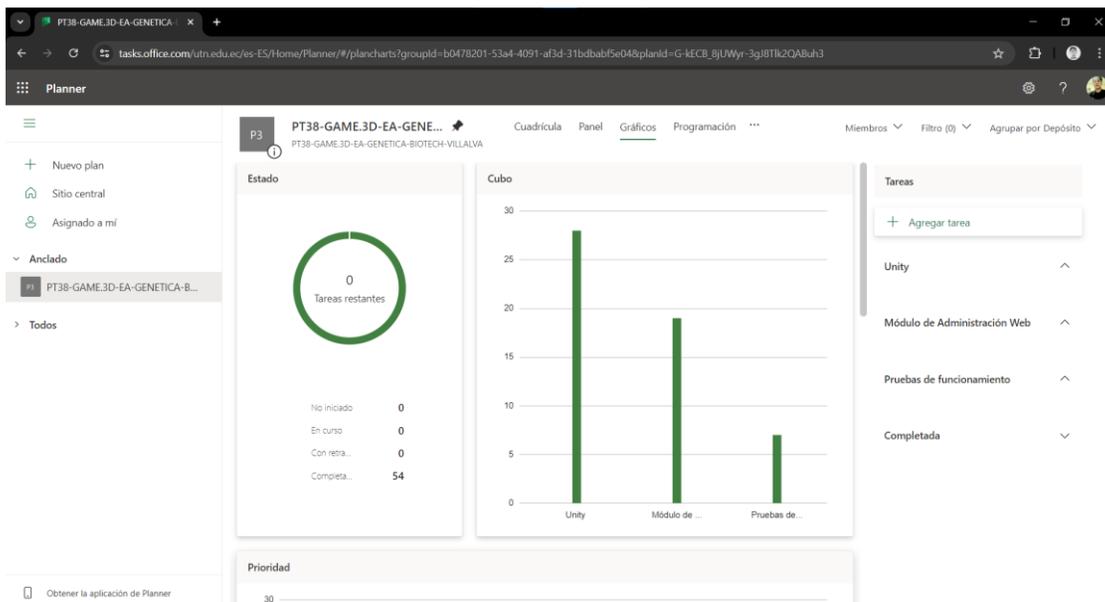


Figura 35: Resultado del seguimiento.

2.6.5. Ambiente de desarrollo.

Configurar el ambiente de desarrollo es un paso crucial ya que se establece la base tecnológica sobre la cual se desarrollará el Serious Game, este proceso implicó la instalación de herramientas y software necesarios, la configuración de sistemas de control de versiones y la preparación de entornos de prueba.

TABLA 3
Ambiente de desarrollo.

Componente	Descripción	Herramienta
Página web	Back end	Node.js, Express
Página web	Front end	React, Bootstrap
Página web	Base de datos	PostgreSQL
Videojuego	Motor de videojuego	Unity, Asset Store
Videojuego	Lenguaje de programación	C#
Videojuego	Desarrollo de personajes	Blender
Videojuego	Creación de sonidos	Audacity
Videojuego	Animaciones	Mixamo

2.6.6. Diseño de la base de datos

Para iniciar el desarrollo del proyecto, se procedió con el diseño y la creación de la base de datos en PostgreSQL, una poderosa herramienta de gestión de bases de datos relacionales. Para su administración y diseño, se utilizó pgAdmin, una interfaz gráfica de usuario (GUI) que facilita la interacción con PostgreSQL.

Esta base de datos está compuesta por múltiples tablas interrelacionadas que almacenan y gestionan la información necesaria para el funcionamiento del módulo de administración web y el Serious Game sobre genética mendeliana. Entre las tablas más destacadas se encuentran `conceptos`, `ejercicios`, y `preguntas_evaluacion`, cada una con sus respectivas relaciones y campos específicos. Estas tablas son fundamentales para el videojuego, ya que la información cargada en ellas se refleja directamente en el funcionamiento y contenido del juego.

El diseño del esquema de la base de datos permite una organización eficiente y coherente de los datos, facilitando la escalabilidad y el mantenimiento del sistema. La implementación de relaciones entre las tablas garantiza la integridad referencial y simplifica la ejecución de consultas complejas que el sistema requiere para su correcto funcionamiento.

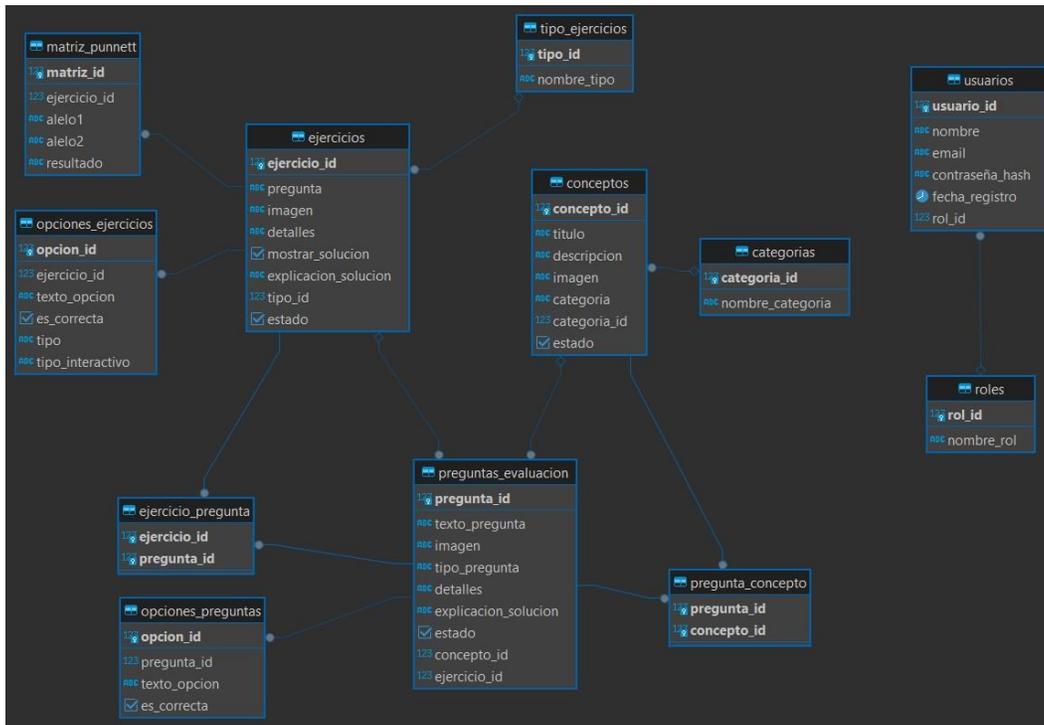


Figura 36: Modelo entidad relación de la base de datos.

2.6.7. Desarrollo del Backend

El backend del proyecto se desarrolló utilizando Visual Studio Code como entorno de desarrollo integrado (IDE), junto con Node.js y Express para la creación del servidor y la gestión de solicitudes. Node.js, una plataforma basada en JavaScript proporciona una arquitectura eficiente y escalable, mientras que Express, un framework minimalista para Node.js, facilita la creación de aplicaciones web robustas y rápidas. Estas herramientas, en conjunto, ofrecen una base sólida para la implementación del backend, permitiendo una interacción fluida con la base de datos y un manejo eficiente de las solicitudes del frontend.

TABLA 4
Configuración para el Backend.

Directorios/archivos	Descripción
Controllers	Contiene los controladores para manejar la lógica de negocio de las diferentes partes de la aplicación como <code>concepts.js</code> , <code>exercices.js</code> , <code>evaluacion.js</code> , <code>login.js</code> <code>users.js</code> . Cada archivo controlador define funciones específicas para las operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) en sus respectivas entidades.
Routes	Define las rutas de la API, como <code>rutas.js</code> , <code>authRoutes.js</code> , las cuales se encargan de dirigir las solicitudes HTTP a los controladores adecuados.
Middleware	Incluye middleware personalizados, como <code>checkAuth.js</code> , para manejar la autenticación y otras verificaciones antes de que las solicitudes lleguen a los controladores.
Config	Contiene archivos de configuración como <code>database.sql</code> y <code>db.js</code> que configuran la conexión con la base de datos PostgreSQL.
Uploads	Es un directorio para manejar las subidas de archivos, gestionando así cualquier archivo que los usuarios necesiten cargar en la aplicación.

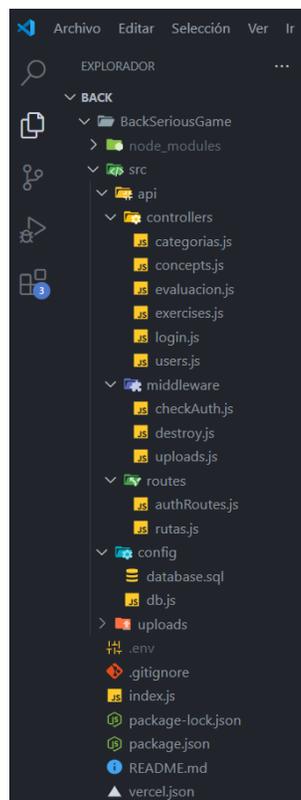
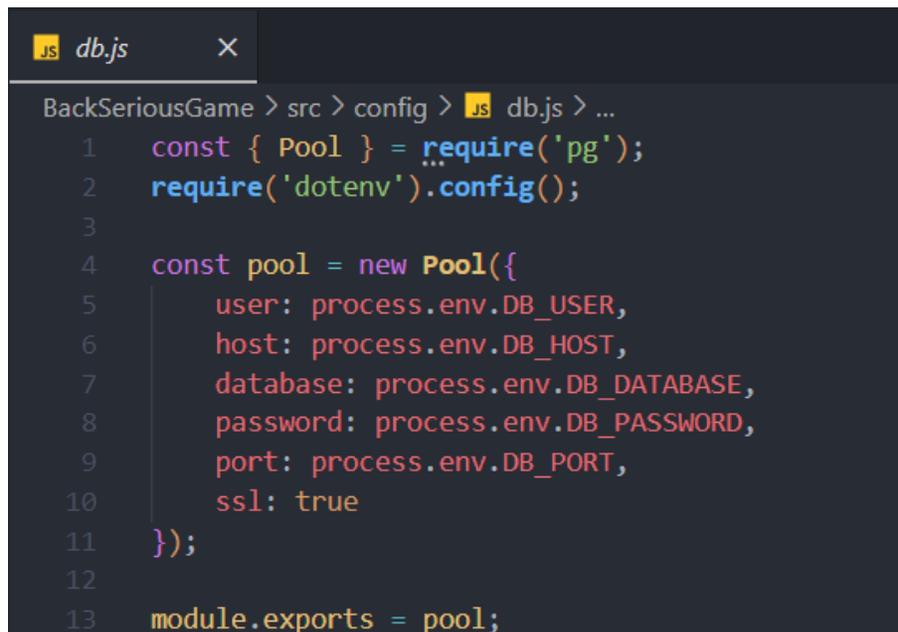


Figura 37: Estructura de los archivos.

Para la conexión a la base de datos, se utilizó el módulo `pg` de Node.js. La configuración se maneja a través de un archivo de configuración (`db.js`), utilizando variables de entorno para almacenar de manera segura las credenciales y detalles de la base de datos, como el usuario, host, nombre de la base de datos, contraseña y puerto. Este enfoque mejora la seguridad al evitar exponer información sensible en el código fuente y permite una fácil configuración y adaptación del entorno de desarrollo a diferentes entornos de despliegue.



```
JS db.js X
BackSeriousGame > src > config > JS db.js > ...
1  const { Pool } = require('pg');
2  require('dotenv').config();
3
4  const pool = new Pool({
5    user: process.env.DB_USER,
6    host: process.env.DB_HOST,
7    database: process.env.DB_DATABASE,
8    password: process.env.DB_PASSWORD,
9    port: process.env.DB_PORT,
10   ssl: true
11 });
12
13 module.exports = pool;
```

Figura 38: Conexión con la base de datos.

El backend se estructura en torno a la creación de múltiples endpoints para manejar diversas operaciones. Estos endpoints están organizados en diferentes archivos y directorios, y se gestionan mediante el framework Express de Node.js. La arquitectura sigue un patrón de controlador-ruta, donde las rutas definen en archivos de rutas y la lógica de negocio se implementa en controladores. A continuación, se describe de manera general cómo se estructuran los endpoints en el backend.

AuthRouter.js

Este archivo define rutas relacionadas con la autenticación de usuarios, incluyendo el registro, inicio de sesión, obtención del usuario autenticado y actualización de contraseña.

```
authRoutes.js X
BackSeriousGame > src > api > routes > authRoutes.js > ...
1  const express = require('express');
2  const authController = require('../controllers/login');
3  const authenticateToken = require('../middleware/checkAuth');
4  const router = express.Router();
5
6  // Rutas de autenticación
7  router.post('/signup', authenticateToken, authController.signup);
8  router.post('/login', authController.login);
9  router.get('/perfil', authenticateToken, authController.getProfile);
10 router.put('/update', authenticateToken, authController.updatePassword);
11
12 module.exports = router;
13
```

Figura 39: Autenticación de usuarios.

Rutas.js

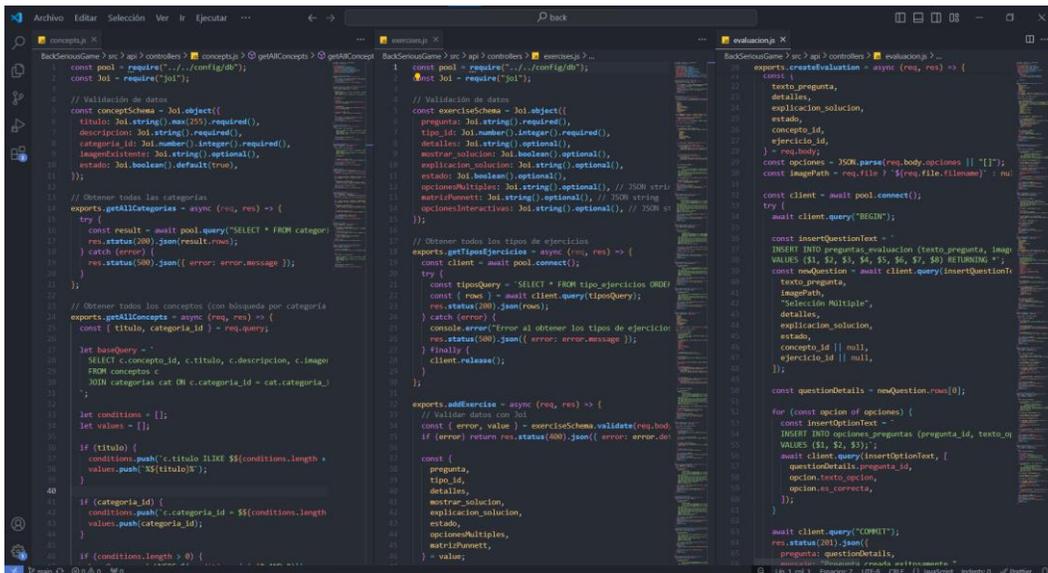
Este archivo centraliza la mayoría de las rutas de la API, incluyendo las rutas para manejar conceptos, ejercicios y evaluación. Aquí se definen los endpoints que permiten realizar operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) sobre estas entidades.

```
rutas.js X
BackSeriousGame > src > api > routes > rutas.js > ...
38 router.get('/tipos', exercisesController.getTiposEjercicios);
39 router.get('/buscarejercicios', exercisesController.searchExercisesByPregunta);
40 router.get('/ejercicios/activos', exercisesController.getActiveExercises);
41 router.get('/ejercicios/opcionmultiple-activos', exercisesController.getMultipleChoiceExercises);
42 router.get('/ejercicios/punnett-activos', exercisesController.getPunnettExercises);
43 router.get('/busqueda/tipo-ejercicio', exercisesController.getExercisesByType);
44 router.get('/busqueda/activos', exercisesController.getExercisesByState);
45
46 // Rutas para la evaluación
47 router.post('/preguntas', authenticateToken, uploads.single('imagen'), evaluationController.createEvaluation);
48 router.get('/preguntas/obtener', evaluationController.getAllQuestions);
49 router.get('/preguntas:preguntaId', evaluationController.getQuestionById);
50 router.put('/preguntas:preguntaId', authenticateToken, uploads.single('imagen'), evaluationController.updateQuestion);
51 router.delete('/preguntas:preguntaId', authenticateToken, destroy, evaluationController.deleteQuestion);
52 router.get('/search:query', evaluationController.searchQuestions);
53 router.get('/evaluaciones/activos', evaluationController.getEvaluationsByState);
54 router.get('/evaluaciones/preguntas:source', evaluationController.getQuestionsBySource);
55
56 // Rutas para operaciones CRUD de las categorías
57 router.get('/categorias', categoriasController.getAllCategories);
58 router.get('/categorias/:categoria_id', categoriasController.getCategoryById);
59 router.post('/categorias', authenticateToken, categoriasController.addCategory);
60 router.put('/categorias/:categoria_id', authenticateToken, categoriasController.updateCategory);
61 router.delete('/categorias/:categoria_id', authenticateToken, categoriasController.deleteCategory);
62
63 // Rutas para operaciones CRUD de los tipos de ejercicios
64 router.get('/tipo_ejercicios', categoriasController.getAllTiposEjercicios);
65 router.get('/tipo_ejercicios/:tipo_id', categoriasController.getTipoEjercicioById);
66 router.post('/tipo_ejercicios', authenticateToken, categoriasController.addTipoEjercicio);
67 router.put('/tipo_ejercicios/:tipo_id', authenticateToken, categoriasController.updateTipoEjercicio);
68 router.delete('/tipo_ejercicios/:tipo_id', authenticateToken, categoriasController.deleteTipoEjercicio);
69
70 module.exports = router;
```

Figura 40: Configuración de las API.

Endpoints

Se implementaron una serie de endpoints que permiten las acciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) para diferentes entidades del sistema. Estos endpoints se organizaron en varios archivos, cada uno especializado en una entidad particular. En total, se crearon 6 archivos, cada uno de estos archivos contiene una serie de endpoints que son esenciales para el correcto funcionamiento y creación de las API's. Aunque todos son fundamentales para el desarrollo de este proyecto, hay tres archivos que destacan: concepts.js, exercises.js, y evaluacion.js, ya que de ellos depende el funcionamiento correcto y adecuado del sistema.



```
const pool = require("../config/db");
const Joi = require("joi");

// Validación de datos
const conceptSchema = Joi.object({
  titulo: Joi.string().min(20).required(),
  descripcion: Joi.string().required(),
  categoria_id: Joi.number().integer().required(),
  imagen_url: Joi.string().optional(),
  estado: Joi.boolean().default(true),
});

// Obtener todas las categorías
exports.getAllCategorias = async (req, res) => {
  try {
    const result = await pool.query("SELECT * FROM categoria");
    res.status(200).json(result.rows);
  } catch (error) {
    res.status(500).json({ error: error.message });
  }
};

// Obtener todos los conceptos (con búsqueda por categoría)
exports.getAllConcepts = async (req, res) => {
  const { categoria_id } = req.query;
  let sqlQuery = "SELECT c.concepto_id, c.titulo, c.descripcion, c.imagen FROM conceptos c WHERE c.categoria_id = cat.categoria_id";

  let conditions = [];
  let values = [];

  if (titulo) {
    conditions.push(`c.titulo ILIKE ${conditions.length + values.push(`${titulo}`)}`);
  }

  if (categoria_id) {
    conditions.push(`c.categoria_id = ${conditions.length + values.push(categoria_id)}`);
  }

  if (conditions.length > 0) {
    sqlQuery += " AND " + conditions.join(" AND ");
  }

  const result = await pool.query(sqlQuery);
  res.status(200).json(result.rows);
};

// Validar datos con Joi
const (error, value) = exerciseSchema.validate(req.body);
if (error) return res.status(400).json({ error: error.message });

const { pregunta, tipo_id, detalles, explicacion_solucion, estado, mostrar_solucion, opcionesMultiples, matrizPuntaje, value } = req.body;

const insertQuestion = `
INSERT INTO preguntas.evaluacion (texto_pregunta, imagen, valores ($1, $2, $3, $4, $5, $6, $7, $8) RETURNING *;
const newQuestion = await client.query(insertQuestion);
const questionDetails = newQuestion.rows[0];

for (const option of options) {
  const insertOptionText = `
INSERT INTO opciones.preguntas (pregunta_id, texto_opcion, estado, concepto_id, ejercicio_id) VALUES ($1, $2, $3);
  await client.query(insertOptionText, [
    questionDetails.pregunta_id,
    option.texto_opcion,
    option.es_correcta,
    questionDetails.concepto_id,
    questionDetails.ejercicio_id
  ]);
}

await client.query("COMMIT");
res.status(201).json({
  pregunta: questionDetails,
  opciones: options
});
```

Figura 41: Endpoints para las acciones CRUD.

Los archivos concepts.js, exercises.js y evaluacion.js contienen los endpoints más cruciales del sistema, ya que gestionan las entidades principales del videojuego y del módulo de administración web. Estos archivos implementan endpoints que permiten realizar las operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) para conceptos, ejercicios y preguntas de evaluación. Utilizan validación de datos con Joi, consultas a la base de datos con PostgreSQL y gestionan archivos multimedia necesarios para el contenido del videojuego. La correcta implementación y funcionamiento de estos endpoints aseguran que la información cargada se vea reflejada

adecuadamente en el videojuego, garantizando una experiencia educativa y de administración óptima.

2.6.8. Iteración 1: Módulo de administración

En este módulo se gestionan los conceptos, ejercicios y preguntas de evaluación que se reflejan en el juego, con el consumo de esta información a través de API's. Este administrador web incluye dos roles: administrador y docente. El rol de administrador tiene acceso completo a todas las funcionalidades, incluyendo la gestión de perfiles, la adición de usuarios, el control administrativo de usuarios, la administración de categorías, y la gestión de conceptos, ejercicios y evaluaciones. Por otro lado, el rol de docente tiene acceso limitado, pudiendo gestionar únicamente su perfil y administrar los conceptos, ejercicios y evaluaciones.

Para el desarrollo del frontend del módulo de administración web, se utilizaron diversas herramientas y bibliotecas que facilitan la creación de interfaces de usuario modernas y funcionales. Entre las principales herramientas utilizadas se encuentran:

TABLA 5
Configuración para el Frontend.

Herramientas	Descripción
React	Es el núcleo del desarrollo frontend, una biblioteca de JavaScript para construir interfaces de usuario interactivas y dinámicas mediante componentes reutilizables, permitiendo una gestión eficiente del DOM y facilita el desarrollo de aplicaciones web modernas y escalables.
React-Bootstrap	Para el diseño y la implementación de componentes de interfaz de usuario responsivos y estilizados. React-Bootstrap integra los componentes de Bootstrap con React, permitiendo el uso de una amplia variedad de estilos y componentes preconstruidos que facilitan el desarrollo rápido y consistente de la interfaz de usuario.
Axios	Utilizado para hacer solicitudes HTTP hacia las API's del backend, facilitando la comunicación y el intercambio de datos, por tanto, es una biblioteca basada en promesas que permite realizar peticiones asíncronas, manejar respuestas y errores de manera eficiente, y simplificar la interacción con servicios RESTful.

React Router DOM	Para la gestión de rutas dentro de la aplicación, permitiendo la navegación entre diferentes vistas y componentes. React Router DOM facilita la creación de rutas dinámicas y anidadas, la gestión del historial de navegación y la implementación de navegación declarativa en aplicaciones de una sola página (SPA).
React Icons	Para la incorporación de íconos en la interfaz de usuario esta biblioteca proporciona una amplia variedad de íconos listos para usar que pueden ser fácilmente integrados en los componentes de React, mejorando la estética y la usabilidad de la aplicación.
React Toastify	Para la implementación de notificaciones y alertas dentro de la aplicación. React Toastify permite mostrar mensajes de notificación estilizados y configurables, proporcionando una manera amigable de informar a los usuarios sobre el estado de sus acciones y eventos dentro de la aplicación.

Por lo tanto, este conjunto de herramientas y bibliotecas permite crear una aplicación web robusta, escalable y fácil de mantener, proporcionando una experiencia de usuario fluida y eficiente para los docentes y administradores que gestionan el contenido del videojuego educativo.

Planificación

A continuación, en la TABLA 6 se detallan todas las actividades identificadas para el desarrollo de la primera iteración.

TABLA 6
Planificación de la Iteración 6.

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
19	Diseño y Creación del Entorno Virtual	20	
19.1	Esbozar el mapa del entorno, incluyendo las opciones de ejercicios a realizar.	20	AG
20	Implementación del Módulo de administración	80	
20.1	Programación del menú de opciones	40	AD
20.2	Programación de las opciones de administración	40	AD
21	Pruebas y Ajustes del Modo de Juego	20	
21.1	Realizar pruebas para identificar problemas en la mecánica de recolección y obstáculos.	5	VB

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
21.2	Realizar ajustes mejorando la experiencia de usuario.	15	VB

Desarrollo de características

Diseño gráfico

A continuación, en la TABLA 7 se describen las actividades ejecutadas por el diseñador gráfico.

TABLA 7
Actividades del diseñador gráfico.

Paso	Procedimiento
1	Esbozar el mapa del entorno, incluyendo laboratorios y zonas de resolución de ejercicios.
5	Desarrollar iconos y visuales representativos del contenido educativo.

Programador

A continuación, en la TABLA 8 se describen las actividades ejecutadas por el desarrollador del proyecto.

TABLA 8
Actividades del desarrollador.

Paso	Procedimiento
1	Desarrollar la estructura de la base de datos para almacenar información relacionada con el contenido del juego, los usuarios y las configuraciones.
2	Programar las funcionalidades para la creación y edición de contenido del juego desde el panel de administración.
3	Integrar la interfaz de usuario diseñada por el diseñador gráfico con la lógica de backend.
4	Realizar pruebas de juego para identificar problemas en la mecánica de recolección y obstáculos.

Seguimiento de la planificación

La Figura 42 permite identificar las diferencias de tiempo entre lo planificado y lo ejecutado; sin embargo, a pesar de dichas diferencias toda la iteración se ejecutó en el tiempo planificado.

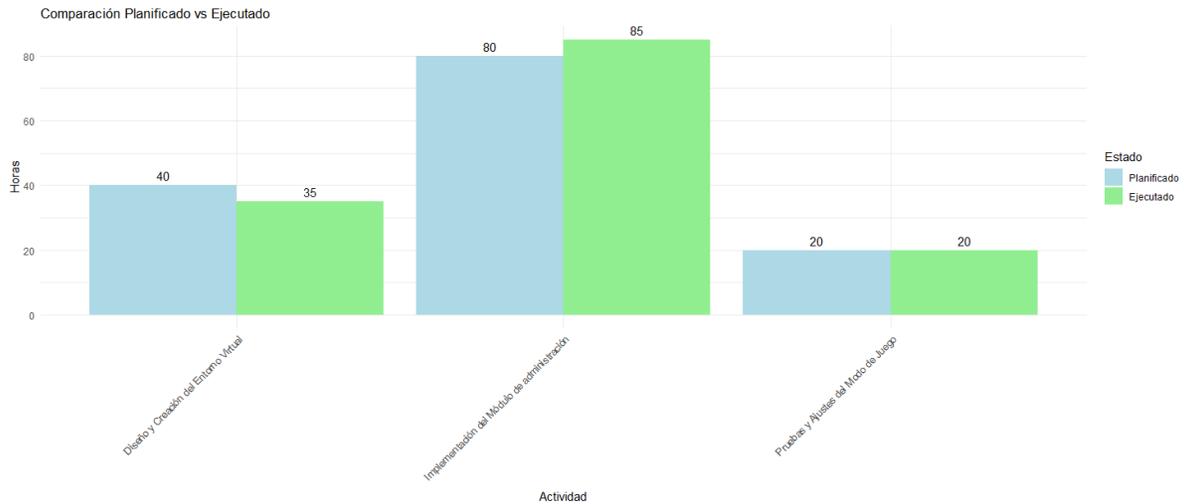


Figura 42: Seguimiento a la planificación de la Iteración 5.

Resultados de la iteración

Así también, a continuación, se detallan todas las funcionalidades implementadas en el módulo de administración. La Figura 43 permite a los usuarios autenticarse en el sistema utilizando sus correo electrónico y contraseña para acceder al sistema.

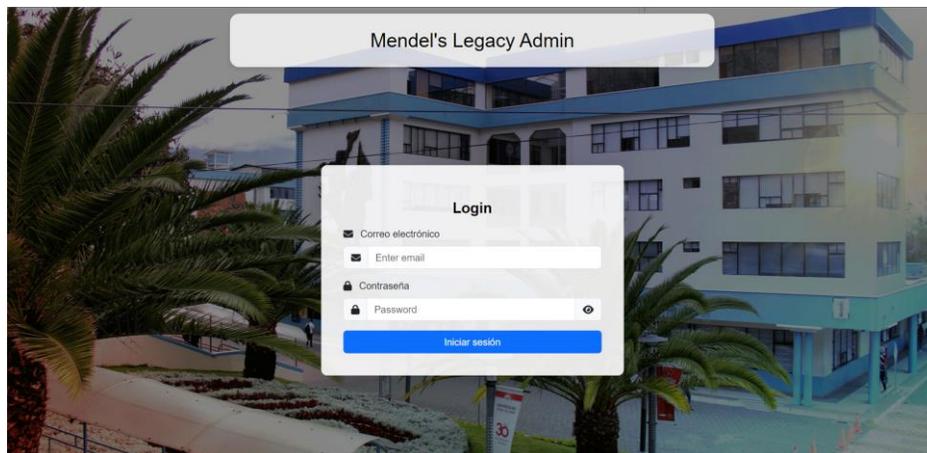


Figura 43: Login de ingreso.

La Figura 44 muestra la página principal del módulo de administración web, donde se puede acceder a las principales secciones de gestión. El panel está dividido en tres secciones principales: Gestión de Conceptos, Gestión de Ejercicios y Gestión de Evaluaciones, cada una con un botón para administrar los respectivos contenidos. Además, hay una barra de navegación lateral que permite acceder a diferentes opciones, dependiendo del rol que desempeñe el usuario.



Figura 44: Página principal.

La Figura 45 muestra la página de perfil de usuario dentro del módulo de administración web. Aquí, el usuario puede ver su nombre, correo electrónico, rol dentro del sistema y la fecha de registro. Además, se proporciona un botón para actualizar la contraseña. Se complementa con una barra de navegación lateral que facilita el acceso a otras secciones del módulo.



Figura 45: Función para ver el perfil del usuario registrado.

La Figura 46 muestra la página para agregar un nuevo usuario, solo los usuarios con el rol de administrador pueden acceder a esta función. Aquí, el administrador puede ingresar el nombre, correo electrónico, contraseña y seleccionar el rol del nuevo usuario.

The screenshot shows a web application interface for 'Mendel Genetics Game - UTN'. On the left is a dark sidebar with navigation options: 'Página Principal', 'Perfil', 'Agregar Nuevo Usuario', 'Usuarios', 'Agregar Categorías', 'Conceptos', 'Ejercicios', and 'Evaluación'. The main content area features a futuristic, blue-toned background with a central modal window titled 'Agregar Nuevo Usuario'. This modal contains the following fields: 'Nombre' (with a placeholder 'Ingresa el nombre'), 'Email' (with 'kevilalval@utn.edu.ec'), 'Contraseña' (with '*****'), and 'Rol' (with a dropdown menu 'Selecciona un rol'). A blue 'Agregar Usuario' button is at the bottom of the modal. The top right corner of the page shows 'Usuario: Klever Villalva' and a 'Cerrar Sesión' link.

Figura 46: Función para agregar un nuevo usuario.

La Figura 47 Esta imagen muestra la página de administración de usuarios. Aquí, el administrador puede ver una lista de todos los usuarios registrados, junto con su nombre, correo electrónico, rol y fecha de registro. Además, dispone de opciones para editar o eliminar usuarios existentes, así como para agregar nuevos usuarios.

The screenshot shows the 'Administración de Usuarios' page. It features a search bar 'Buscar por nombre' and a dropdown 'Seleccionar rol'. A table lists registered users with columns for '#', 'Nombre', 'Email', 'Rol', 'Fecha de Registro', and 'Acciones'. The table contains three rows of data. A '+ Agregar Usuario' button is located in the top right corner of the table area. The sidebar and top navigation are consistent with the previous screenshot.

#	Nombre	Email	Rol	Fecha de Registro	Acciones
1	Alexander Guevara	aguevera@utn.edu.ec	docente	28/5/2024	[Editar] [Eliminar]
2	Janeth López	janeth@utn.edu.ec	docente	4/6/2024	[Editar] [Eliminar]
3	Klever Villalva	kevilalval@utn.edu.ec	administrador	17/5/2024	[Editar] [Eliminar]

Figura 47: Función para ver los usuarios registrados.

La Figura 48 muestra la página de gestión de categorías y tipos de ejercicios. En la sección de la izquierda, los administradores pueden ver, editar y eliminar las diferentes categorías de conceptos, así como agregar nuevas categorías. En la sección de la derecha, se gestionan los

tipos de ejercicios, con opciones para agregar, editar y eliminar los diferentes tipos disponibles. Esta funcionalidad permite una mejor organización y clasificación de los contenidos que se utilizarán en el Serious Game.

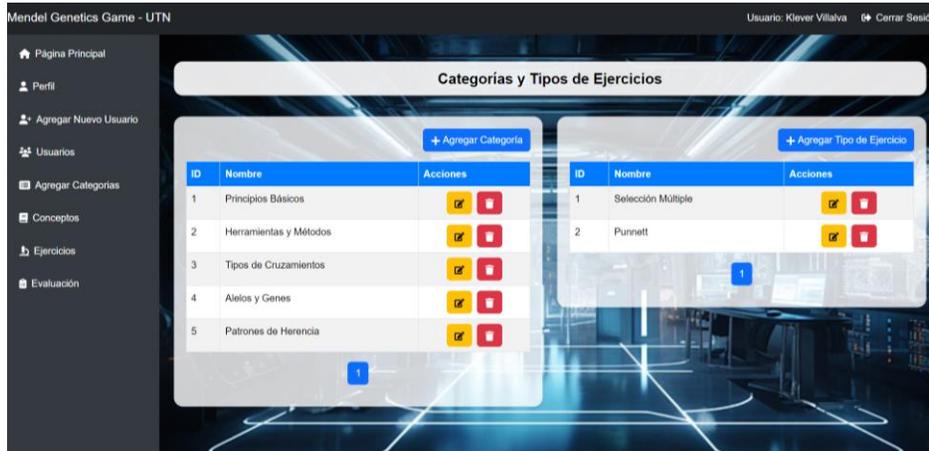


Figura 48: Función para agregar categorías.

La Figura 49 muestra el Panel de Administración de Conceptos, accesible tanto para administradores como para docentes con permisos asignados. En esta página, los usuarios tienen la capacidad de gestionar conceptos clave del juego, con opciones de búsqueda por título, categoría y estado. Las acciones disponibles permiten agregar, editar y eliminar conceptos. Además, con la acción que permite la adición de preguntas de evaluación relacionadas con cada concepto, permitiendo la asociación de evaluaciones específicas con los temas correspondientes.

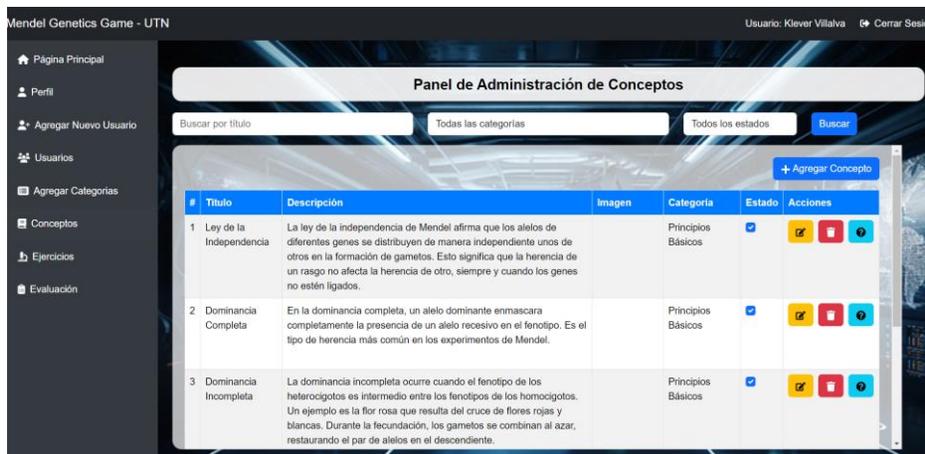


Figura 49: Función para agregar conceptos.

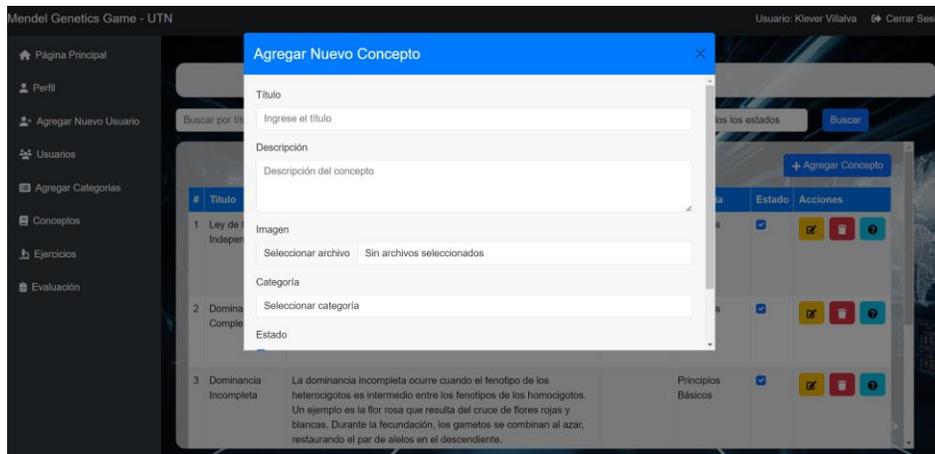


Figura 50: Función para agregar conceptos nuevos.

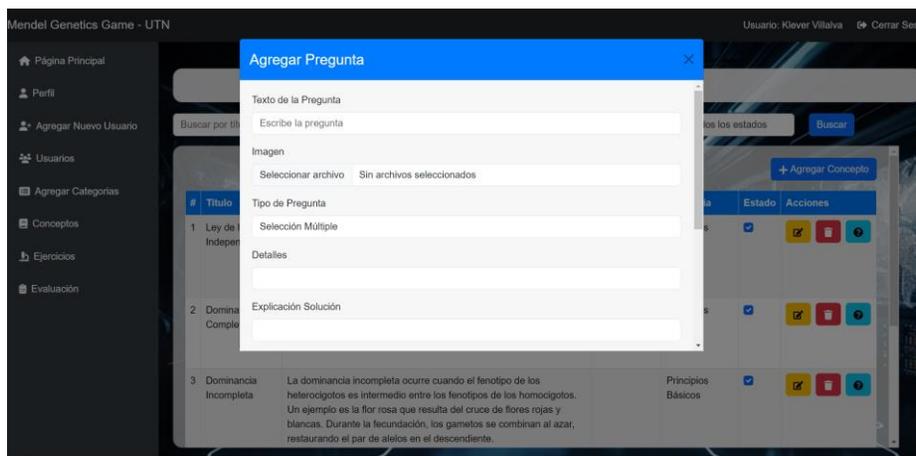


Figura 51: Función para agregar las preguntas asociadas a ese concepto para la evaluación.

Esta imagen muestra el Panel de Administración de Ejercicios, que permite tanto a administradores como a docentes con permisos asignados gestionar los ejercicios que se utilizarán en el Serious Game. En este panel, los usuarios pueden buscar ejercicios por pregunta, tipo y estado. Las acciones disponibles incluyen agregar, editar y eliminar ejercicios. Además, con la acción que permite la adición de preguntas de evaluación relacionadas con cada ejercicio se logra la asociación de evaluaciones específicas con los temas correspondientes. En el panel se pueden gestionar dos tipos de ejercicios: selección múltiple y Punnett, cada uno con su propia estructura y requisitos. La imagen superior muestra ejemplos de ejercicios de selección múltiple, mientras que la imagen inferior destaca ejercicios de Punnett, los cuales permiten la interactividad

con la tabla de Punnett para seleccionar las respuestas correctas, mejorando así la interactividad y la efectividad del videojuego educativo.



Figura 52: Función para agregar ejercicios.

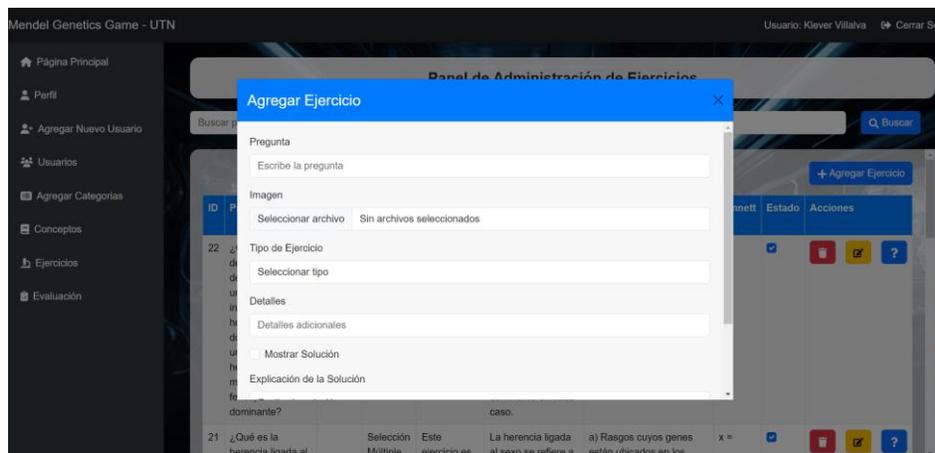


Figura 53: Función para agregar ejercicios.

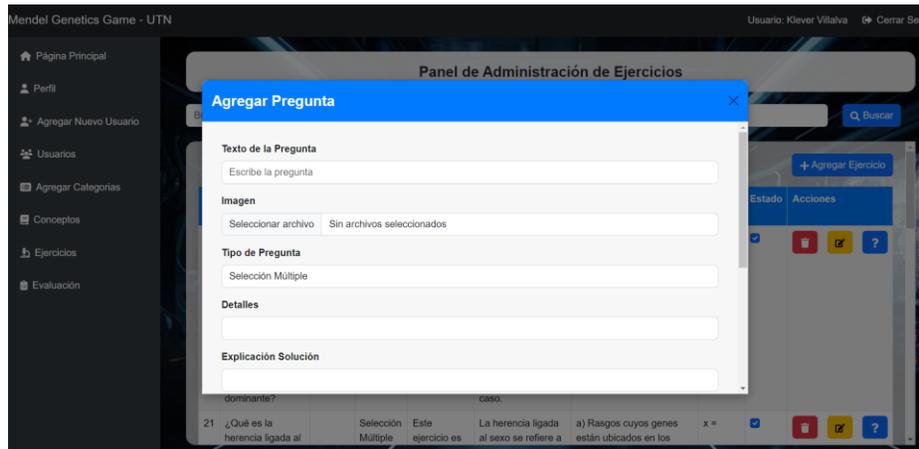


Figura 54: Función para agregar preguntas.

En la Figura 55, los usuarios pueden gestionar las preguntas de evaluación del videojuego educativo, buscando por criterios como el tipo de pregunta, el estado y el concepto asociado. Las acciones disponibles incluyen agregar, editar y eliminar preguntas de evaluación, asegurando que cada una esté correctamente asociada a un concepto o ejercicio específico. Esto permite una gestión eficiente y precisa de las evaluaciones, contribuyendo a una evaluación integral del conocimiento de los estudiantes en el juego educativo.

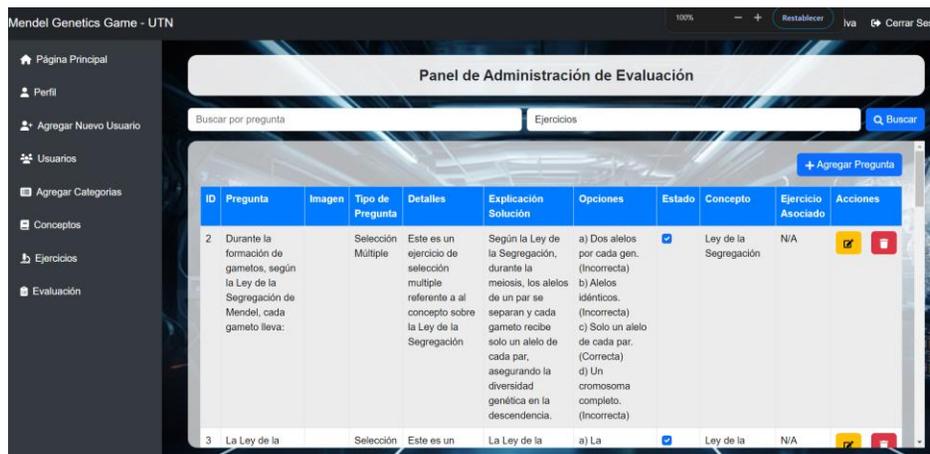


Figura 55: Función para evaluación.

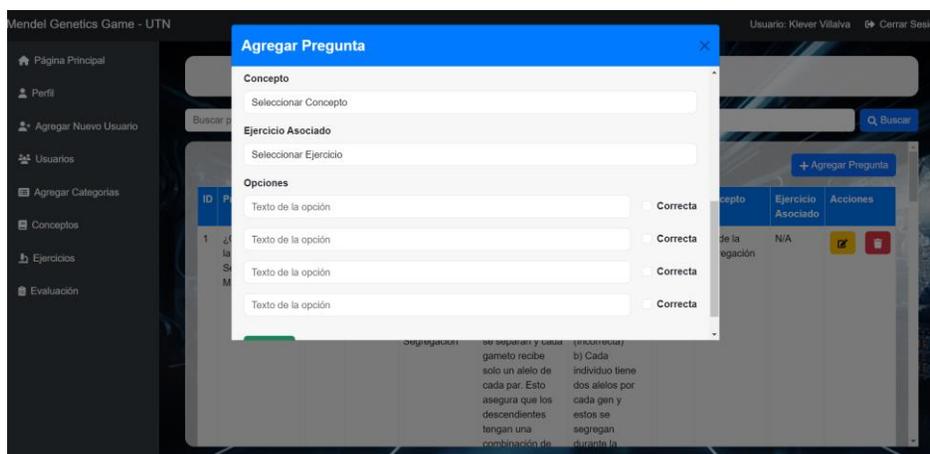


Figura 56: Función para agregar preguntas.

2.6.9. Iteración 2: Ingreso al juego y menú de ajustes

La programación de la página principal del Serious Game es un componente esencial que actúa como el punto de entrada y el hub central para los usuarios. Este módulo no solo ofrece una interfaz intuitiva y atractiva para los jugadores, sino que también integra diversas funcionalidades clave, como el acceso al juego, la configuración de ajustes, y la gestión de perfiles de usuario. En esta sección, se detalla el proceso de programación de la página principal, incluyendo la implementación de la lógica de navegación, la integración de elementos (visuales y multimedia) y el menú de ajustes del videojuego. El objetivo es crear una experiencia fluida y coherente que facilite el acceso a todas las características del Serious Game, garantizando al mismo tiempo la seguridad y la eficiencia del sistema.

Planificación

A continuación, en la TABLA 9 se detallan todas las actividades identificadas para el desarrollo de la primera iteración.

TABLA 9
Planificación de la Iteración 1.

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
1.	Desarrollo del Frontend	40	
1.1	Implementación de la Interfaz de Usuario	20	AG / AD
1.2	Integración de Elementos Multimedia	10	AG / AD
1.3	Implementación de Navegación y Menús	10	AG / AD
2	Desarrollo del Backend	40	
2.1	Implementación de la Lógica del Servidor	20	AD
2.2	Conexión con la Base de Datos	10	AD
2.3	Pruebas de Integración	10	AD

Desarrollo de características

Diseño gráfico

A continuación, en la TABLA 10 se describen las actividades ejecutadas por el diseñador gráfico.

TABLA 10
Actividades del diseñador gráfico.

Paso	Procedimiento
1	Creación de Wireframes y Mockups
2	Diseño de la Interfaz de Usuario (UI)
3	Elaboración de Elementos Multimedia
4	Diseño de la Experiencia de Usuario (UX)
5	Creación de Prototipos Interactivos

Programador

A continuación, en la TABLA 11 se describen las actividades ejecutadas por el desarrollador del proyecto.

TABLA 11
Actividades del desarrollador.

Paso	Procedimiento
1	Convertir los diseños del diseñador gráfico en código HTML, CSS y JavaScript utilizando el framework seleccionado.
2	Implementar la navegación entre diferentes secciones de la página principal y el resto del juego.
3	Optimizar el código y los recursos de la página principal para asegurar tiempos de carga rápidos y un rendimiento eficiente.
4	Realizar pruebas exhaustivas para identificar y corregir errores en la funcionalidad y la interfaz de usuario.

Seguimiento de la planificación

La Figura 57 permite identificar las diferencias de tiempo entre lo planificado y lo ejecutado; sin embargo, a pesar de dichas diferencias toda la iteración se ejecutó en el tiempo planificado.

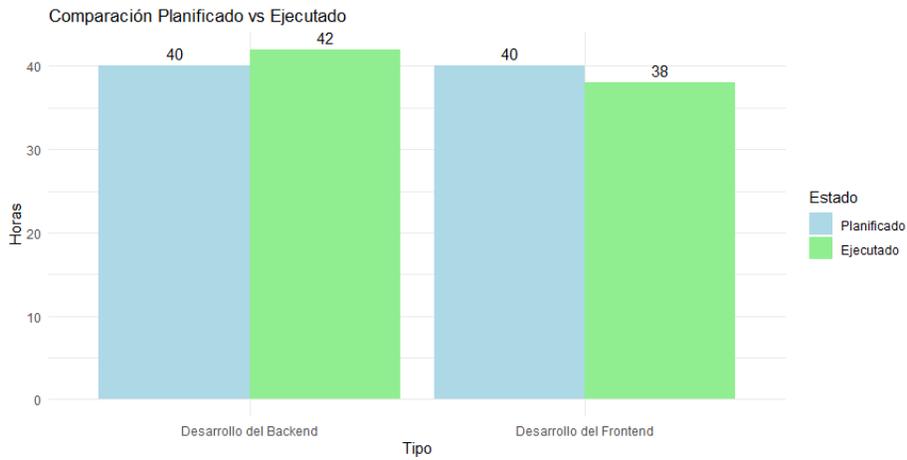


Figura 57: Seguimiento a la planificación de la Iteración 1.

Resultados de la iteración

La Figura 58, Figura 59 y Figura 60 muestran los resultados del desarrollo de la primera iteración.

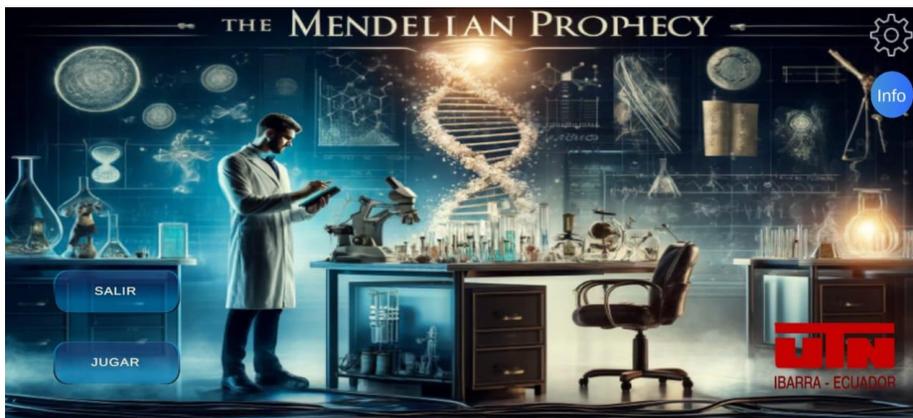


Figura 58: Pantalla de ingreso al juego.

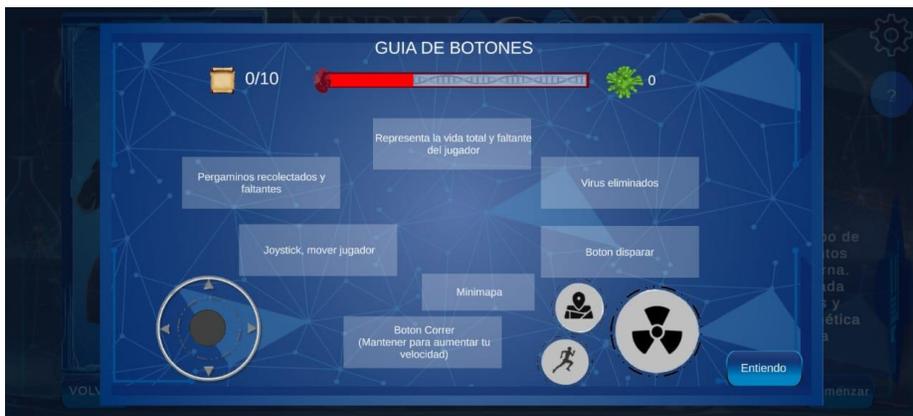


Figura 59: Guía de botones.



Figura 60: Menú de opciones.

2.6.10. Iteración 3: Elección de personaje y modos de juego

En esta iteración, se buscó desarrollar una interfaz intuitiva y atractiva que permita a los jugadores elegir el personaje con el que desean jugar y seleccionar el modo de juego que mejor se adapte a sus preferencias y objetivos de aprendizaje. La implementación de esta página implicó la integración de elementos visuales y de navegación que faciliten la interacción del usuario.

Planificación

A continuación, en la TABLA 12 se detallan todas las actividades identificadas para el desarrollo de la segunda iteración.

TABLA 12
Planificación de la Iteración 2.

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
3	Diseño de la Interfaz de Selección de Personaje	10	
3.1	Diseño de Mockups Iniciales	4	AG
3.2	Desarrollo de Prototipos Interactivos	4	AG
3.3	Revisión y Ajustes	2	AG
4	Implementación de la Interfaz de Selección de Personaje	20	
4.1	Desarrollo Frontend	10	AD
4.2	Implementación de la lógica de selección	5	AD

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
4.3	Pruebas de responsividad (ajuste a los diferentes tamaños de pantalla de los dispositivos móviles)	5	AD
5	Diseño de la Interfaz del Modo de Juego	10	
5.1	Diseño de Mockups Iniciales		AG
5.2	Desarrollo de Prototipos Interactivos		AG
5.3	Revisión y Ajustes		AG
6	Implementación de la Interfaz de modo de juego	20	
6.1	Desarrollo Frontend	10	AD
6.2	Implementación de la lógica de selección de las opciones de juego	5	AD
6.3	Pruebas de responsividad (ajuste a los diferentes tamaños de pantalla de los dispositivos móviles)	5	AD
7	Integración y Pruebas de Usabilidad	10	
7.1	Integración de Componentes	5	VB
7.2	Pruebas de funcionamiento	5	VB

Desarrollo de características

Diseño gráfico

A continuación, en la TABLA 13 se describen las actividades ejecutadas por el diseñador gráfico.

TABLA 13
Actividades del diseñador gráfico.

Paso	Procedimiento
1	Desarrollo de prototipos interactivos para simular la experiencia del usuario.
2	Creación de imágenes y animaciones para cada personaje.
3	Diseño de los botones y controles interactivos.
4	Desarrollo de iconos y elementos gráficos necesarios para la interfaz.
5	Colaboración con el equipo de desarrollo para la integración de elementos visuales en la interfaz.

Programador

A continuación, en la TABLA 14 se describen las actividades ejecutadas por el desarrollador del proyecto.

TABLA 14
Actividades del desarrollador.

Paso	Procedimiento
1	Integración de elementos visuales proporcionados por el diseñador gráfico.
2	Implementación de la lógica para seleccionar personajes y cargar sus características.
3	Desarrollo de la interfaz del menú de ajustes en las herramientas de desarrollo seleccionadas.
4	Implementación de controles de deslizamiento para configuraciones de sensibilidad y audio.
5	Implementación de la lógica para seleccionar y cargar los diferentes modos de juego.
6	Realización de sesiones de pruebas de funcionamiento

Seguimiento de la planificación

La Figura 61 permite identificar las diferencias de tiempo entre lo planificado y lo ejecutado; sin embargo, a pesar de dichas diferencias toda la iteración se ejecutó en el tiempo planificado.

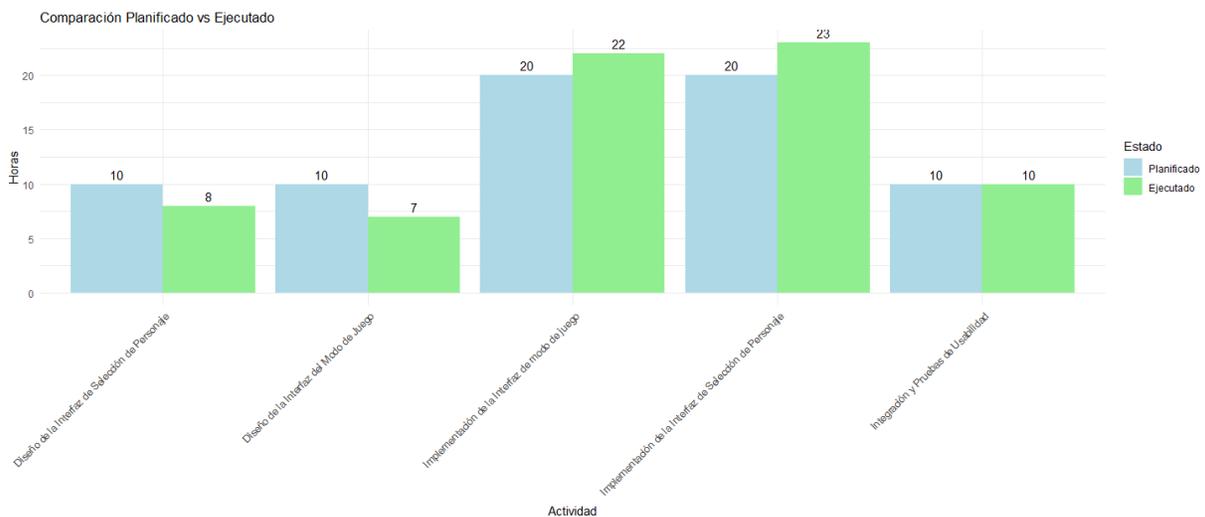


Figura 61: Seguimiento a la planificación de la Iteración 2.

Resultados de la iteración

La Figura 62 y Figura 63 muestran los resultados del desarrollo de la segunda iteración.

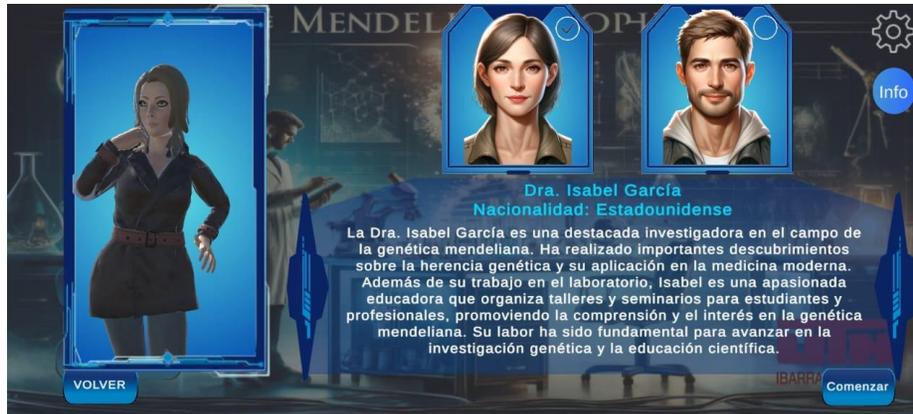


Figura 62: Pantalla para la selección del personaje.



Figura 63: Pantalla para la selección del modo de juego.

Antes de comenzar cualquier nivel se muestra un mensaje indicando de que trata el nivel y brinda algunas recomendaciones.



Figura 64: Instrucciones para el inicio de cada juego.

2.6.11. Iteración 4: Modo de conceptos y recolección d pergaminos

La programación de esta iteración requirió de un enfoque detallado y estructurado para garantizar una experiencia educativa y entretenida para los estudiantes de Biotecnología; en este modo, los jugadores deben explorar un entorno virtual, recolectar pergaminos dispersos que contienen información relevante sobre genética mendeliana y superar obstáculos representados por virus. La implementación de este módulo no solo implicó la creación de una mecánica de juego atractiva y desafiante, sino también la integración de contenidos educativos que refuercen el aprendizaje de los conceptos genéticos.

Planificación

A continuación, en la TABLA 15 se detallan todas las actividades identificadas para el desarrollo de la tercera iteración.

TABLA 15
Planificación de la Iteración 1.

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
8	Diseño y Creación del Entorno Virtual	40	
8.1	Esbozar el mapa del entorno, incluyendo laboratorios y zonas de recolección de pergaminos.	20	AG
8.2	Crear modelos 3D de los escenarios, asegurando que sean visualmente atractivos y educativos.	10	AG
8.3	Implementar texturas y elementos visuales detallados para enriquecer el entorno.	10	AD
9	Desarrollo de la Mecánica de Recolección de Pergaminos	68	
9.1	Programar la lógica de recolección de pergaminos, incluyendo la detección de colisiones.	40	AD
9.2	Crear e integrar animaciones para la interacción del personaje con los pergaminos.	8	AD
9.3	Desarrollar un sistema de seguimiento de progreso que registre los pergaminos recolectados.	20	AD
10	Implementación de Obstáculos y Enemigos	70	
10.1	Diseñar y modelar los virus u otros obstáculos que dificulten la recolección de pergaminos.	10	AG

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
10.2	Programar la inteligencia artificial (IA) básica para los enemigos, incluyendo sus patrones de movimiento y ataque.	20	AG
10.3	Integrar la lógica de combate y evasión, permitiendo al jugador enfrentarse a los virus.	40	AD
11	Pruebas y Ajustes del Modo de Juego	20	
11.1	Realizar pruebas de juego para identificar problemas en la mecánica de recolección y obstáculos.	5	VB
11.2	Realizar ajustes mejorando la experiencia de usuario y la integración de contenidos educativos.	15	VB

Desarrollo de características

Diseño gráfico

A continuación, en la TABLA 16 se describen las actividades ejecutadas por el diseñador gráfico.

TABLA 16
Actividades del diseñador gráfico.

Paso	Procedimiento
1	Esbozar el mapa del entorno, incluyendo laboratorios y zonas de recolección de pergaminos.
2	Crear modelos 3D de los escenarios, asegurando que sean visualmente atractivos y educativos.
3	Implementar texturas y elementos visuales detallados para enriquecer el entorno.
4	Diseñar y modelar los virus u otros obstáculos que dificulten la recolección de pergaminos.
5	Desarrollar iconos y visuales representativos del contenido educativo.

Programador

A continuación, en la TABLA 17 se describen las actividades ejecutadas por el desarrollador del proyecto.

TABLA 17
Actividades del desarrollador.

Paso	Procedimiento
1	Integrar los modelos 3D creados por el diseñador gráfico en el motor del juego.
2	Implementar la lógica de navegación en el entorno, asegurando una experiencia de usuario fluida.
3	Programar la interacción entre el personaje y los elementos del entorno.
4	Asegurar la correcta visualización del contenido educativo al recolectar cada pergamino.
5	Realizar pruebas de juego para identificar problemas en la mecánica de recolección y obstáculos.

Seguimiento de la planificación

La Figura 65 permite identificar las diferencias de tiempo entre lo planificado y lo ejecutado; sin embargo, a pesar de dichas diferencias toda la iteración se ejecutó en el tiempo planificado.

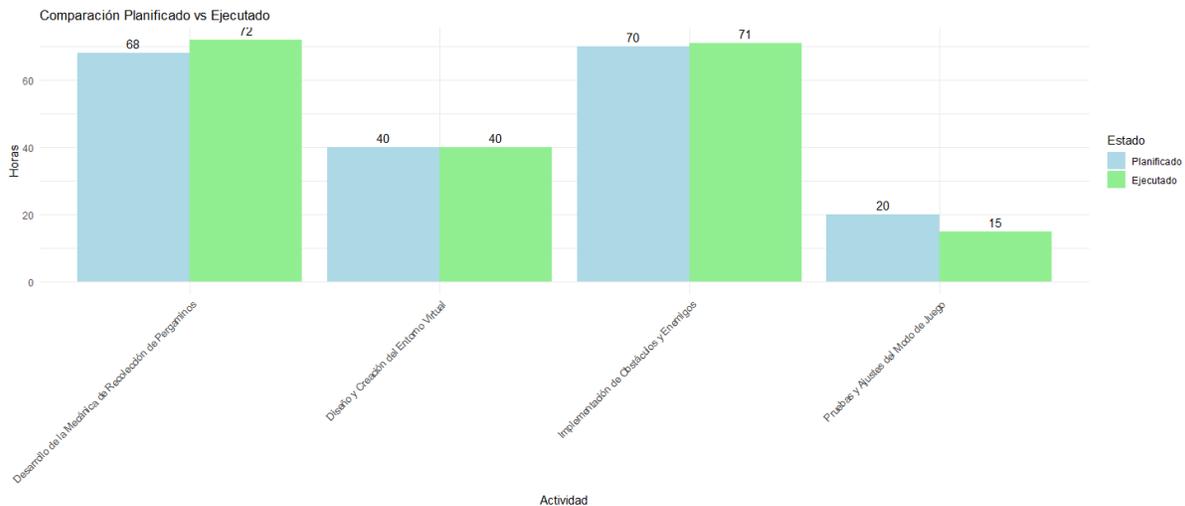


Figura 65: Seguimiento a la planificación de la Iteración 3.

Resultados de la iteración

La Figura 66 y Figura 68 muestran los resultados del desarrollo de la segunda iteración.



Figura 66: Modo de conceptos.

También en el costado tenemos un botón con un signo de pregunta el cual abre un panel donde nos da información sobre ese nivel y cuál es nuestro objetivo). Al darle click en el botón con signo de pregunta.

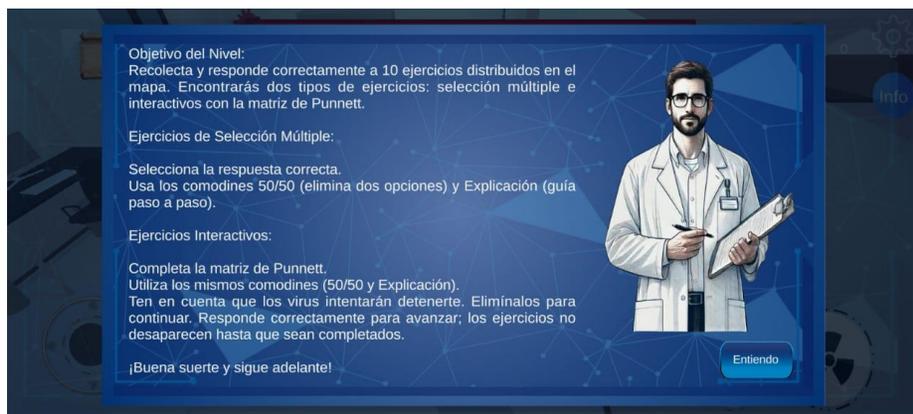


Figura 67: Información sobre el nivel y objetivo.

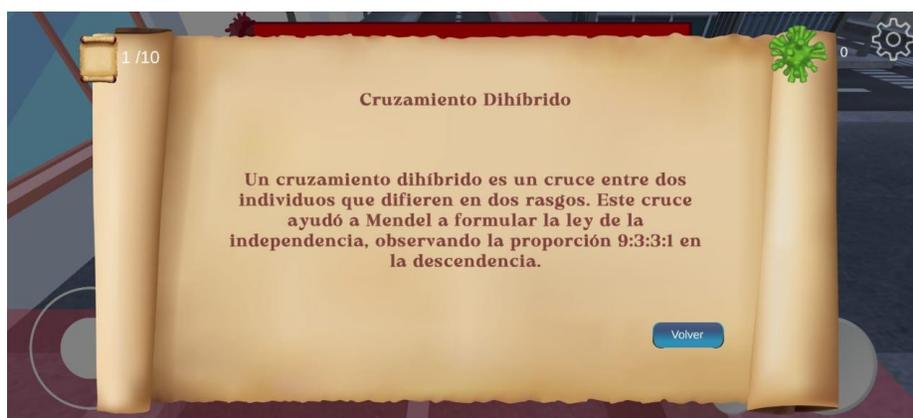


Figura 68: Modo de recolección de pergaminos.



Figura 69: Modo de recolección de pergaminos.



Figura 70: Mapa de configuraciones.

2.6.12. Iteración 5: Modo de ejercicios

Esta iteración se enfocó en diseñar y desarrollar actividades que permitan a los estudiantes aplicar y reforzar los conocimientos adquiridos sobre genética mendeliana a través de la interacción lúdica. Mediante la implementación de diversos tipos de ejercicios el juego busca medir y fortalecer la comprensión de los conceptos. Este enfoque no solo facilita identificar el progreso de los estudiantes, sino que también proporciona una experiencia educativa dinámica y atractiva, alineada con los objetivos pedagógicos del juego.

Planificación

A continuación, en la TABLA 18 se detallan todas las actividades identificadas para el desarrollo de la primera iteración.

TABLA 18
Planificación de la Iteración 4.

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
12	Diseño y Creación del Entorno Virtual	40	
12.1	Esbozar el mapa del entorno, incluyendo las opciones de ejercicios a realizar.	20	AG
12.2	Crear modelos 3D de los escenarios, asegurando que sean visualmente atractivos y educativos.	10	AG
12.3	Implementar texturas y elementos visuales detallados para enriquecer el entorno.	10	AD
13	Desarrollo de Ejercicios Interactivos	110	
13.1	Selección de actividades interactivas a realizar	20	AD
13.2	Implementación de drag and drop	20	AD
13.3	Programación de la lógica de verificación	40	AD
13.4	Integración de Comodines	10	AD
13.5	Programación de Registro de Progreso	20	AD
14	Pruebas y Ajustes del Modo de Juego	20	
14.1	Realizar pruebas de juego para identificar problemas en la mecánica de recolección y obstáculos.	5	VB
14.2	Realizar ajustes mejorando la experiencia de usuario y la integración de contenidos educativos.	15	VB

Desarrollo de características

Diseño gráfico

A continuación, en la TABLA 19 se describen las actividades ejecutadas por el diseñador gráfico.

TABLA 19
Actividades del diseñador gráfico.

Paso	Procedimiento
1	Esbozar el mapa del entorno, incluyendo laboratorios y zonas de resolución de ejercicios.
2	Crear modelos 3D de los escenarios, asegurando que sean visualmente atractivos y educativos.
3	Implementar texturas y elementos visuales detallados para enriquecer el entorno.
4	Desarrollar iconos y visuales representativos del contenido educativo.

Programador

A continuación, en la TABLA 20 se describen las actividades ejecutadas por el desarrollador del proyecto.

TABLA 20
Actividades del desarrollador.

Paso	Procedimiento
1	Integración de los elementos gráficos diseñados por el diseñador gráfico.
2	Desarrollo de scripts para manejar la interactividad de los botones y controles.
3	Implementación de menús de configuración y opciones.
4	Programación de funcionalidades de ajuste de sonido, sensibilidad y otros parámetros.
5	Realizar pruebas de juego para identificar problemas en la mecánica de recolección y obstáculos.

Seguimiento de la planificación

La Figura 71 permite identificar las diferencias de tiempo entre lo planificado y lo ejecutado; sin embargo, a pesar de dichas diferencias toda la iteración se ejecutó en el tiempo planificado.

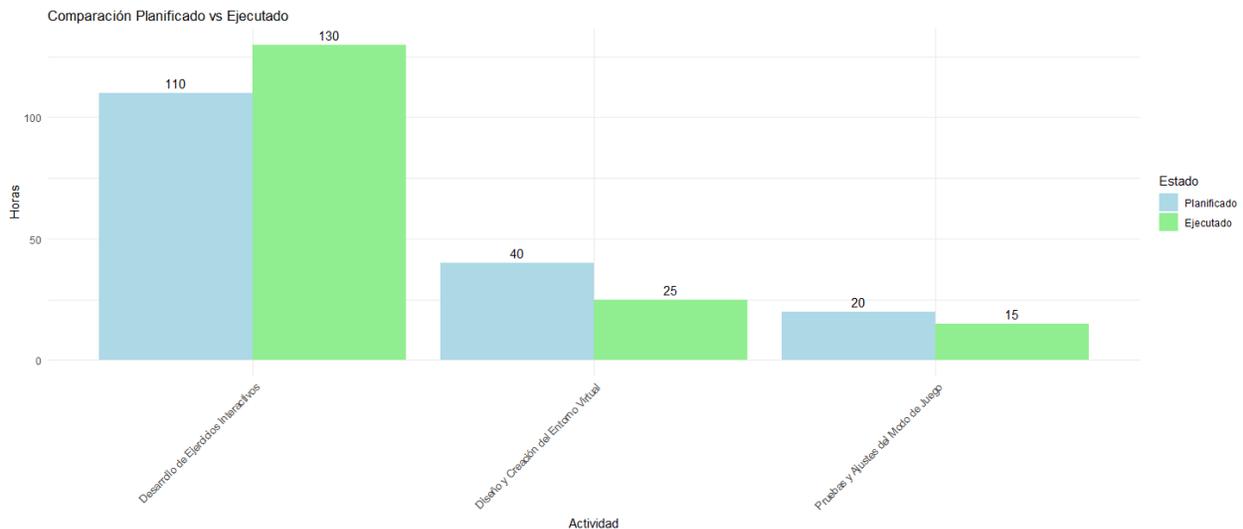


Figura 71: Seguimiento a la planificación de la Iteración 4.

Resultados de la iteración

Las siguientes figuras muestran los resultados del desarrollo de la segunda iteración.



Figura 72: Modo de ejercicios.



Figura 73: Visualización del mapa.



Figura 74: Menú de ajustes.

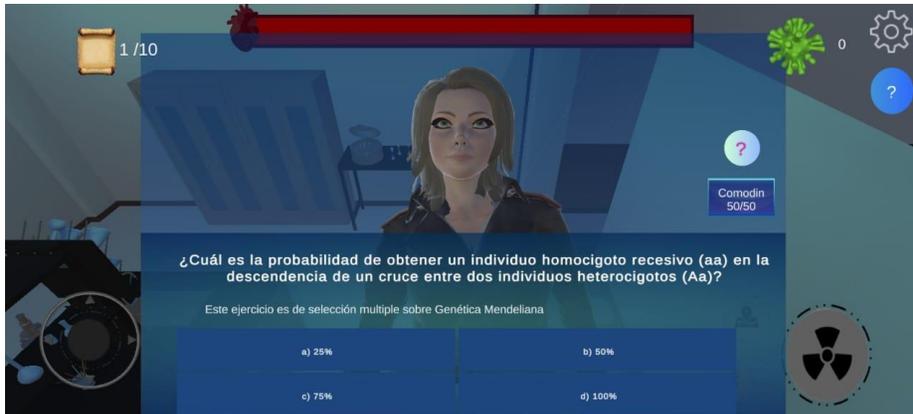


Figura 75: Ejercicio de selección múltiple con la opción de 50/50.

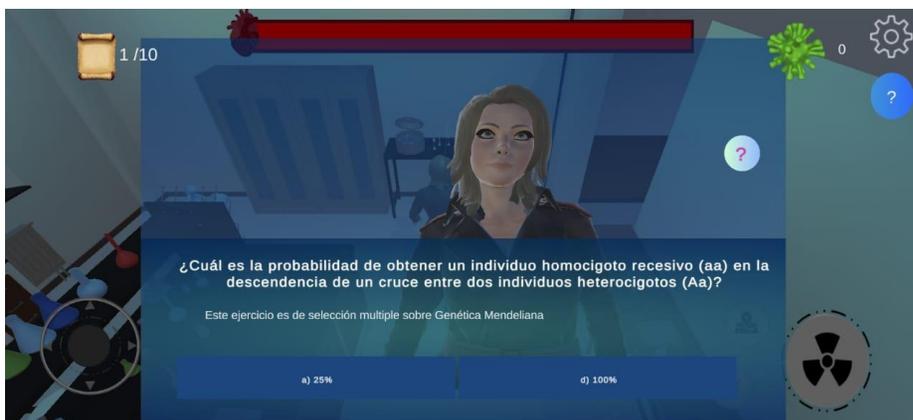


Figura 76: Ejercicio utilizando el comodín de 50/50.

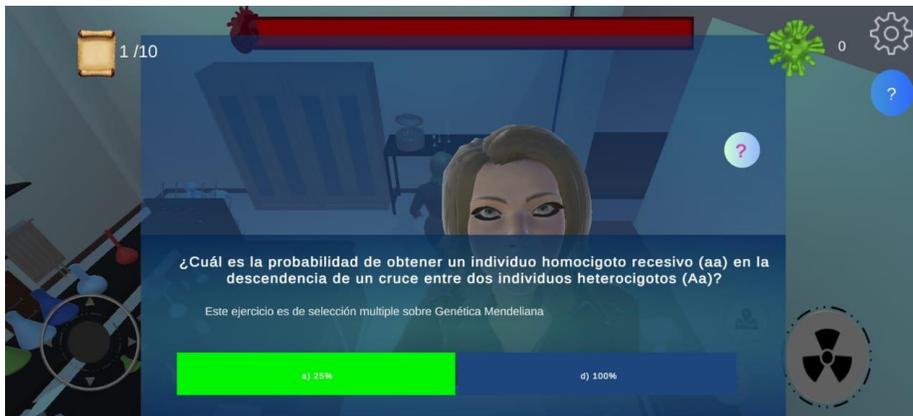


Figura 77: Visualización de respuesta seleccionada correcta.

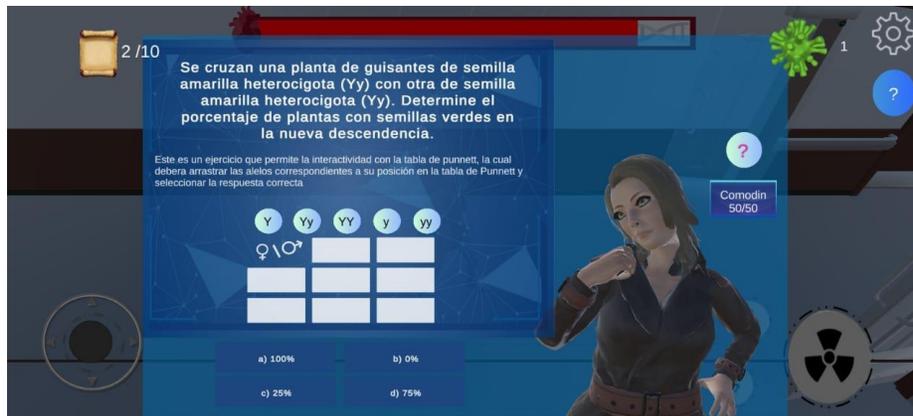


Figura 78: Ejercicio interactivo con matriz de punnett.

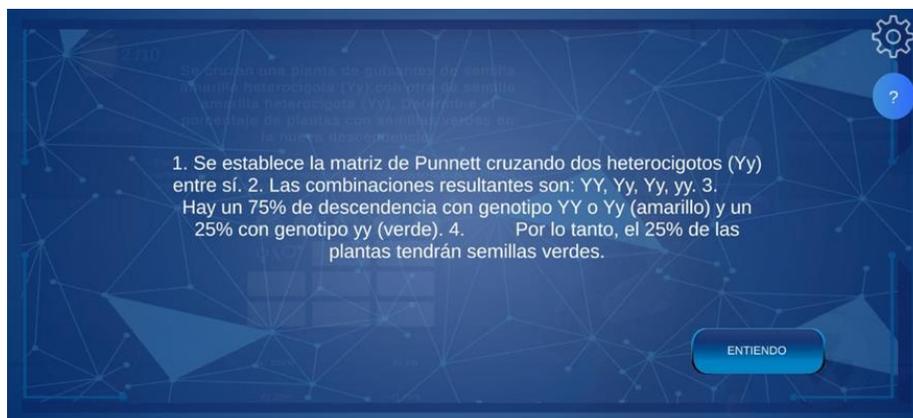


Figura 79: Aplicando el comodín de feedback.

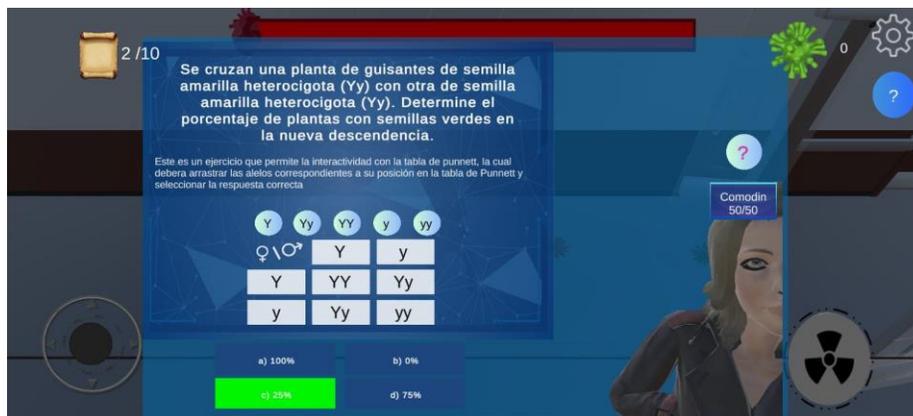


Figura 80: Ejercicio resuelto correctamente.

2.6.13. Iteración 6: Modo de evaluación

Esta iteración es una parte esencial que permite medir y consolidar los conocimientos adquiridos por los estudiantes a lo largo del juego, está diseñada para ofrecer una experiencia

interactiva y desafiante que evalúa la comprensión de la genética mendeliana a través de un sistema de preguntas tipo trivia. La programación de este módulo implica la integración de preguntas y respuestas, la implementación de un sistema de puntuación y retroalimentación inmediata, así como la creación de mecánicas de juego que mantengan a los jugadores comprometidos y motivados.

Planificación

A continuación, en la TABLA 21 se detallan todas las actividades identificadas para el desarrollo de la primera iteración.

TABLA 21
Planificación de la Iteración 5.

Ítem	Descripción	Horas	Encargado
15	Diseño y Creación del Entorno Virtual	40	
15.1	Esbozar el mapa del entorno, incluyendo las opciones de ejercicios a realizar.	20	AG
15.2	Crear modelos 3D de los escenarios, asegurando que sean visualmente atractivos y educativos.	10	AG
15.3	Implementar texturas y elementos visuales detallados para enriquecer el entorno.	10	AD
16	Implementación del Sistema de Evaluación	80	
16.1	Programación del Sistema de Preguntas	40	AD
16.2	Integración del Sistema de Puntuación	40	AD
17	Integración de Mecánicas de Juego	80	
17.1	Desarrollo de Elementos de Juego	40	AD
17.2	Incorporación de elementos de Gamificación	40	AD
18	Pruebas y Ajustes del Modo de Juego	20	
18.1	Realizar pruebas de juego para identificar problemas en la mecánica de recolección y obstáculos.	5	VB
18.2	Realizar ajustes mejorando la experiencia de usuario y la integración de contenidos educativos.	15	VB

Desarrollo de características

Diseño gráfico

A continuación, en la TABLA 22 se describen las actividades ejecutadas por el diseñador gráfico.

TABLA 22
Actividades del diseñador gráfico.

Paso	Procedimiento
1	Esbozar el mapa del entorno, incluyendo laboratorios y zonas de resolución de ejercicios.
2	Crear modelos 3D de los escenarios, asegurando que sean visualmente atractivos y educativos.
3	Implementar texturas y elementos visuales detallados para enriquecer el entorno.
4	Desarrollar iconos y visuales representativos del contenido educativo.

Programador

A continuación, en la TABLA 23 se describen las actividades ejecutadas por el desarrollador del proyecto.

TABLA 23
Actividades del desarrollador.

Paso	Procedimiento
1	Desarrollar la estructura de datos y algoritmos necesarios para almacenar y recuperar preguntas desde una base de datos.
2	Programar la funcionalidad de respuesta a las preguntas, incluyendo validaciones y lógica de retroalimentación inmediata.
3	Implementar el flujo de datos entre el frontend y el backend para validar las respuestas de la evaluación.
4	Realizar pruebas de juego para identificar problemas en la mecánica de recolección y obstáculos.

Seguimiento de la planificación

La Figura 81 permite identificar las diferencias de tiempo entre lo planificado y lo ejecutado; sin embargo, a pesar de dichas diferencias toda la iteración se ejecutó en el tiempo planificado.

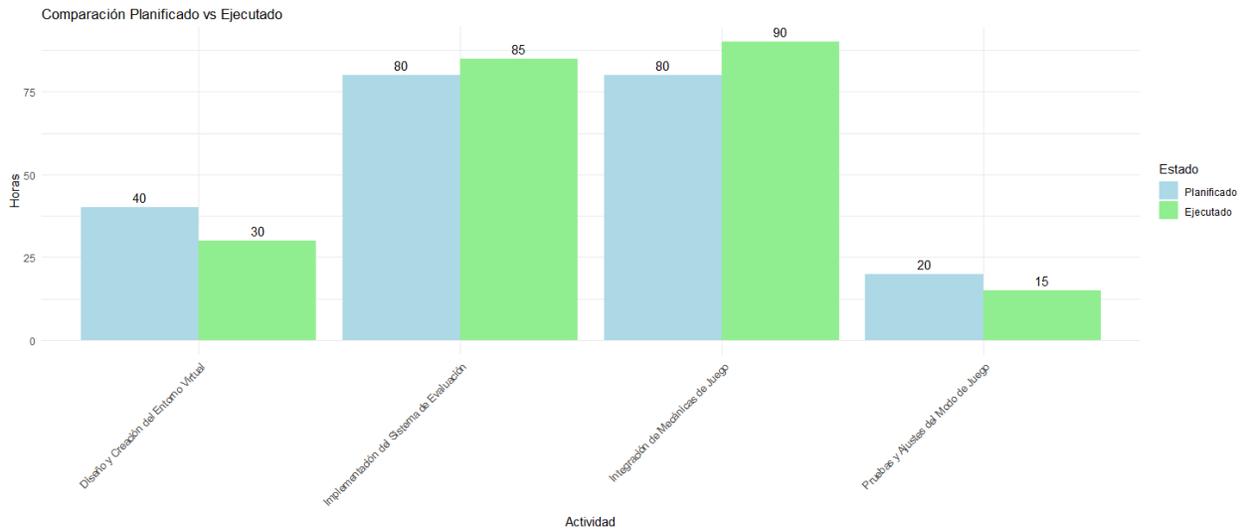


Figura 81: Seguimiento a la planificación de la Iteración 5.

Resultados de la iteración

La Figura 82, Figura 83, Figura 84 y Figura 85 muestran los resultados del desarrollo de la segunda iteración.

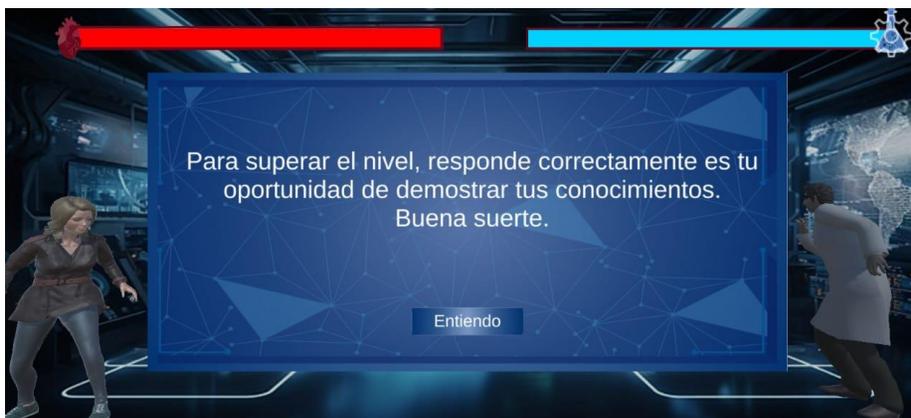


Figura 82: Página principal del Modo Evaluación.

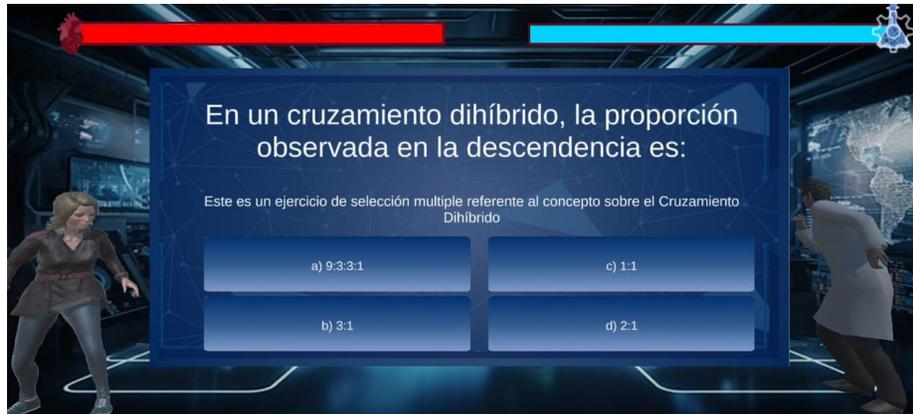


Figura 83: Visualización de las preguntas.

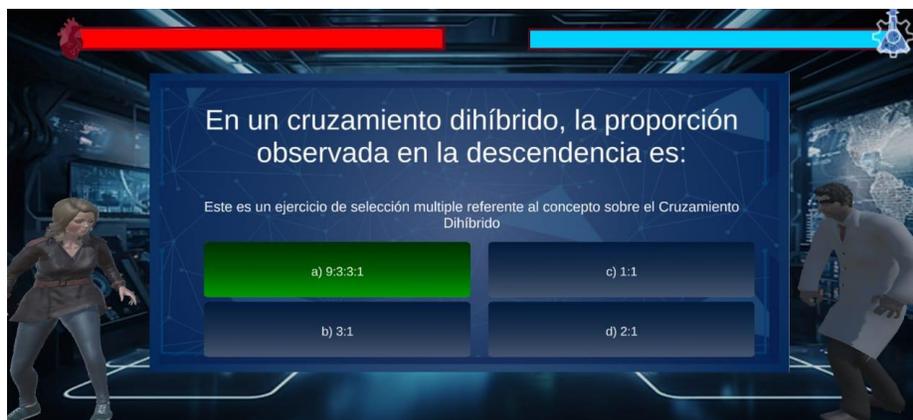


Figura 84: Visualización cuando la pregunta seleccionada es correcta.

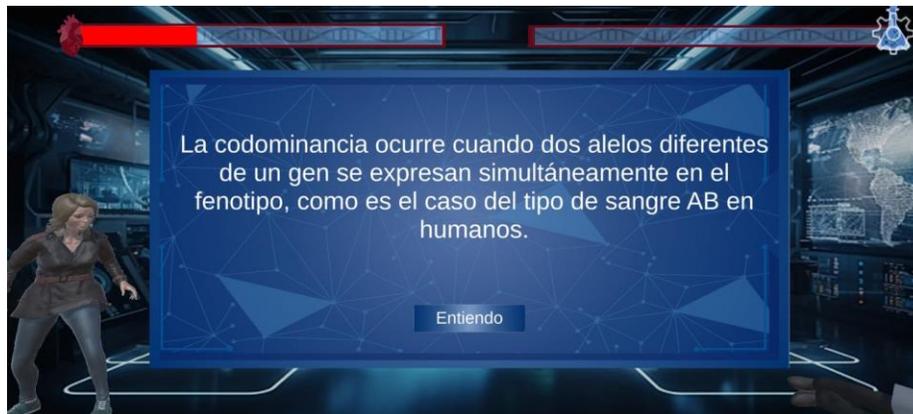


Figura 85: Nota explicativa sobre la pregunta realizada.

2.7. Plan de pruebas

El plan de pruebas para el Serous Game 3D denominado “The Mendelian Prophecy” describe el enfoque, los recursos y el cronograma para evaluar el rendimiento, usabilidad, satisfacción del usuario y la integración con el sistema web de gestión de información. Este plan de pruebas se fue desarrollado de acuerdo con las directrices dadas por la ISO/ICE 29119 – 4 para así garantizar el producto y su efectividad educativa en los estudiantes de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte, que desde esta parte se la denominara UTN en el resto del documento.

2.7.1. Alcance de las pruebas.

El alce de las pruebas para el Serious Game abarca una serie de pruebas exhaustivas y detallas con el objetivo de garantizar la calidad y la efectividad del videojuego y la integración con un sistema web de gestión de información. Estas pruebas se centrarán en los siguientes aspectos:

- **Rendimiento:**
 - Tiempos de carga: Medir y optimizar los tiempos de carga de los diferentes niveles y componentes del juego en dispositivos Android.
 - Evaluar la consistencia del framerate (FPS) y la usencia de lag durante juego en diversos dispositivos Android.
 - Monitorizar el consumo de CPU, memoria y batería en los dispositivos.
- **Usabilidad**
 - Interfaz de usuario: Evaluar la facilidad de navegación y la intuitividad de los menús y controles del juego en los dispositivos.
 - Accesibilidad de Funciones: Asegurar que todas las funcionalidades sean accesibles y utilizables por los jugadores.

- Pruebas de Jugabilidad: Realizar pruebas con usuarios para identificar posibles problemas de usabilidad y hacer ajustes necesarios.
- **Integración con el Sistema Web de Gestión de Información.**
 - Verificación y Gestión de contenidos: Verificar que el juego puede consumir correctamente los contenidos gestionados desde el sistema web, y evaluar la funcionalidad del sistema web para agregar, actualizar, el contenido para el videojuego.
 - Interfaz web: Asegurar que la interfaz del sistema web de gestión de información sea intuitiva y fácil de utilizar.
- **Satisfacción del Usuario.**
 - Encuestas: Recoger opiniones de los usuarios a través de encuestas y sesiones de feedback para medir la satisfacción general con el juego.
 - Experiencia del Juego: Evaluar la diversión, el interés y la motivación de los usuarios al jugar.

2.7.2. Elementos de las pruebas.

Definir los elementos de prueba proporciona una hoja de ruta clara y estructurada para la evaluación del sistema, asegurando que todas las funcionalidades del software sean verificadas de manera exhaustiva. Al hacerlo, se minimizan los riesgos de errores no detectados, se optimiza el tiempo y los recursos dedicados a la prueba, y se garantiza que el producto final cumpla con los requisitos de calidad y funcionalidad esperados por los usuarios, la Figura 86 describe los elementos seleccionados.



Figura 86: Elementos de las pruebas.

2.7.3. Criterios de evaluación.

Definir los criterios de evaluación permite establecer los estándares y expectativas que deben cumplirse para considerar que el software funciona correctamente. Estos criterios proporcionan un marco objetivo para medir el rendimiento y la calidad del sistema, asegurando que todas las funcionalidades cumplan con los requisitos especificados. Además, ayudan a identificar y priorizar los problemas críticos que deben resolverse antes del lanzamiento.

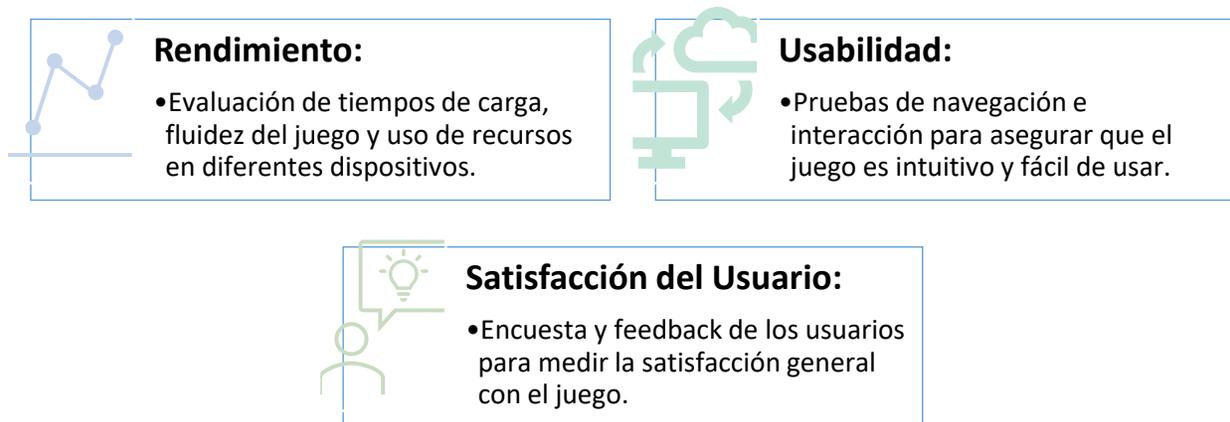


Figura 87: Criterios de evaluación.

2.7.4. Enfoque de pruebas.

Definir el enfoque de pruebas permite establecer la estrategia general y el método que se utilizarán para evaluar el software, asegurando que todas las áreas críticas sean adecuadamente verificadas. Un enfoque de pruebas bien definido ayuda a alinear el proceso de pruebas con los objetivos del proyecto, identificar las herramientas y recursos necesarios, y determinar los tipos de pruebas que se deben realizar, para el presente proyecto se han definido:

- **Pruebas funcionales:** Verificar que cada componente del juego funcione correctamente.
- **Pruebas de rendimiento:** Medir tiempos de carga y uso de recursos.
- **Pruebas de usabilidad:** Evaluar la facilidad de uso y navegación.
- Pruebas de satisfacción del Usuario: Recoger feedback de los usuarios.

2.7.5. Criterios de aceptación o rechazo.

Definir los criterios de aceptación es necesario porque establece los parámetros específicos y objetivos que determinan si un componente, función o el sistema completo cumple con los requisitos y expectativas establecidos. Estos criterios proporcionan una base clara y objetiva para tomar decisiones informadas sobre la calidad del software, ayudando a identificar si el producto está listo para su lanzamiento o si necesita más trabajo.

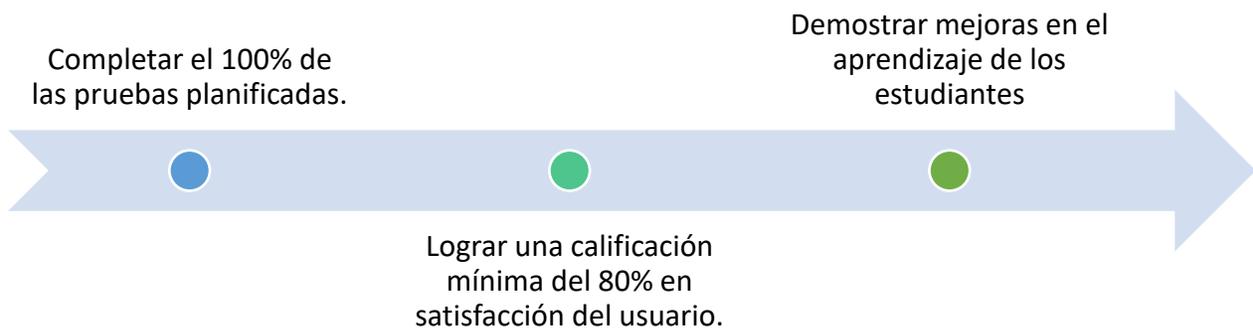


Figura 88: Criterios de aceptación o rechazo.

2.7.6. Criterios de suspensión.

Definir los criterios de suspensión permite establecer condiciones específicas bajo las cuales las pruebas deben ser temporalmente detenidas. Estos criterios aseguran que el equipo de pruebas no continúe evaluando un sistema cuando se encuentran problemas críticos que impiden el progreso efectivo o podrían comprometer la integridad de las pruebas. Esto ayuda a evitar el desperdicio de tiempo y recursos, permitiendo que los problemas graves sean abordados y corregidos antes de reanudar las pruebas.

- Defectos críticos que impidan la ejecución de más casos de prueba.
- Superar el 30% de casos fallidos en cualquier categoría de prueba.

2.7.7. Entregables.

Definir los entregables es crucial porque proporciona claridad sobre los resultados y productos que se esperan del proceso de pruebas. Al establecer claramente qué entregables se deben producir, se facilita la comunicación y la transparencia entre el equipo de pruebas, los desarrolladores y los stakeholders. Además, permite un seguimiento más eficaz del progreso y asegura que todos los aspectos críticos del sistema se hayan evaluado adecuadamente.



Figura 89: Criterios de evaluación.

2.7.8. Recursos.

Definir los recursos de hardware, software y herramientas permite asegurar que el equipo de pruebas tenga todo lo necesario para realizar evaluaciones exhaustivas y precisas. Contar con los recursos adecuados permite simular entornos reales de uso, identificar y resolver problemas de compatibilidad y asegurar que el software funcione correctamente en diversas configuraciones.

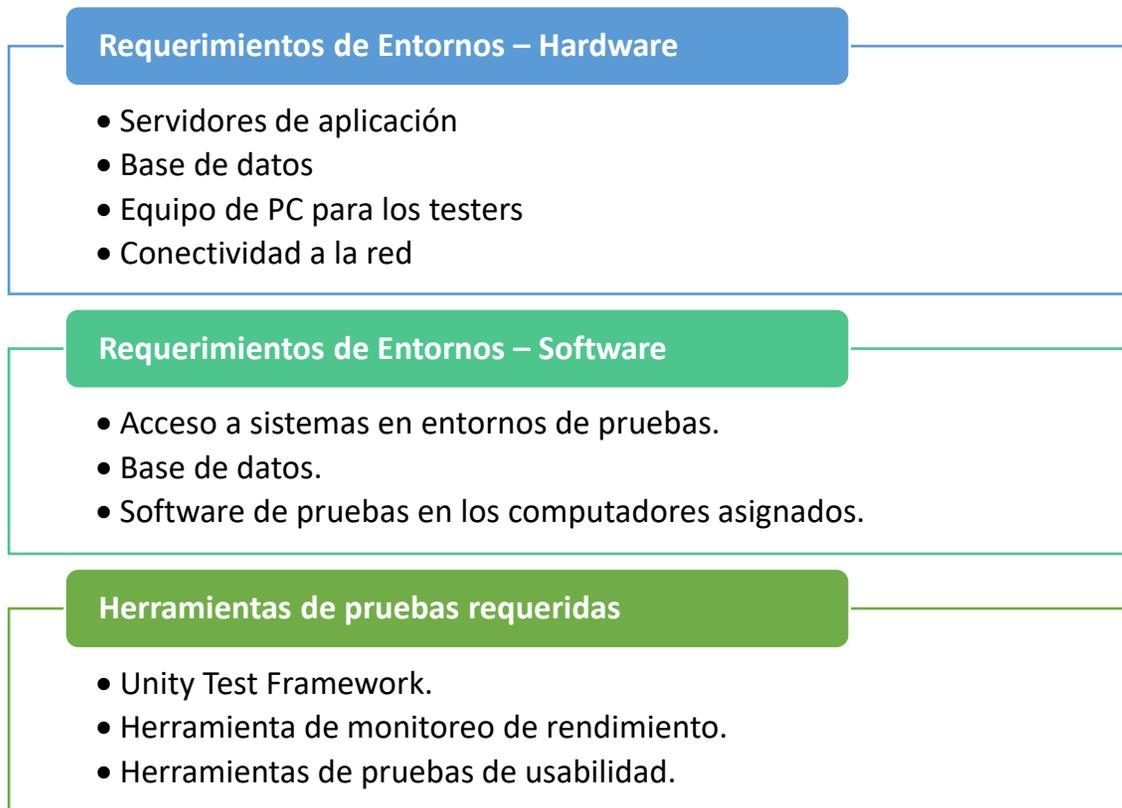


Figura 90: Recursos para el plan de pruebas.

2.7.9. Procedimiento para las pruebas.

Definir el procedimiento para las pruebas proporciona instrucciones claras y detalladas sobre cómo realizar cada prueba, desde la preparación del entorno hasta la ejecución y el registro de resultados. Esto asegura que todas las pruebas se realicen de manera consistente y reproducible, minimizando el riesgo de errores y omisiones. Además, facilita la comunicación y la

coordinación entre los miembros del equipo de pruebas, asegurando que todos comprendan sus roles y responsabilidades:

- **Metodología de pruebas:** Se emplearán pruebas de funcionalidad, aceptación, rendimiento, usabilidad y eficiencia pedagógica.
- **Herramientas de Pruebas:** Unity Test Framework, Herramientas de monitoreo de rendimiento, herramientas de pruebas de usabilidad.
- **Ciclo de pruebas:** Planificación de pruebas, diseño de casos de prueba, ejecución de pruebas, registro de resultados, análisis de resultados y reporte de incidencias.

2.7.10. Matriz de responsabilidades.

Definir la matriz de responsabilidades clarifica los roles y las tareas específicas de cada miembro del equipo, asegurando una distribución eficiente y organizada del trabajo. Esta matriz identifica quién es responsable de cada aspecto del proceso de pruebas, desde la preparación y ejecución de pruebas hasta la documentación y el análisis de resultados (ver TABLA 24). Al asignar responsabilidades claramente, se mejora la coordinación y la comunicación dentro del equipo, se minimizan los riesgos de duplicación de esfuerzos o de tareas no realizadas, y se asegura que todos los elementos críticos del plan de pruebas sean cubiertos adecuadamente.

TABLA 24
Actividades del desarrollador.

Actividad	Responsable	Aprobador	Consultado	Informado
Diseño de casos de prueba	Sr. Klever Villalva	Sr. Klever Villalva	MSc. Alexander Guevara	MSc. Alexander Guevara
Configuración del entorno	Sr. Klever Villalva	Sr. Klever Villalva	MSc. Alexander Guevara	MSc. Alexander Guevara
Ejecución de pruebas de rendimiento	Sr. Klever Villalva	Sr. Klever Villalva	MSc. Alexander Guevara	MSc. Alexander Guevara
Ejecución de pruebas de usabilidad	Sr. Klever Villalva	Sr. Klever Villalva	MSc. Alexander Guevara	MSc. Alexander Guevara

Actividad	Responsable	Aprobador	Consultado	Informado
Ejecución de pruebas de satisfacción del usuario	Sr. Klever Villalva	Sr. Klever Villalva	MSc. Alexander Guevara	MSc. Alexander Guevara / MSc. Santiago Zarate
Análisis de resultados y reporte de incidencias	Sr. Klever Villalva	Sr. Klever Villalva	MSc. Santiago Zarate	MSc. Alexander Guevara / MSc. Santiago Zarate
Revisión y corrección de defectos	Sr. Klever Villalva	Sr. Klever Villalva	MSc. Santiago Zarate	MSc. Alexander Guevara / MSc. Santiago Zarate

2.7.11. Cronograma.

Definir el cronograma permite establecer un marco temporal claro y organizado para todas las actividades de prueba, asegurando que se realicen de manera ordenada y dentro de los plazos previstos (ver TABLA 25). Un cronograma bien definido permite planificar y coordinar los recursos de manera efectiva, asignando tiempos específicos para cada fase del proceso de pruebas, desde la preparación y ejecución hasta la revisión y documentación de resultados.

TABLA 25
Cronograma de actividades de evaluación.

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de Fin
Diseño de casos de prueba	04/07/2024	08/07/2024
Configuración del entorno	09/07/2024	11/07/2024
Pruebas de rendimiento	12/07/2024	17/07/2024
Pruebas de usabilidad	18/07/2024	23/07/2024
Pruebas de integración	24/07/2024	29/07/2024
Pruebas de satisfacción del usuario	30/07/2024	02/08/2024
Análisis de resultados	05/08/2024	09/08/2024

2.8. Pruebas de Rendimiento

Para las pruebas de rendimiento se utilizaron tres distintas marcas de teléfonos celulares con sistema operativo Android acorde a lo descrito en la TABLA 26.

TABLA 26

Características de los teléfonos celulares para las pruebas de rendimiento.

Dispositivo	Procesador	RAM	Memoria
Redmi 13 C	Helio G85	8 GB	256 GB
Samsung S21	Samsung Exynos 2100	8 GB	256 GB
Honor x7a	MT6765H (MediaTek Helio G37)	6 GB	128 GB

2.8.1. Caso de prueba 1: Tiempos de carga.**TABLA 27**

Descripción del caso de prueba 1.

Caso de prueba 1: Tiempos de carga		ID	RND-001
Descripción	Medir y optimizar los tiempos de carga de los diferentes niveles y componentes del juego en dispositivos Android.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Tener el juego instalado en el dispositivo Android Dispositivo con batería suficiente para completar la prueba. 		
Pasos	<ul style="list-style-type: none"> Iniciar el juego desde la pantalla de inicio del dispositivo. Registrar el tiempo de carga de la pantalla de inicio del juego. Navegar al primer nivel del juego. Registrar el tiempo de carga del primer nivel. Repetir los pasos 3-4 para todos los niveles del juego 		
Resultados			
<ul style="list-style-type: none"> Los tiempos de carga deben ser menores a los 6 segundos para todas las pantallas y niveles. 			

Acorde a lo descrito en la Figura 91 para el nivel de la pantalla de inicio todos los dispositivos respondieron en el tiempo de carga esperado, para el nivel de conceptos el Redmi 13c tuvo un tiempo superior en 1 segundo de lo esperado, para el nivel dos los tres dispositivos respondieron en tiempos inferiores a lo esperado, así como para el nivel de evaluación, los resultados detallados se pueden revisar en el Anexo 1.

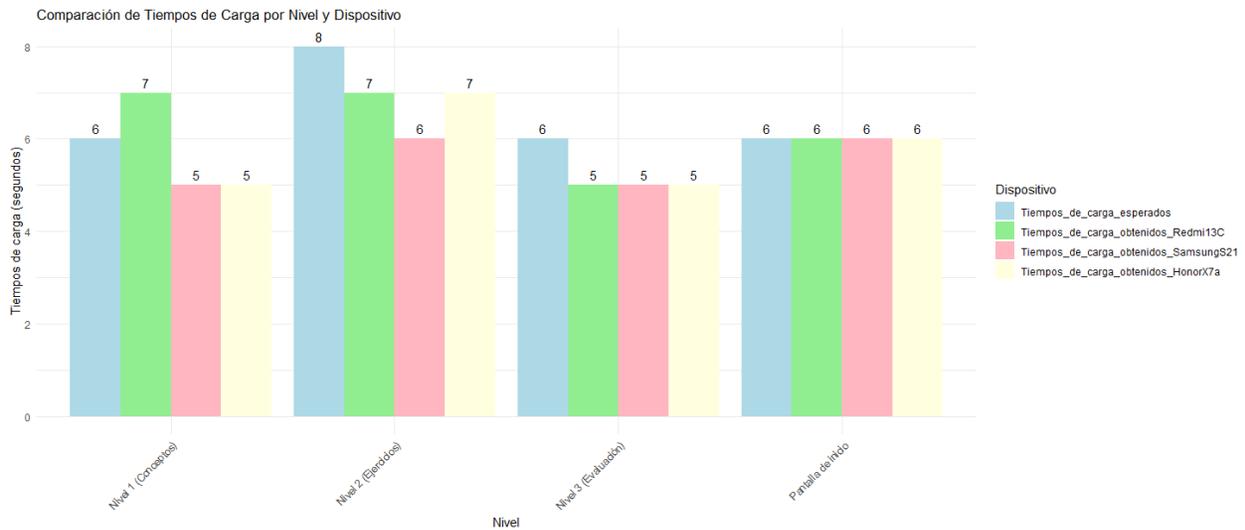


Figura 91: Resultados del caso de prueba 1.

2.8.2. Caso de prueba 2: Consistencia del Framerate (FPS).

TABLA 28

Descripción del caso de prueba 2.

Caso de prueba 2: Consistencia del Framerate (FPS)		ID	RND-002
Descripción	Evaluar la consistencia del framerate (FPS) y la ausencia de lag durante el juego en diversos dispositivos Android.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Juego instalado en el dispositivo Android Herramienta de monitoreo de FPS instalada y configurada 		
Pasos	<ul style="list-style-type: none"> Iniciar el juego y comenzar a jugar el primer nivel Registrar los FPS promedio durante 5 minutos de juego continuo Navegar al siguiente nivel y repetir el paso anterior Repetir los pasos 2 – 3 para todos los niveles del juego 		
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> El FPS promedio debe ser mayor a 30 FPS sin caída significativa en todos los niveles. 		

Sobre los fotogramas por segundo, la Figura 92 demuestra que la respuesta esperada por los 3 teléfonos celulares fue acorde a lo esperado de 30 fotogramas por segundo, los resultados detallados se pueden revisar en el Anexo 1.

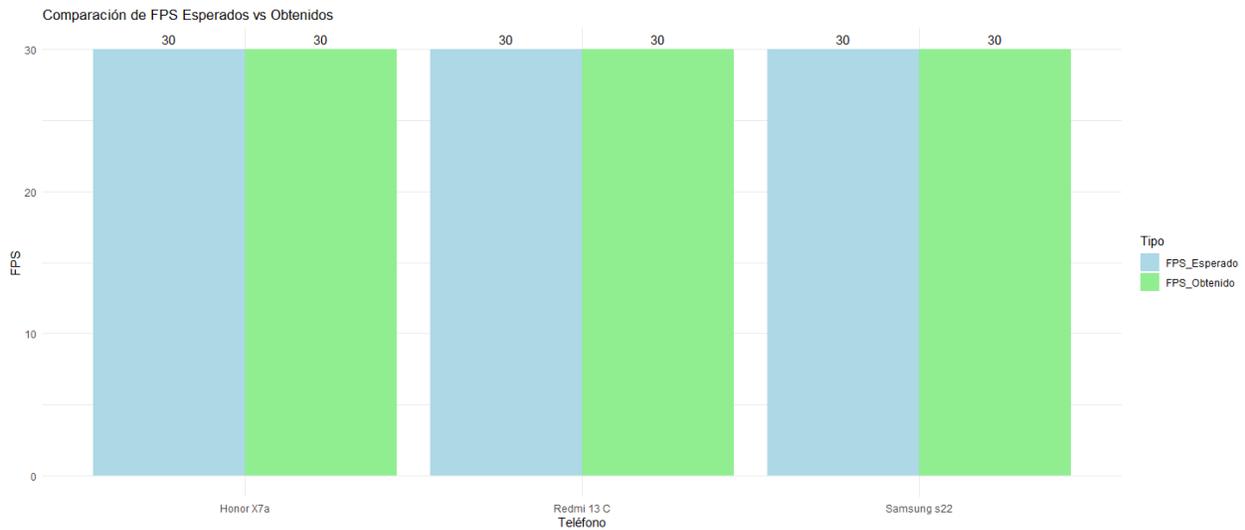


Figura 92: Resultados del caso de prueba 2 (FPS).

En cuanto a la estabilidad la, la Figura 93 demuestra que el Redmi 13 c y el Samsung s22 muestran una respuesta excelente de casi el 100% a diferencia del Honor X7a que tuvo una estabilidad del 87%.

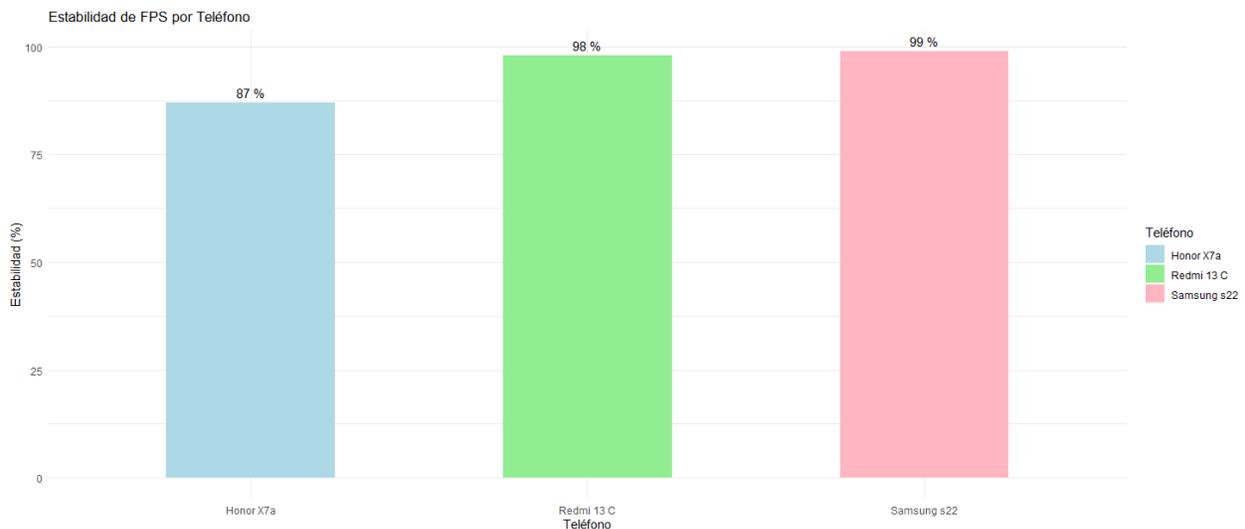


Figura 93: Resultados del caso de prueba 2 (Estabilidad).

2.8.3. Caso de prueba 3: Uso de recursos.

TABLA 29
Descripción del caso de prueba 3.

Caso de prueba 3: Uso de recursos		ID	RND-003
Descripción	Monitorear el consumo de CPU, memoria y batería en los dispositivos.		

Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Juego instalado en el dispositivo Android. • Herramientas de monitoreo de rendimiento instaladas.
Pasos	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar el juego y comenzar a jugar el primer nivel. • Monitorear y registrar el uso de CPU, memoria y batería durante 10 minutos de juego continuo. • Navegar al siguiente nivel y repetir el paso 2. • Repetir los pasos 2 – 3 para todos los niveles del juego.
Resultados	
<ul style="list-style-type: none"> • El juego debe consumir menos del 50% de CPU y memoria. • La batería debe reducir en menos de un 10% por cada 10 minutos de juego. 	

Acorde a lo descrito en la TABLA 30, el Honor X7a es el dispositivo que consume más recursos de CPU; sin embargo, su consumo se clasifica como medio. En cuanto al uso de memoria, los tres dispositivos presentan un consumo adecuado, ya que cada uno cuenta con 5 GB de memoria, lo que representa el 10% de su capacidad total.

TABLA 30
Descripción de los resultados del caso de prueba 3.

Dispositivo	Uso de CPU	Uso de memoria promedio	Uso de memoria máxima	Uso de batería
Redmi 13 C	5.30%	463 MB	592 MB	4% durante 9 minutos
Samsung s21	2.91%	483 MB	551 MB	5% durante 13 minutos
Honor X7a	10.15%	435 MB	507 MB	4% durante 9 minutos

2.9. Pruebas de Usabilidad

Para realizar las pruebas de usabilidad, se seleccionó a 12 estudiantes de la Universidad Técnica del Norte. La muestra se dividió en dos grupos: uno compuesto por estudiantes de la carrera de Ingeniería en Software y el otro por estudiantes de la carrera de Biotecnología. La razón detrás de esta selección dual fue obtener retroalimentación especializada en dos áreas clave: los estudiantes de Ingeniería en Software proporcionaron insights técnicos valiosos sobre

la parte tecnológica del juego, mientras que los estudiantes de Biotecnología ofrecieron feedback sobre la usabilidad, navegabilidad, acceso a los niveles del juego, opciones disponibles y configuraciones. Este enfoque permitió una evaluación integral del juego, cubriendo tanto los aspectos técnicos como la experiencia del usuario.

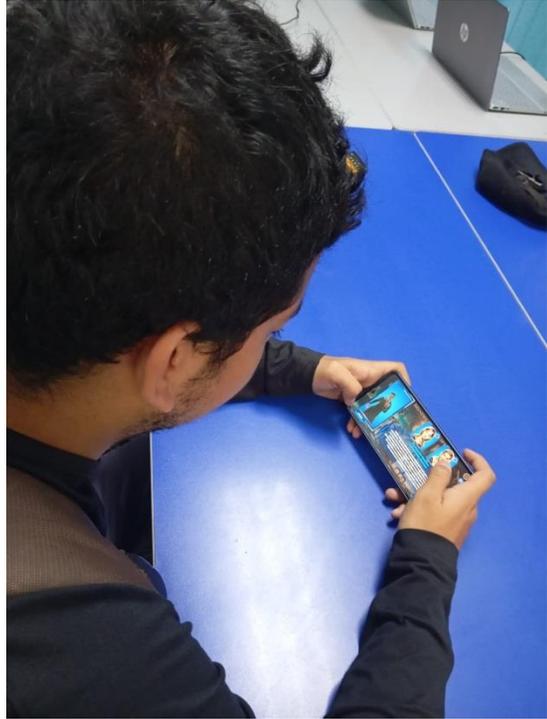


Figura 94: Pruebas de usabilidad.

TABLA 31

Descripción de los usuarios para las pruebas de usabilidad.

#	Usuario	Carrera	Dispositivo
1	Estudiante 1	Software	Samsung
2	Estudiante 2	Software	Motorola
3	Estudiante 3	Software	Redmi
4	Estudiante 4	Software	Infinix
5	Estudiante 5	Software	Huawei
6	Estudiante 6	Software	Samsung
7	Estudiante 7	Bioteología	Honor
8	Estudiante 8	Bioteología	Redmi
9	Estudiante 9	Bioteología	Samsung
10	Estudiante 10	Bioteología	Redmi
11	Estudiante 11	Bioteología	Redmi
12	Estudiante 12	Bioteología	Samsung

Para el levantamiento de información, se diseñó una encuesta en Microsoft Forms la misma que fue llenada por los 12 alumnos seleccionados inmediatamente luego de haber terminado de usar el video juego.



Figura 95: Encuesta para las pruebas de usabilidad.

2.9.1. Caso de prueba 4: Interfaz de Usuario.

TABLA 32
Descripción del caso de prueba 4.

Caso de prueba 4: Interfaz de usuario		ID	USAB-001
Descripción	Evaluar la facilidad de navegación, la intuitividad de los menús y controles del juego, y asegurar que todas las funciones sean accesibles y utilizables por los jugadores.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none">• Juego instalado y funcional		
Pasos	<ul style="list-style-type: none">• Navegar por todos los menús y opciones disponibles en el juego.• Evaluar la claridad de los botones y opciones disponibles• Realizar configuraciones básicas• Acceder a todas las funcionalidades del juego		
Resultados			
Todos los menús deben ser intuitivos y fáciles de navegar sin necesidad de instrucciones adicionales.			
Todas las funcionalidades deben estar accesibles y utilizarse sin errores.			

La encuesta de usabilidad realizada sobre el sistema web utilizado para gestionar conceptos, ejercicios y preguntas de evaluación del Serious Game revela que la mayoría de los participantes considera que el sistema es fácil de usar y accesible. La facilidad para agregar nuevos contenidos fue destacada por la mayoría de los usuarios, quienes describieron el proceso como "fácil" o "muy fácil". Todos los encuestados indicaron que los contenidos agregados desde el sistema web eran accesibles y funcionales en el juego, lo cual refleja una adecuada integración entre el backend y el juego. La usabilidad general del sistema fue calificada como "buena" o "excelente" por los participantes, y no se reportaron dificultades técnicas significativas durante el uso del sistema.

En términos de navegación y comprensión de la interfaz, la mayoría de los usuarios coincidieron en que las opciones del sistema web son claras y fáciles de entender; así también, la mayoría de encuestados indicaron estar totalmente de acuerdo en que la interfaz es intuitiva.

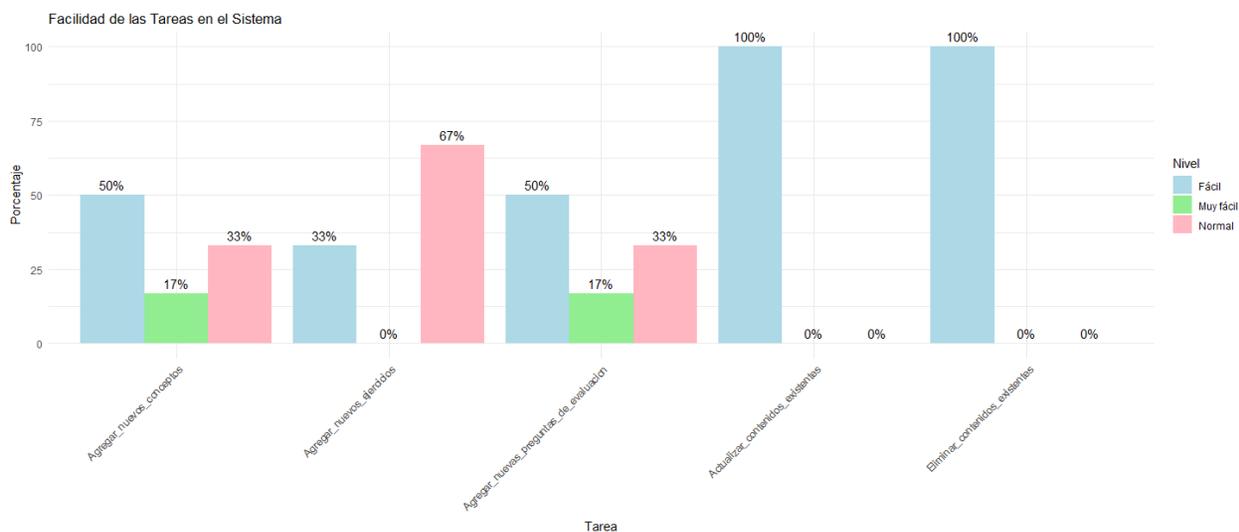


Figura 96: Descripción de los resultados del caso de prueba 4.

2.9.2. Caso de prueba 5: Pruebas de jugabilidad.

TABLA 33
Descripción del caso de prueba 5.

Caso de prueba 5: Pruebas de jugabilidad		ID	RND-002
Descripción	Realizar pruebas con usuarios para identificar posibles problemas de usabilidad y hacer ajustes necesarios.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Juego instalado y funcional Selección de un grupo de usuarios 		
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> Observar a los usuarios jugar y registrar sus comentarios y dificultades. Realizar encuestas con los usuarios después de jugar. 		
Resultados			
Recoger feedback útil para mejorar la jugabilidad y solucionar cualquier problema de usabilidad.			

Los resultados de la encuesta revelan que la percepción general sobre las opciones de configuración del juego es positiva, aunque hay margen para mejoras. Un 42% de los encuestados está de acuerdo en que las opciones de configuración cubrieron sus necesidades, mientras que un 33% está totalmente de acuerdo, lo que sugiere que la mayoría de los jugadores encontraron las configuraciones satisfactorias. Sin embargo, un 25% de los participantes se

mantuvo neutral, lo que indica que existe un segmento significativo de usuarios que podría beneficiarse de ajustes adicionales o una mayor personalización en las opciones de configuración del juego.

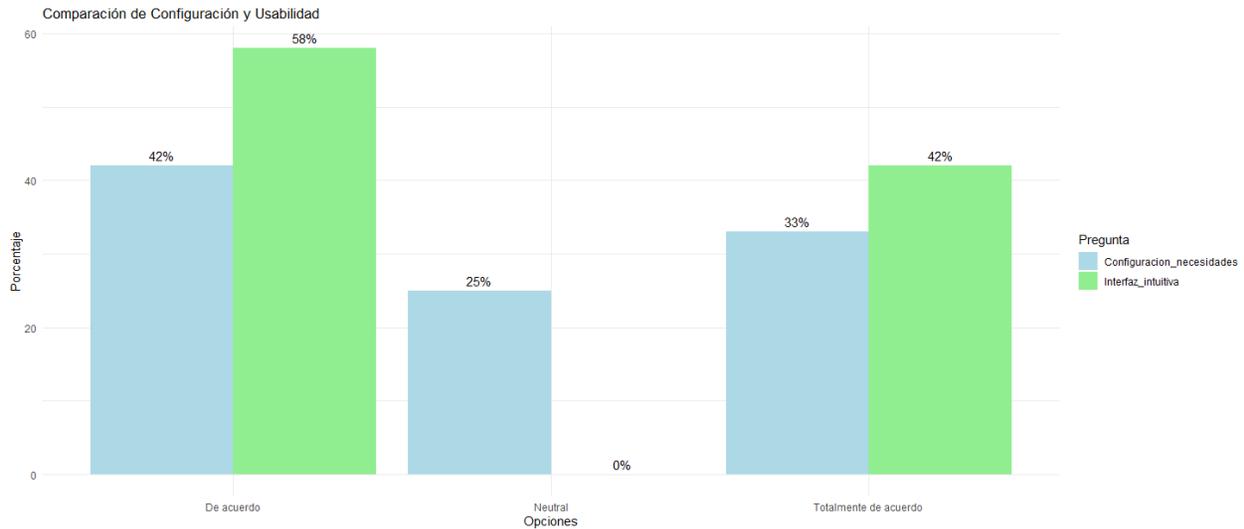


Figura 97: Descripción de los resultados del caso de prueba 5.

En cuanto a la intuición de la interfaz del juego, los resultados son aún más favorables, con un 58% de los encuestados que están de acuerdo y un 42% que están totalmente de acuerdo en que la interfaz es intuitiva. Esto refleja un fuerte consenso entre los jugadores de que la interfaz está bien diseñada y es fácil de usar. No se reportaron opiniones neutrales o negativas en esta área, lo que sugiere que el diseño de la interfaz ha logrado una experiencia de usuario positiva y accesible. Para seguir mejorando, sería beneficioso explorar las razones detrás de las opiniones neutrales en las opciones de configuración y considerar mejoras para satisfacer completamente las expectativas de todos los usuarios.

Los resultados de la encuesta de usabilidad del juego muestran que una gran mayoría de los usuarios, un 83,33%, considera que la usabilidad del juego es buena. Este alto porcentaje sugiere que el juego proporciona una experiencia de usuario satisfactoria y que la mayoría de los jugadores encuentran la interfaz intuitiva y fácil de navegar. La usabilidad efectiva es crucial para mantener el interés y el compromiso de los jugadores, ya que facilita el acceso a las

funcionalidades del juego y mejora la interacción general. Este resultado positivo indica que el diseño y la implementación de la interfaz de usuario han sido exitosos en atender las necesidades y expectativas de los usuarios.

Distribución del Nivel de Satisfacción

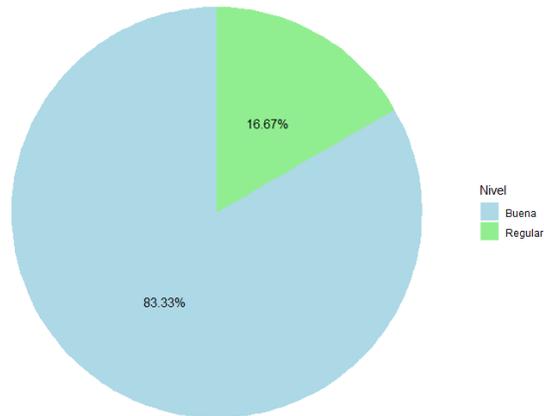


Figura 98: Descripción de los resultados del caso de prueba 5.

2.10. Pruebas de Integración

Para realizar las pruebas de integración, se seleccionó a 6 estudiantes de la Universidad Técnica del Norte de la carrera de desarrollo de software considerando que esta evaluación es más técnica sobre la transmisión y procesamiento de los datos entre los diferentes componentes.

TABLA 34
Descripción de los resultados del caso de prueba 5.

#	Usuario	Carrera
1	Estudiante 1	Software
2	Estudiante 2	Software
3	Estudiante 3	Software
4	Estudiante 4	Software
5	Estudiante 5	Software
6	Estudiante 6	Software

2.10.1. Caso de prueba 6: Verificación de consumo de contenidos.

TABLA 35
Descripción del caso de prueba 6.

Caso de prueba 6: Verificación de consumo de contenidos.	ID	INT-001
Descripción	Verificar que el juego puede consumir correctamente los contenidos gestionados desde el sistema web, y evaluar la funcionalidad del sistema web para agregar, actualizar y eliminar el contenido para el videojuego.	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none">• Sistema web de gestión de información, juego instalado en un dispositivo Android, verificar que el sistema y el juego estén funcionales.	
Pasos	<ul style="list-style-type: none">• Desde el sistema web, agregar nuevos conceptos, ejercicios y preguntas de evaluación.• Iniciar el juego y navegar a los niveles correspondientes.• Verificar que los contenidos agregados son accesibles y funcionales en el juego.• Actualizar y eliminar contenido desde el sistema web y verificar los cambios en el videojuego.	
Resultados		
Los contenidos agregados, actualizados y eliminados en el sistema deben ser accesibles y funcionales en el juego.		

Tras realizar pruebas exhaustivas utilizando la herramienta Postman, se ha verificado la correcta funcionalidad de todas las API del sistema de gestión de información y del videojuego "The Mendelian Prophecy". Las pruebas fueron llevadas a cabo por seis testers, quienes se encargaron de evaluar diversas funcionalidades, incluyendo la creación, actualización y eliminación de conceptos, ejercicios y preguntas de evaluación.

TABLA 36
Descripción de los resultados del caso de prueba 6.

Módulo	Resultados
Autenticación	Se verifico la autenticación mediante JWT tokens Todos los testers pudieron autenticarse correctamente y obtener el token necesario para realizar otras operaciones.
Creación de conceptos	Se crearon conceptos nuevos sin errores. Los conceptos añadidos se reflejaron correctamente en la base de datos y fueron accesibles en el videojuego.

Actualización de Conceptos	Se actualizaron detalles de conceptos, incluyendo el estado y la imagen asociada. Los cambios se aplicaron correctamente y fueron visibles en el videojuego.
Creación y Actualización de Ejercicios	Se crearon ejercicios de selección múltiple con éxito. Las actualizaciones de ejercicios, incluyendo cambios en las opciones y detalles, se reflejaron correctamente en el sistema y en el videojuego.
Creación y Actualización de Preguntas de Evaluación	Se crearon preguntas de evaluación correctamente, incluyendo la adición de opciones de respuesta. Las actualizaciones a las preguntas, incluyendo cambios en las opciones y detalles, se realizaron sin problemas.

2.10.2. Caso de prueba 7: Interfaz web.

TABLA 37
Descripción del caso de prueba 7.

Caso de prueba 7: Interfaz web		ID	INT-003
Descripción	Asegurar que la interfaz de sistema web de gestión de información sea intuitiva y fácil de usar.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema web de gestión de información funcional. 		
Pasos	<ul style="list-style-type: none"> • Navegar por todas las opciones del sistema web • Evaluar la facilidad de uso y claridad de las opciones 		
Resultados			
La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar sin necesidad de instrucciones adicionales.			

La pregunta de usabilidad obtuvo respuestas altamente positivas. Un 38.10% de los encuestados expresó que está "De acuerdo" con que la interfaz es intuitiva, lo que indica una aceptación notable de la funcionalidad y el diseño del sistema. Este grupo representa una parte significativa de los usuarios, lo que sugiere que la mayoría encuentra la interfaz razonablemente fácil de usar y comprender. Además, un 61.90% de los participantes señaló que está "Totalmente de acuerdo" con la intuición de la interfaz. Esta respuesta refleja un fuerte consenso en torno a la facilidad de uso del sistema web, sugiriendo que las características y el diseño del sistema cumplen de manera efectiva con las expectativas de los usuarios. La ausencia de respuestas

negativas o neutras también resalta la efectividad del diseño y la usabilidad del sistema, sugiriendo que el enfoque en la creación de una interfaz amigable ha sido exitoso y bien recibido por los usuarios. Estos resultados destacan la eficacia del sistema en proporcionar una experiencia de usuario positiva y accesible.

Distribución de los Niveles de Facilidad

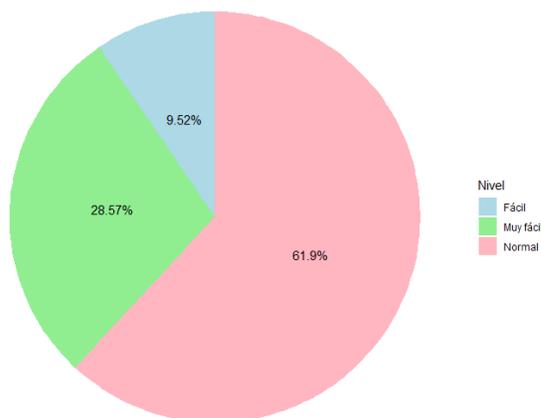


Figura 99: Descripción de los resultados del caso de prueba 7.

2.11. Pruebas de Satisfacción del Usuario

2.11.1. Caso de prueba 8: Interfaz web.

TABLA 38

Descripción de los resultados del caso de prueba 8.

Caso de prueba 9: Encuesta de Satisfacción		ID	SAT-001
Descripción	Recoger opiniones de los usuarios a través de encuestas y sesiones de feedback para medir la satisfacción general con el juego.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Juego completo y usuarios seleccionados. 		
Pasos	<ul style="list-style-type: none"> Jugar el juego y completar una encuesta de satisfacción Recoger y analizar los resultados de la encuesta 		
Resultados			
El juego debe recibir una calificación de satisfacción general mínima del 80 %.			

Los resultados de la encuesta de satisfacción indican que la navegación y usabilidad del sistema son, en general, bien recibidas por los usuarios, aunque hay áreas que podrían

beneficiarse de mejoras. Los resultados descritos en la Figura 100 ofrecen una guía clara sobre dónde concentrar los esfuerzos para mejorar la experiencia del usuario en futuras iteraciones del juego.

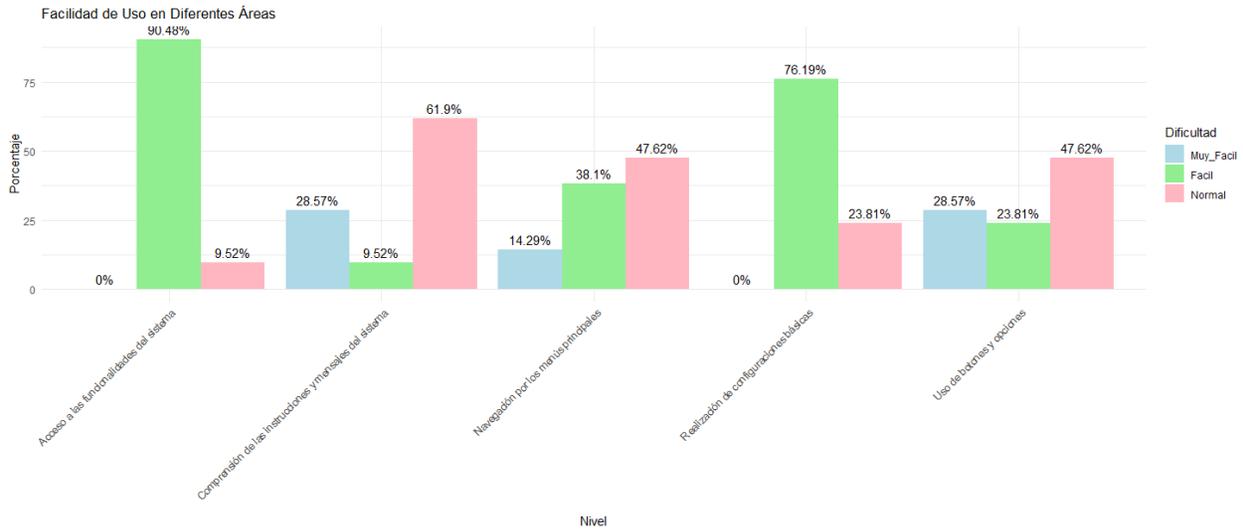


Figura 100: Descripción de los resultados del caso de prueba 8.

2.11.2. Caso de prueba 9: Experiencia de juego.

TABLA 39

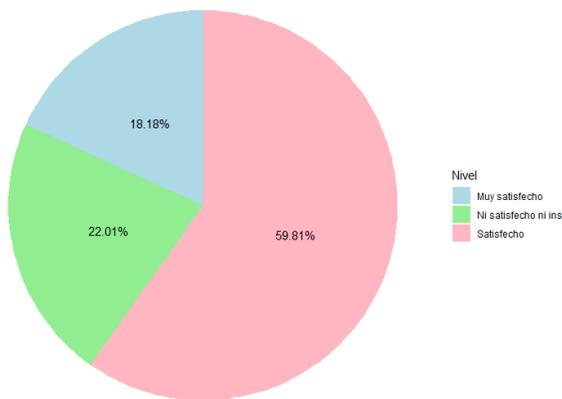
Descripción de los resultados del caso de prueba 9.

Caso de prueba 9: Experiencia de juego		ID	SAT-002
Descripción	Evaluar la diversión, el interés y la motivación de los usuarios al jugar.		
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Juego completo y usuarios seleccionados 		
Pasos	<ul style="list-style-type: none"> Observar a los usuarios jugar y registrar su nivel de interés y motivación. 		
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar encuestas a los usuarios después de jugar 		
Resultados			
Los usuarios deben reportar altos niveles de diversión, interés y motivación.			

Los resultados de la encuesta indican un nivel general de satisfacción y motivación positivo entre los usuarios del Serious Game. En términos de satisfacción, el 59.81% de los usuarios se sienten "Satisfechos" con el juego, y un 18.18% se declaran "Muy satisfechos", lo que refleja que más de tres cuartas partes de los encuestados tienen una experiencia favorable

con el juego. En cuanto a la motivación, el 66.51% de los usuarios se sienten "Motivados" y un 11.96% "Muy motivados", indicando que el juego logra captar el interés de la mayoría de los participantes. Sin embargo, el 16.27% está "Ni motivado ni desmotivado", y un 5.26% se sienten "Desmotivados", lo que señala que, aunque el juego es generalmente efectivo en mantener el interés, hay espacio para mejorar las características o elementos que fomentan la motivación. Estos resultados sugieren que el juego está bien posicionado en términos de satisfacción y motivación, pero también destaca oportunidades para innovar y mejorar ciertas áreas para aumentar el compromiso de los usuarios.

Distribución del Nivel de Satisfacción



Distribución del Nivel de Motivación

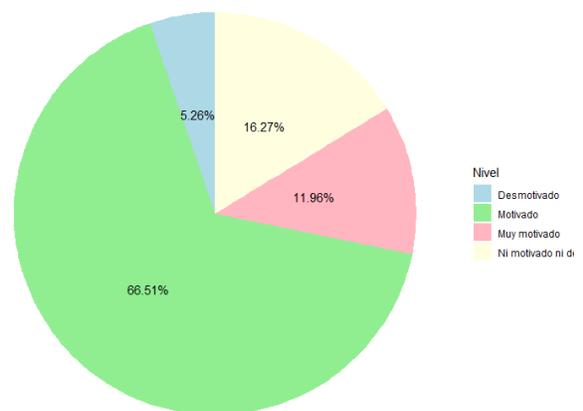


Figura 101: Descripción de los resultados del caso de prueba 9.

Capítulo III

Resultados

Para la descripción de resultados se aplicará la prueba t de Student pareada, misma que es de gran importancia en la investigación y análisis de datos porque permite evaluar si hay una diferencia significativa entre dos conjuntos de datos relacionados, como mediciones realizadas sobre el mismo grupo de sujetos antes y después de una intervención. Esta prueba es particularmente útil cuando se busca determinar el impacto de un tratamiento, un cambio en las condiciones experimentales, o cualquier intervención que afecte las mismas unidades de observación. La prueba t pareada tiene la ventaja de controlar las variaciones individuales inherentes a cada sujeto, ya que compara cada caso consigo mismo, lo que ayuda a aumentar la potencia estadística y reducir la variabilidad debida a diferencias individuales. Esto es esencial en estudios donde los cambios pequeños pero consistentes pueden ser significativos, como en ensayos clínicos, evaluaciones educativas, o investigaciones psicológicas.

Aplicar la prueba t de Student pareada también permite a los investigadores obtener conclusiones precisas sobre la efectividad de las intervenciones o tratamientos implementados. Al proporcionar un marco estadístico para determinar si los cambios observados son estadísticamente significativos o podrían haberse producido por azar, la prueba ayuda a validar o refutar hipótesis de investigación de manera objetiva. Además, el uso de la prueba t pareada facilita la comunicación de los resultados de investigación, ya que los valores p y los intervalos de confianza proporcionan medidas claras y cuantificables de significancia. Esto no solo mejora la comprensión de los resultados entre la comunidad científica, sino que también contribuye a la toma de decisiones basadas en evidencia en campos como la medicina, la psicología, y la educación, donde los resultados pueden tener implicaciones prácticas significativas.

3.1. Resultados de la pregunta: ¿Qué es la ley de la segregación de Mendel?

El promedio de la puntuación antes de la intervención (Pre_1) es de 0.263, mientras que el promedio después de la intervención (Post_1) aumenta a 0.6. Esta mejora, con una diferencia media de -0.337, indica un cambio positivo significativo en el rendimiento de los participantes tras la intervención. La desviación estándar en ambas mediciones es relativamente alta, pero la prueba t logra identificar un efecto significativo con un valor de t de -2.2456 y 19 grados de libertad. El efecto medido por el estadístico de Cohen d es de 0.502, lo que sugiere un tamaño de efecto moderado, implicando que la intervención tuvo un impacto notable en los participantes.

T Test: Two Paired Samples

SUMMARY		Alpha		0,05		Hyp Mean		0	
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df	Cohen d	Effect r	
Pre_1	19	0,263157895	0,452414						
Post_1	20	0,6	0,502625						
Difference	20	-0,336842105	0,67082	0,15	-2,24561	19	0,502135	0,457976033	

T TEST

	p-value	t-crit	lower	upper	sig
One Tail	0,01841004	1,729132812			yes
Two Tail	0,03682008	2,093024054	-0,6508	-0,02289	yes

Figura 102: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 1.

El valor p para la prueba de una cola es 0.0184, y para la prueba de dos colas es 0.0368, ambos por debajo del umbral de significancia de 0.05, indicando que la diferencia observada es estadísticamente significativa. El intervalo de confianza para la diferencia media, que va de -0.651 a -0.023, no incluye el cero, lo que refuerza la conclusión de que existe una diferencia significativa entre las puntuaciones pre y post. La significancia ("yes") en ambas pruebas resalta que el cambio en el rendimiento del grupo es robusto y no atribuible al azar. Estos resultados proporcionan evidencia sólida de que la intervención fue efectiva para mejorar el rendimiento de los participantes, destacando su relevancia y potencial utilidad en contextos educativos o de capacitación donde se busca un cambio significativo en el aprendizaje o desempeño.

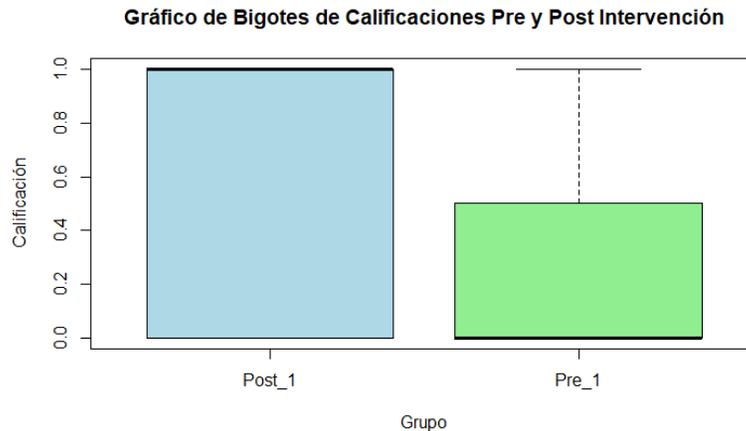


Figura 103: Gráfico de bigotes para la pregunta 1.

3.2. Resultados de la pregunta: ¿Qué significa "codominancia"?

Antes de la intervención, el grupo Pre_2 tiene un promedio de 0.55, mientras que después de la intervención, el grupo Post_2 muestra un aumento en el promedio a 0.95. La diferencia promedio es de -0.4, lo que refleja una mejora considerable en las puntuaciones post intervención. El estadístico t calculado es -2.99 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d es 0.669, indicando un tamaño de efecto moderado a grande, lo que subraya el impacto significativo de la intervención.

T Test: Two Paired Samples

SUMMARY		Alpha		0,05		Hyp Mean		0	
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df	Cohen d	Effect r	
Pre_2	20	0,55	0,510418						
Post_2	20	0,95	0,223607						
Difference	20	-0,4	0,598243	0,133771	-2,99018	19	0,668625	0,565685425	

T TEST

	p-value	t-crit	lower	upper	sig
One Tail	0,003761742	1,729132812			yes
Two Tail	0,007523484	2,093024054	-0,67999	-0,12001	yes

Figura 104: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 2.

Los valores p obtenidos son muy por debajo del umbral de significancia común de 0.05. Para la prueba de una cola, el valor p es 0.0038, y para la prueba de dos colas es 0.0075, ambos indicando una diferencia significativa entre las mediciones pre y post intervención. El intervalo de

confianza para la diferencia media, que varía de -0.68 a -0.12, no incluye el cero, confirmando la significancia estadística de la mejora observada. La significancia ("yes") en ambas pruebas resalta que el cambio en el rendimiento del grupo es robusto y no atribuible al azar. En este sentido, estos resultados proporcionan evidencia convincente de que la intervención tuvo un impacto positivo y significativo en el desempeño de los participantes, validando su efectividad en mejorar los resultados medidos.

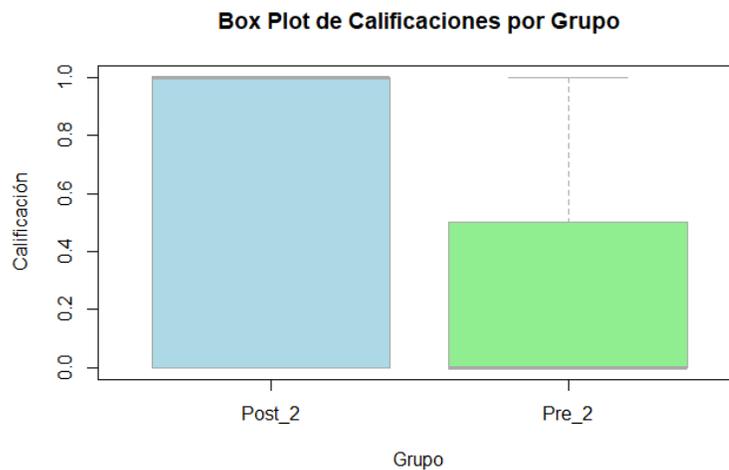


Figura 105: Gráfico de bigotes para la pregunta 2.

3.3. Resultados de la pregunta: Si dos individuos con genotipos AaBb se cruzan, ¿cuál es la proporción esperada de la descendencia que será aabb?

Antes de la intervención, el grupo Pre_3 tiene un promedio de 0.45, mientras que después de la intervención, el promedio aumenta a 0.85. La diferencia promedio de -0.4 indica una mejora considerable en las puntuaciones post intervención. El estadístico t calculado es -3.56 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d es 0.796, lo que indica un tamaño de efecto grande, subrayando el impacto significativo de la intervención.

SUMMARY			Alpha	0,05	Hyp Mean	0		
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df	Cohen d	Effect r
Pre_3	20	0,45	0,510418					
Post_3	20	0,85	0,366348					
Difference	20	-0,4	0,502625	0,11239	-3,55903	19	0,795822	0,632455532

T TEST					
	p-value	t-crit	lower	upper	sig
One Tail	0,001047411	1,729132812			yes
Two Tail	0,002094822	2,093024054	-0,63524	-0,16476	yes

Figura 106: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 3.

Los valores p obtenidos son mucho menores que el umbral de significancia común de 0.05. Para la prueba de una cola, el valor p es 0.0010, y para la prueba de dos colas es 0.0021, ambos indicando una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones pre y post intervención. El intervalo de confianza para la diferencia media, que varía de -0.635 a -0.165, no incluye el cero, lo que confirma la significancia estadística de la mejora observada. La indicación de significancia ("yes") en ambas pruebas resalta que el cambio en el rendimiento del grupo es robusto y no atribuible al azar. Estos resultados proporcionan evidencia sólida de que la intervención tuvo un efecto positivo y significativo en el desempeño de los participantes, destacando la eficacia de la intervención en mejorar los resultados medidos y sugiriendo su potencial aplicabilidad en situaciones similares.

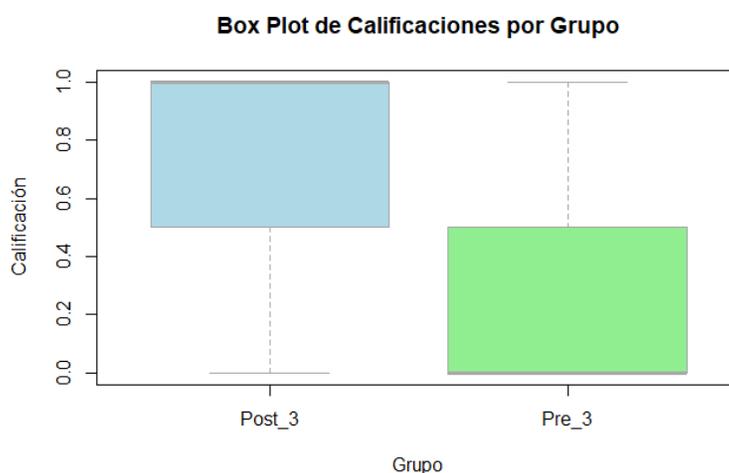


Figura 107: Gráfico de bigotes para la pregunta 3.

3.4. Resultados de la pregunta: Si un gen tiene tres alelos (A, B, O), ¿cuántos genotipos diferentes son posibles en una población?

Antes de la intervención, el grupo Pre_4 tiene un promedio de 0.15, mientras que después de la intervención, el promedio aumenta a 0.55. Esta diferencia promedio de -0.4 refleja una mejora considerable en las puntuaciones post intervención. El estadístico t calculado es -3.56 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d es 0.796, lo que indica un tamaño de efecto grande, subrayando que la intervención tuvo un impacto considerable.

T Test: Two Paired Samples

SUMMARY			Alpha	0,05	Hyp Mean	0		
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Cohen d</i>	<i>Effect r</i>
Pre_4	20	0,15	0,366348					
Post_4	20	0,55	0,510418					
Difference	20	-0,4	0,502625	0,11239	-3,55903	19	0,795822	0,632455532

T TEST					
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>
One Tail	0,0010474	1,729132812			yes
Two Tail	0,0020948	2,093024054	-0,63524	-0,16476	yes

Figura 108: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 4.

Los valores p obtenidos son significativamente menores que el umbral de significancia común de 0.05. El valor p de una cola es 0.0010, y el valor p de dos colas es 0.0021, ambos indicando que la diferencia observada es estadísticamente significativa. El intervalo de confianza para la diferencia media, que varía de -0.635 a -0.165, no incluye el cero, lo que confirma la significancia estadística de la mejora observada. La significancia ("yes") en ambas pruebas destaca que el cambio en el rendimiento del grupo es robusto y no atribuible al azar. Estos resultados proporcionan evidencia sólida de que la intervención fue efectiva para mejorar el desempeño de los participantes, sugiriendo que la metodología o enfoque implementado podría ser aplicado exitosamente en contextos similares para obtener mejoras sustanciales en el aprendizaje o desempeño.

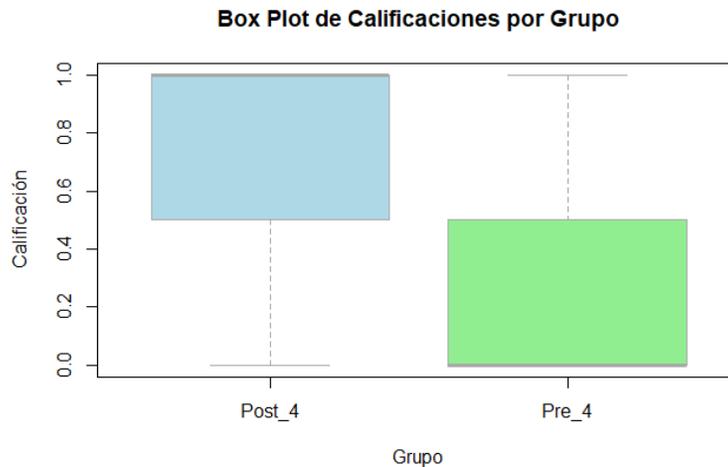


Figura 109: Gráfico de bigotes para la pregunta 4.

3.5. Resultados de la pregunta: ¿Cuál sería el fenotipo esperado de una flor con genotipo RR si el color rojo (R) es dominante sobre el blanco (r)?

Antes de la intervención, el grupo Pre_5 tiene un promedio de 0.15, mientras que después de la intervención, el promedio aumenta a 0.55. Esta diferencia promedio de -0.4 sugiere que hubo un cambio considerable en las puntuaciones después de la intervención. Sin embargo, el tamaño del efecto, medido por el valor de Cohen d de 0.796, sugiere un impacto grande y significativo de la intervención sobre los participantes.

SUMMARY			Alpha	0,05	Hyp Mean	0		
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Cohen d</i>	<i>Effect r</i>
Pre_5	20	0,15	0,366348					
Post_5	20	0,55	0,510418					
Difference	20	-0,4	0,502625	0,11239	-3,55903	19	0,795822	0,632455532

T TEST					
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>
One Tail	0,001047411	1,729132812			yes
Two Tail	0,002094822	2,093024054	-0,63524	-0,16476	yes

Figura 110: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 5.

Los valores p obtenidos refuerzan la conclusión de que el cambio es estadísticamente significativo. El valor p de una cola es 0.0010 y el de dos colas es 0.0021, ambos significativamente menores que el umbral común de 0.05. Esto indica que la diferencia observada

no es atribuible al azar. El intervalo de confianza para la diferencia media, que va de -0.635 a -0.165, no incluye el cero, lo que confirma la significancia estadística de la mejora. La indicación de significancia ("yes") en ambas pruebas resalta que el cambio en el rendimiento es robusto y fiable. En este sentido, estos resultados proporcionan evidencia sólida de que la intervención fue altamente efectiva para mejorar el desempeño de los participantes, sugiriendo que el enfoque utilizado puede ser un método viable para generar mejoras sustanciales en contextos similares.

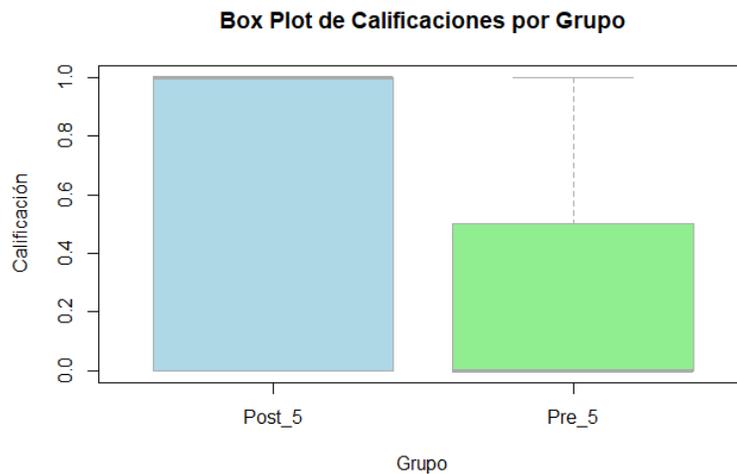


Figura 111: Gráfico de bigotes para la pregunta 5.

3.6. Resultados de la pregunta: En un cruce de prueba (test cross) entre una planta de genotipo desconocido que muestra el fenotipo dominante y una planta homocigota recesiva, ¿qué resultados indicarían que la planta desconocida.

El promedio de las puntuaciones antes de la intervención es de 0.5, mientras que después de la intervención, el promedio aumenta a 0.85. Esta diferencia promedio de -0.35 indica una mejora considerable en las puntuaciones post intervención. El estadístico t calculado es -2.67 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d de 0.596 indica un tamaño de efecto moderado, lo que subraya que la intervención tuvo un impacto significativo en los participantes.

SUMMARY			Alpha	0,05	Hyp Mean	0			
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df	Cohen d	Effect r	
Pre_6	20	0,5	0,512989						
Post_6	20	0,85	0,366348						
Difference	20	-0,35	0,587143	0,131289	-2,66587	19	0,596107	0,521749195	

T TEST					
	p-value	t-crit	lower	upper	sig
One Tail	0,007635681	1,729132812			yes
Two Tail	0,015271361	2,093024054	-0,62479	-0,07521	yes

Figura 112: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 6.

Los valores p obtenidos son menores que el umbral común de significancia de 0.05. El valor p de una cola es 0.0076, y el valor p de dos colas es 0.0153, ambos indicando que la diferencia observada es estadísticamente significativa. El intervalo de confianza para la diferencia media, que varía de -0.625 a -0.075, no incluye el cero, lo que confirma la significancia estadística de la mejora observada. La significancia ("yes") en ambas pruebas indica que el cambio en el rendimiento es robusto y no atribuible al azar. Estos resultados proporcionan evidencia sólida de que la intervención fue efectiva en mejorar el desempeño de los participantes, sugiriendo que el método utilizado es adecuado para lograr mejoras significativas en contextos similares.

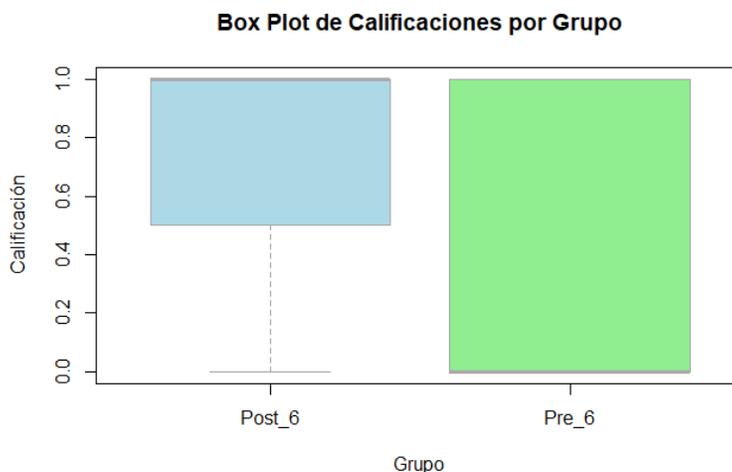


Figura 113: Gráfico de bigotes para la pregunta 6.

3.7. Resultados de la pregunta: ¿Qué es la ley de la distribución independiente de Mendel?

Antes de la intervención, el grupo Pre_7 presenta un promedio de 0.45, mientras que el grupo Post_7 muestra un aumento en el promedio a 0.8 después de la intervención. Esta diferencia promedio de -0.35 sugiere que la intervención tuvo un efecto positivo considerable, mejorando las puntuaciones de los participantes. El estadístico t calculado es -2.67 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d de 0.596 indica un tamaño de efecto moderado, lo que refuerza la relevancia de la intervención en los resultados observados.

SUMMARY			Alpha	0,05	Hyp Mean	0		
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Cohen d</i>	<i>Effect r</i>
Pre_7	20	0,45	0,510418					
Post_7	20	0,8	0,410391					
Difference	20	-0,35	0,587143	0,131289	-2,66587	19	0,596107	0,521749195

T TEST					
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>
One Tail	0,007635681	1,729132812			yes
Two Tail	0,015271361	2,093024054	-0,62479	-0,07521	yes

Figura 114: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 7.

Los valores p obtenidos son menores que el umbral de significancia común de 0.05. El valor p de una cola es 0.0076, y el valor p de dos colas es 0.0153, ambos indicando que la diferencia observada es estadísticamente significativa. El intervalo de confianza para la diferencia media, que varía de -0.625 a -0.075, no incluye el cero, confirmando que la mejora es significativa y no atribuible al azar. La indicación de significancia ("yes") en ambas pruebas subraya la fiabilidad de este resultado. Estos resultados proporcionan evidencia sólida de que la intervención fue efectiva en mejorar el desempeño de los participantes, sugiriendo que el enfoque utilizado es eficaz para lograr mejoras sustanciales en contextos similares. La consistencia en la reducción de la variabilidad de las puntuaciones post intervención también sugiere que los métodos aplicados podrían ser estandarizados y aplicados más ampliamente.

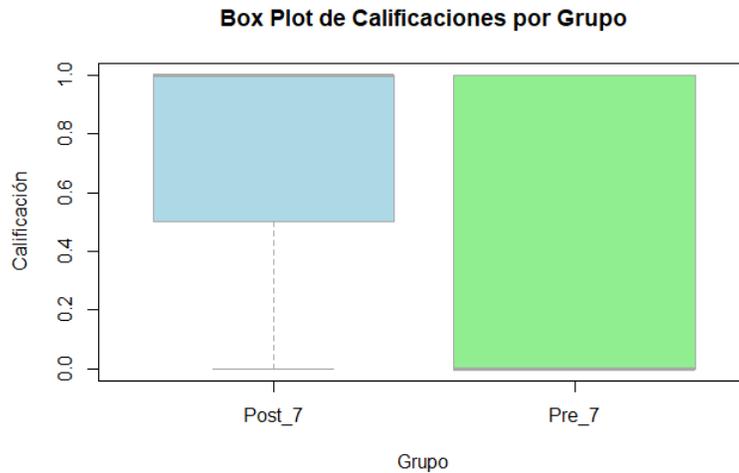


Figura 115: Gráfico de bigotes para la pregunta 7.

3.8. Resultados de la pregunta: En una planta, el color de la flor puede ser rojo (R) o blanco (r). Si dos plantas heterocigotas (Rr) se cruzan, ¿qué proporción de la descendencia tendrá flores blancas?

Antes de la intervención, el grupo Pre_8 tiene un promedio de 0.35, mientras que después de la intervención, el promedio aumenta significativamente a 0.9. Esta diferencia de -0.55 indica un cambio sustancial en las puntuaciones post intervención. El estadístico t calculado es -4.07 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d de 0.909 sugiere un tamaño de efecto grande, lo que subraya que la intervención tuvo un impacto significativo y considerable en los resultados.

SUMMARY			Alpha	0,05	Hyp Mean	0		
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df	Cohen d	Effect r
Pre_8	20	0,35	0,48936					
Post_8	20	0,9	0,307794					
Difference	20	-0,55	0,604805	0,135239	-4,06689	19	0,909384	0,68219104

T TEST					
	p-value	t-crit	lower	upper	sig
One Tail	0,000328821	1,729132812			yes
Two Tail	0,000657641	2,093024054	-0,83306	-0,26694	yes

Figura 116: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 8.

Los valores p obtenidos son extremadamente bajos, lo que refuerza la conclusión de que el cambio es estadísticamente significativo. El valor p de una cola es 0.0003, y el valor p de dos colas es 0.0007, ambos muy por debajo del umbral de significancia de 0.05. El intervalo de

confianza para la diferencia media, que varía de -0.833 a -0.267, no incluye el cero, confirmando que la mejora observada es significativa y no atribuible al azar. La indicación de significancia ("yes") en ambas pruebas subraya la solidez y fiabilidad de estos resultados. En este sentido, estos hallazgos proporcionan evidencia contundente de que la intervención fue altamente efectiva para mejorar el desempeño de los participantes, sugiriendo que el enfoque aplicado podría ser extremadamente beneficioso si implementado más ampliamente en contextos similares, donde se busca un impacto significativo en el rendimiento o aprendizaje.

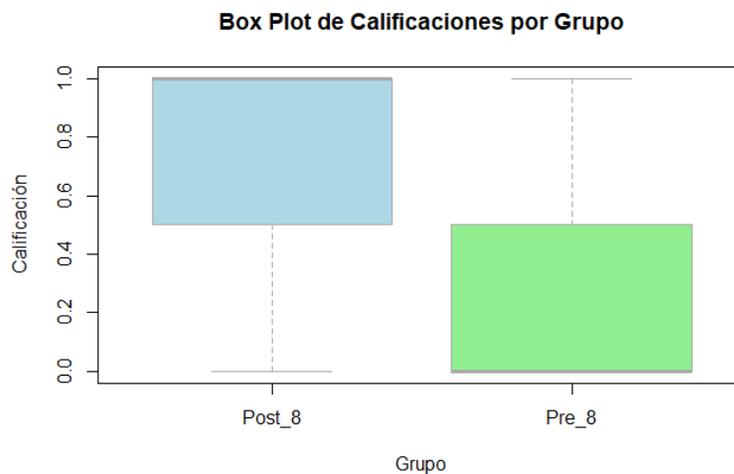


Figura 117: Gráfico de bigotes para la pregunta 8.

3.9. Resultados de la pregunta: ¿Qué fenómeno explica la aparición de nuevas combinaciones de alelos en la descendencia debido al intercambio de segmentos de cromosomas homólogos durante la meiosis?

El promedio de las puntuaciones antes de la intervención es de 0.4, mientras que después de la intervención, el promedio aumenta a 0.85. Esta diferencia de -0.45 sugiere que la intervención tuvo un efecto positivo considerable en las puntuaciones post intervención. El estadístico t calculado es -2.65 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d de 0.593 sugiere un tamaño de efecto moderado, lo que subraya el impacto positivo de la intervención.

SUMMARY			Alpha	0,05	Hyp Mean	0		
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df	Cohen d	Effect r
Pre_9	20	0,4	0,502625					
Post_9	20	0,85	0,366348					
Difference	20	-0,45	0,759155	0,169752	-2,65092	19	0,592765	0,519615242

T TEST					
	p-value	t-crit	lower	upper	sig
One Tail	0,007884793	1,729132812			yes
Two Tail	0,015769586	2,093024054	-0,8053	-0,0947	yes

Figura 118: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 9.

Los valores p obtenidos son menores que el umbral de significancia común de 0.05. El valor p de una cola es 0.0079, y el valor p de dos colas es 0.0158, ambos indicando que la diferencia observada es estadísticamente significativa. El intervalo de confianza para la diferencia media, que va de -0.805 a -0.095, no incluye el cero, confirmando que la mejora es significativa y no atribuible al azar. La indicación de significancia ("yes") en ambas pruebas destaca que el cambio en el rendimiento es robusto. En este sentido, estos resultados proporcionan evidencia sólida de que la intervención fue efectiva para mejorar el desempeño de los participantes, sugiriendo que el enfoque utilizado podría ser una estrategia viable para lograr mejoras significativas en contextos similares. La reducción en la variabilidad de las puntuaciones tras la intervención también indica que los métodos aplicados pueden haber estandarizado el rendimiento de los participantes.

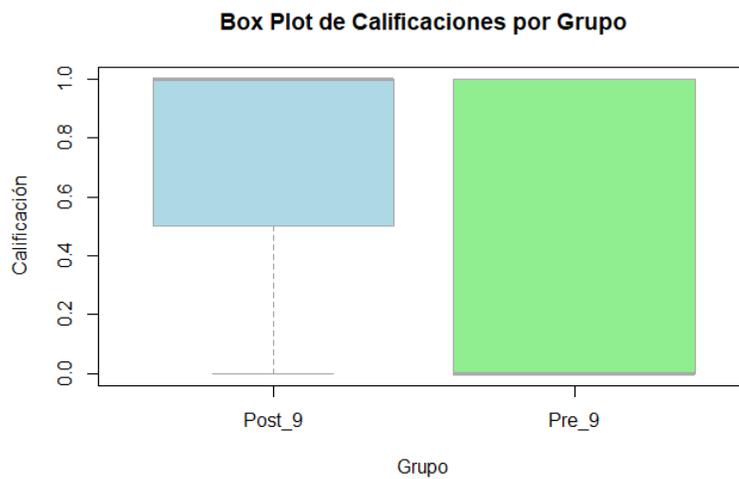


Figura 119: Gráfico de bigotes para la pregunta 9.

3.10. Resultados de la pregunta: ¿Qué es un genotipo heterocigoto?

El promedio de las puntuaciones antes de la intervención es de 0.45, mientras que después de la intervención, el promedio aumenta a 0.85. Esta diferencia de -0.4 sugiere que la intervención tuvo un efecto positivo considerable en las puntuaciones post intervención. El estadístico t calculado es -3.56 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d de 0.796 indica un tamaño de efecto grande, lo que subraya que la intervención tuvo un impacto significativo y robusto en los resultados.

SUMMARY		Alpha		0,05		Hyp Mean		0	
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Cohen d</i>	<i>Effect r</i>	
Pre_10	20	0,45	0,510418						
Post_10	20	0,85	0,366348						
Difference	20	-0,4	0,502625	0,11239	-3,55903	19	0,795822	0,632455532	

T TEST					
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>
One Tail	0,001047411	1,729132812			yes
Two Tail	0,002094822	2,093024054	-0,63524	-0,16476	yes

Figura 120: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 10.

Los valores p obtenidos son mucho menores que el umbral de significancia común de 0.05. El valor p de una cola es 0.0010, y el valor p de dos colas es 0.0021, ambos indicando que la diferencia observada es estadísticamente significativa. El intervalo de confianza para la diferencia media, que varía de -0.635 a -0.165, no incluye el cero, lo que confirma que la mejora observada no es atribuible al azar. La indicación de significancia ("yes") en ambas pruebas destaca que el cambio en el rendimiento es sólido y fiable. En este sentido, estos resultados proporcionan evidencia contundente de que la intervención fue altamente efectiva para mejorar el desempeño de los participantes, sugiriendo que el enfoque aplicado podría ser extremadamente beneficioso en contextos similares donde se busca un impacto significativo en el rendimiento o aprendizaje. La reducción en la variabilidad de las puntuaciones también sugiere que el método utilizado pudo haber estandarizado el rendimiento de los participantes.

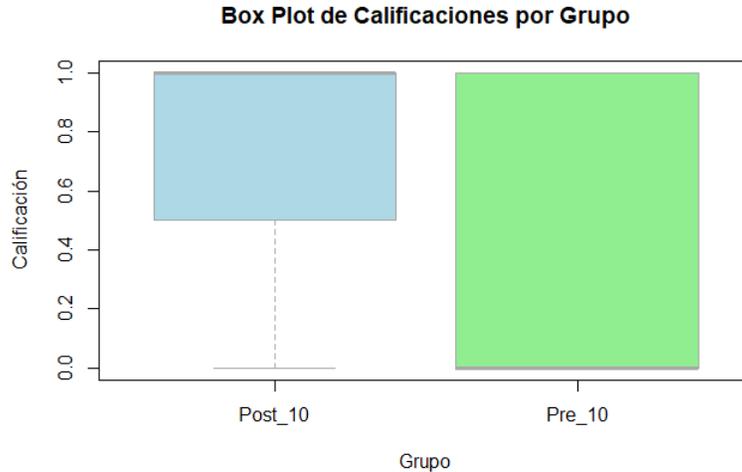


Figura 121: Gráfico de bigotes para la pregunta 10.

3.11. Resultados de la pregunta: Si una enfermedad genética autosómica recesiva se manifiesta solo cuando el individuo tiene dos alelos recesivos (aa), ¿cuál es la probabilidad de que dos portadores (Aa) tengan un hijo afectado?

Antes de la intervención, el grupo Pre_11 presenta un promedio de 0.5, que aumenta a 0.9 tras la intervención. Esta diferencia de -0.4 sugiere un cambio positivo y considerable en las puntuaciones post intervención. El estadístico t calculado es -3.56 con 19 grados de libertad, y el valor de Cohen d de 0.796 indica un tamaño de efecto grande, lo que destaca que la intervención tuvo un impacto significativo en los resultados de los participantes.

SUMMARY			Alpha	0,05	Hyp Mean	0		
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df	Cohen d	Effect r
Pre_11	20	0,5	0,512989					
Post_11	20	0,9	0,307794					
Difference	20	-0,4	0,502625	0,11239	-3,55903	19	0,795822	0,632455532

T TEST					
	p-value	t-crit	lower	upper	sig
One Tail	0,001047411	1,729132812			yes
Two Tail	0,002094822	2,093024054	-0,63524	-0,16476	yes

Figura 122: Resultados de la prueba t de Student pareada para la pregunta 11.

Los valores p obtenidos son muy inferiores al umbral de significancia común de 0.05. El valor p de una cola es 0.0010, y el valor p de dos colas es 0.0021, ambos sugiriendo que la diferencia observada es estadísticamente significativa. El intervalo de confianza para la diferencia

media, que se sitúa entre -0.635 y -0.165, no incluye el cero, lo que confirma que la mejora observada no se debe al azar. La indicación de significancia ("yes") en ambas pruebas subraya la fiabilidad de estos resultados. Estos hallazgos proporcionan evidencia sólida de que la intervención fue altamente efectiva para mejorar el desempeño de los participantes, sugiriendo que el enfoque aplicado tiene un potencial significativo para ser utilizado en contextos similares, donde se busca mejorar el rendimiento de manera sustancial. La reducción en la variabilidad de las puntuaciones sugiere además que el método utilizado pudo haber estandarizado el rendimiento entre los participantes, aumentando la consistencia en los resultados.

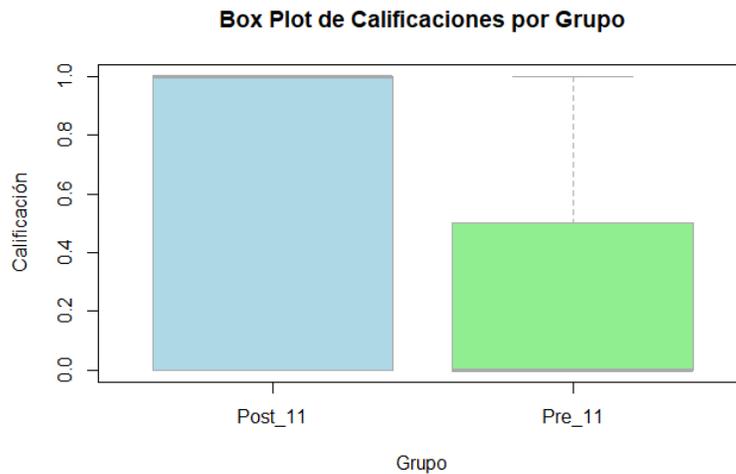


Figura 123: Gráfico de bigotes para la pregunta 11.

3.12. Análisis final de los resultados

El análisis global de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la prueba t de Student pareada en varios grupos muestra una mejora consistente y significativa en el rendimiento de los participantes tras la intervención. En todos los grupos analizados, las medias de las puntuaciones post intervención superan notablemente las medias pre intervención, sugiriendo que las diversas intervenciones implementadas han tenido un impacto positivo en el desempeño de los participantes. Los valores de Cohen d, que indican el tamaño del efecto, son moderados a grandes en cada caso, lo que subraya la efectividad de las intervenciones. Además, los valores p, todos menores al umbral de significancia de 0.05, confirman que las mejoras

observadas no son atribuibles al azar, sino que representan cambios significativos inducidos por las intervenciones.

Estos resultados reflejan la eficacia de los métodos aplicados en los distintos grupos, sugiriendo que las intervenciones no solo mejoraron el rendimiento, sino que también estandarizaron el desempeño, como se indica por la reducción en la variabilidad de las puntuaciones post intervención. La consistencia de los hallazgos a través de los diferentes grupos sugiere que los enfoques utilizados podrían ser replicados con éxito en contextos similares para lograr mejoras significativas en el rendimiento. La disminución en la desviación estándar en las mediciones post intervención indica una mayor uniformidad en la respuesta a las intervenciones, lo que puede ser valioso para la aplicación futura de estos métodos. En resumen, el análisis global de los resultados confirma que las intervenciones fueron efectivas, proporcionando una base sólida para futuras aplicaciones y mejoras en el diseño de estrategias educativas o de entrenamiento.

CONCLUSIONES

En base a los objetivos específicos establecidos para la investigación sobre el Serious Game en un entorno 3D interactivo para fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte, una vez finalizado todo el estudio se definen las siguientes conclusiones:

- Revisión de la literatura: la revisión exhaustiva d permitió identificar los conceptos fundamentales para el desarrollo del Serious Game, abordando áreas clave como los principios de la genética mendeliana, las dificultades comunes en el aprendizaje de estos conceptos, y los beneficios del uso de entornos interactivos y herramientas de Serious Games en el ámbito educativo. La literatura confirma que los juegos serios, combinados con pedagogía adecuada, pueden mejorar la comprensión de temas científicos complejos como la genética mendeliana.
- Dificultades de aprendizaje: se logró caracterizar las principales dificultades que enfrentan los estudiantes universitarios en relación con la genética mendeliana. Entre los problemas más destacados están la abstracción de los conceptos genéticos, la comprensión de la herencia genética y la interpretación de los resultados de cruces mendelianos. Esta identificación fue clave para el diseño del juego, permitiendo la integración de mecánicas que abordaran específicamente estos desafíos y ayudaran a los estudiantes a superarlos mediante la interactividad y la repetición.
- Desarrollo del Serious Game: su desarrollo fue realizado en un entorno 3D interactivo, aplicando la metodología de desarrollo SUM y utilizando el estándar ISO/ICE 29119 para la gestión de pruebas, asegurando que el proceso de creación del juego fuera estructurado y optimizado para la eficiencia y la calidad. El uso de estas herramientas metodológicas permitió crear un producto educativo robusto, con una arquitectura

adecuada para el aprendizaje interactivo y con controles de calidad rigurosos que garantizaron una buena experiencia de usuario.

- Evaluación de eficiencia pedagógica: la evaluación se realizó a través de pruebas pre y post juego cuyos resultados mostraron que la herramienta fue eficiente en mejorar el aprendizaje de los estudiantes sobre genética mendeliana. Los resultados reflejan mejoras significativas en la comprensión de los conceptos clave, lo que confirma la efectividad del videojuego como herramienta pedagógica. Los estudiantes manifestaron un mayor interés y motivación hacia el aprendizaje después de interactuar con el juego, lo que destaca el potencial de este tipo de plataformas en el ámbito educativo.

En conclusión, el Serious Game desarrollado demostró ser una herramienta valiosa para abordar las dificultades de aprendizaje en genética mendeliana, ofreciendo un entorno interactivo y didáctico que facilita la comprensión de conceptos complejos. Los resultados obtenidos validan la implementación de metodologías interactivas para fortalecer el aprendizaje en biotecnología, mostrando que la gamificación educativa tiene un impacto positivo tanto en el desempeño como en la motivación de los estudiantes.

RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las recomendaciones para la investigación "Serious Game en un entorno 3D interactivo para fortalecer el aprendizaje de la genética mendeliana en estudiantes de Biotecnología de la Universidad Técnica del Norte":

- Realizar estudios longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo: si bien las pruebas pre y post juego mostraron mejoras inmediatas en el aprendizaje, sería útil realizar estudios a largo plazo para evaluar si el uso continuo del juego mejora la retención de conocimientos en el tiempo. Además, se podría analizar si este enfoque aumenta el rendimiento académico general en cursos relacionados con la genética.
- Incorporar retroalimentación y adaptabilidad: se recomienda añadir mecanismos de retroalimentación inmediata y personalizada dentro del juego, que se adapten a las habilidades del estudiante. De esta forma, el juego podría ajustar el nivel de dificultad según el progreso del usuario, lo que mejoraría la curva de aprendizaje y ofrecería una experiencia más personalizada y eficaz.
- Implementar un seguimiento detallado del rendimiento: es recomendable añadir herramientas de análisis en el juego que permitan al docente obtener informes detallados sobre el rendimiento de los estudiantes. Esto ayudaría a identificar las áreas de dificultad de cada estudiante y adaptar las clases o tutorías en función de esos resultados.
- Realizar pruebas de usabilidad con diferentes perfiles de usuarios: si bien las pruebas iniciales muestran una buena aceptación del juego, sería útil realizar pruebas de usabilidad con una muestra más diversa de estudiantes, incluyendo aquellos con distintos niveles de habilidad y experiencia con videojuegos. Esto

permitiría ajustar y optimizar la interfaz y las mecánicas del juego para una audiencia más amplia.

Implementar estas recomendaciones contribuiría a mejorar la eficacia del Serious Game y su integración en el entorno educativo, fortaleciendo aún más el aprendizaje de los estudiantes en biotecnología y genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aman, A., Ibrahim, H., Aziz, A., & Mehmood, W. (2022). Impact of workplace safety on employee retention using sequential mediation: evidence from the health-care sector. *RAUSP Management Journal*, 57(2), 182-198. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/5538/553870604006/553870604006.pdf>
- Araujo, I., Velásquez, F., Aguirre, W., López, A., Sarapura, E., & Cornejo, M. (2023). Ataxia-telangiectasia: una revisión desde la etiopatogenia al manejo actual con descripción de casos reportados en Perú. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 86(1), 18-29. doi:<https://doi.org/10.20453/rnp.v86i1.4463>
- Araya, S. (2021). Autoconfianza y actitud hacia la enseñanza del emprendimiento. *Impulsores claves de la intención emprendedora*, 12(2), 63-81. doi:<https://doi.org/10.18861/cied.2021.12.2.3091>
- Báez Perez, C. I., & Clunie Beaufond, C. E. (23 de Junio de 2020). *Technological model for the implementation of a ubiquitous learning process on mobile cloud computing*. Obtenido de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/10364/10946>
- Bellomo, S. (2023). Posibilidad de un constructivismo pedagógico realista. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*(35), 187-209. doi:<https://doi.org/10.17163/soph.n35.2023.06>
- Beltrán, B.-G., González, M., & Rivas, F. (2019). Influencia de aminoácidos provenientes de la dieta en la expresión de genes. *Nutrición Hospitalaria*, 36(1), 173-182. doi:<https://doi.org/10.20960/nh.1986>
- Bravo, J. F., Álvarez, J. A., & Solís, V. E. (2020). Panorama esquemático del marxismo en biología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 15(43), 233-260. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/924/92463087012/92463087012.pdf>
- Construct. (2024). *MAKE GAMES WITH CONSTRUCT 3*. Obtenido de Sitio web Construct: <https://www.construct.net/en>
- Cortés, M. E. (2023). Reflexiones sobre revoluciones bioquímicas: setenta años desde la doble hélice y veinte años desde el Proyecto Genoma Humano. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 57(4), 413-415. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/535/53576293009/53576293009.pdf>
- Doménech, M., & Marbà, A. (2023). Gamificar la evolución: el ecosistema como contexto para la aplicación del pensamiento evolutivo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1). doi:https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1304
- DragonBox. (2024). *DragonBox*. Obtenido de Sitio web DragonBox: <https://dragonbox.com/>
- Foldit. (2024). *Foldit*. Obtenido de Sitio web Foldit: <https://fold.it/>
- Game Maker. (2024). *CREA TU JUEGO*. Obtenido de Sitio web Game Maker: <https://gamemaker.io/es>
- García, A. (2021). Proyecto ludificado para la enseñanza ELE en el aula universitaria japonesa. *Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera*(33). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/921/92167147002/92167147002.pdf>
- García, S. B. (25 de Enero de 2019). *Institute for the Future of Education*. Obtenido de Videojuegos: Una herramienta educativa en potencia: <https://observatorio.tec.mx/edu-news/juegos-y-educacion/>

- Gomez, Y. S. (01 de Mayo de 2020). *Los videojuegos en la educación: Beneficios y perjuicios*. Obtenido de Revista Electrónica Educare: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-42582020000200240
- Gonzalez, P. N., Arias, A. C., Bernal, V., Vallejo-Azar, M. N., Bonfili, N., & Barbeito, J. (2023). Antropología biológica y neurociencias. *Revista argentina de antropología biológica*, 25(1). doi:<https://doi.org/10.24215/18536387e061>
- Gutiérrez, B. E., Gutiérrez, J. P., & Pérez, J. A. (2019). Contribución genética en los trastornos primarios del sueño. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 57(1). Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/4577/457759795003/457759795003.pdf>
- James, C., Torres, M., & Herrera, D. (2022). Biomarcadores moleculares del género salmonella aislada en alimentos. *Revista Salud Uninorte*, 38(3), 858-874. doi:<https://doi.org/10.14482/sun.38.3.641.39>
- Kahoot! (2024). *Kahoot*. Obtenido de Sitio web Kahoot: <https://kahoot.com/>
- Minecraft . (2024). *ENSEÑAR A LOS APRENDICES CÓMO ESTAR SEGUROS EN LÍNEA*. Obtenido de Sitio web Minecraf: <https://education.minecraft.net/es-es>
- Naciones Unidas. (17 de Octubre de 2018). *Objetivos de desarrollo Sostenible*. Obtenido de Objetivos y metas de desarrollo sostenible: https://web.archive.org/web/20230000000000*/https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/
- Navarro, F. J. (2021). LA FORMACIÓN DE INDIVIDUOS BIOLÓGICOS: ARGUMENTOS PARA UN PLURALISMO EPISTÉMICO. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 21(42), 149-174. doi:<https://doi.org/10.18270/rcfc.v21i42.3502>
- Organizacion Mundial de Salud. (12 de Julio de 2021). *Naciones Unidas*. Obtenido de La OMS emite las primeras recomendaciones sobre la edición del genoma humano: <https://news.un.org/es/story/2021/07/1494272#:~:text=Los%20beneficios%20potenciales%20de%20la%20edici%C3%B3n%20del%20genoma,espec%C3%ADficos%20y%20la%20capacidad%20de%20prevenir%20trastornos%20gen%C3%A9ticos.>
- Ortiz, M. L., & Hernández, O. M. (2023). Aprendizaje basado en problemas mediado por una aplicación educativa móvil. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*(69), 43-69. doi:<https://doi.org/10.35575/rvucn.n69a3>
- Páez, J. J. (2023). Exploración del efecto de la integración de herramientas con agentividad en ambientes de aprendizaje. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 33(1), 29-40. doi:<https://doi.org/10.18359/rcin.6286>
- Pérez, M., González, J., López, P., Alcázar, P., Soto, M., Ocampo, A., & Pardo, M. (2023). Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria. Estudio comparativo. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(2). doi:<https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36232>
- React-Native, O. (2022). *React Native: ¿Qué es y para que sirve?* | *OpenWebinars*. Obtenido de <https://openwebinars.net/blog/react-native-que-es-para-que-sirve/>
- Rojas, I. A. (2021). El asesoramiento genético: evolución, actualidad y retos en la era genómica. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 5(e4040). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1804/180469385006/180469385006.pdf>

- Sánchez, M. J., & González, F. (2023). Análisis de los contenidos de Genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. doi:https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2104
- Sánchez, M. J., & González, F. (2023). Análisis de los contenidos de Genética en las pruebas de acceso a la universidad (2010-2019). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2). doi:https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2104
- Santoya, Y., & Puentes, P. (2020). Manifestaciones clínicas de la insensibilidad congénita al dolor. *Revista Salud Uninorte*, 36(1), 178-195. doi:<https://doi.org/10.14482/sun.36.1.616.56>
- Teran, C., Diaz, M. A., & Grandy, G. (2022). Anoniqnia Congénita Asociada a Herencia Autosómica Dominante, Síndrome de Cooks. *Gaceta Médica Boliviana*, 45(1). doi:<https://doi.org/10.47993/gmb.v44i2.237>
- Twine. (2024). *Hire expert designers*. Obtenido de Sitio web Twine: <https://www.twine.net/>
- Unity. (2024). *Empieza a crear*. Obtenido de Sitio web Unity: <https://unity.com/es>
- Unreal Engine. (2024). *Nosotros ponemos la tecnología. Tú pones la magia*. Obtenido de Sitio web Unreal Engine: <https://www.unrealengine.com/es-ES>
- Valero, C., & Berns, A. (2024). Desarrollo de apps de realidad virtual y aumentada para enseñanza de idiomas: un estudio de caso RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia. *Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia*, 27(1). doi:<https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37668>
- Vázquez, N., Ortega, J., Arberas, C., Samaniego, C., V., Skavone, K., . . . Amayra Caro, I. (2023). Alfabetización genética en cuidadores frente a un asesoramiento genético pediátrico, en un hospital público de Buenos Aires. *Interdisciplinaria*, 40(3), 24-25. doi:<https://doi.org/10.16888/interd.2023.40.3.24Alfabetizacióngenéticaencuidadores>
- Yessenia, F. (23 de Diciembre de 2020). *Doapps*. Obtenido de Desarrollo e Innovación en Software: <https://doapps.pe/blog/desarrollo-e-innovacion-en-software/#:~:text=Desarrollo%20e%20Innovaci%C3%B3n%20en%20Software%201%20METODOLOG%C3%8DAS%20DE,DE%20PROYECTOS%20...%204%20ALGUNAS%20SOLUCIONES%20SOFTWARE%20>

ANEXOS

3.13. ANEXO 1. ACTA DE REUNIÓN LEVANTAMIENTO DE REQUISITOS

ACTA DE REUNIÓN No. 01	
Tema: Establecimiento de requerimientos iniciales	
Fecha de la reunión: 14 de junio del 2023	
Objetivos de la reunión: Establecer los requisitos iniciales para el desarrollo del videojuego educativo sobre genética mendeliana y su módulo web asociado.	Integrantes: MSc. Alexander Guevara Vega MSc. Santiago Zarate Baca Sr. Klever Eduardo Villalva López
Descripción: Se realizó la reunión de manera presencial en las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, en la que participaron los MSc. Alexander Guevara Vega y Santiago Zarate Baca y mi persona Klever Villalva López. La reunión tuvo como objetivo principal recopilar información y definir los requisitos técnicos y funcionales tanto para el desarrollo del videojuego como para el módulo web. Se discutieron aspectos clave sobre la gestión de conceptos, ejercicios y evaluaciones dentro del contexto de la enseñanza de genética mendeliana.	
Observación: Preguntas relevantes realizadas: <ol style="list-style-type: none">¿Qué tipo de información se debe mostrar en el videojuego educativo (Serious Game)?<ol style="list-style-type: none">Conceptos clave de genética mendeliana explicados de forma interactiva.Ejercicios prácticos de selección múltiple y actividades interactivas en el laboratorio.Evaluación mediante trivias basadas en los conceptos y ejercicios completados.¿A qué población está dirigido el videojuego?<ol style="list-style-type: none">Estudiantes de secundaria y nivel universitario inicial con dificultades para entender genética mendeliana.Docentes que quieran emplear el videojuego como herramienta didáctica.¿Qué actividades realizarán los usuarios del módulo web?<ol style="list-style-type: none">El administrador podrá gestionar conceptos, ejercicios y evaluaciones.Los usuarios podrán visualizar el progreso y rendimiento de los estudiantes.Los docentes podrán personalizar el contenido del videojuego.	

4. ¿Qué funcionalidades adicionales permitirán realizar el videojuego y el módulo web?

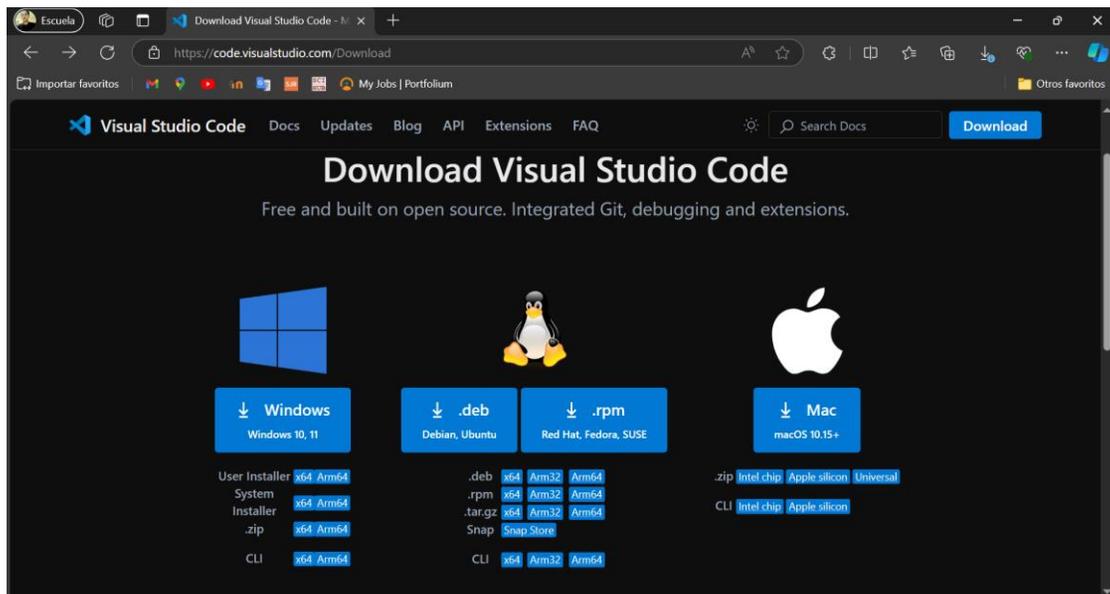
- a) Un sistema de retroalimentación automática al finalizar cada nivel del videojuego.
- b) Reportes de rendimiento académico por usuario.
- c) Visualización y gestión de la base de datos con PostgreSQL a través del módulo web.



3.14. ANEXO 2. MANUAL DE INSTALACIÓN DEL ENTORNO DE TRABAJO

Visual Studio Code

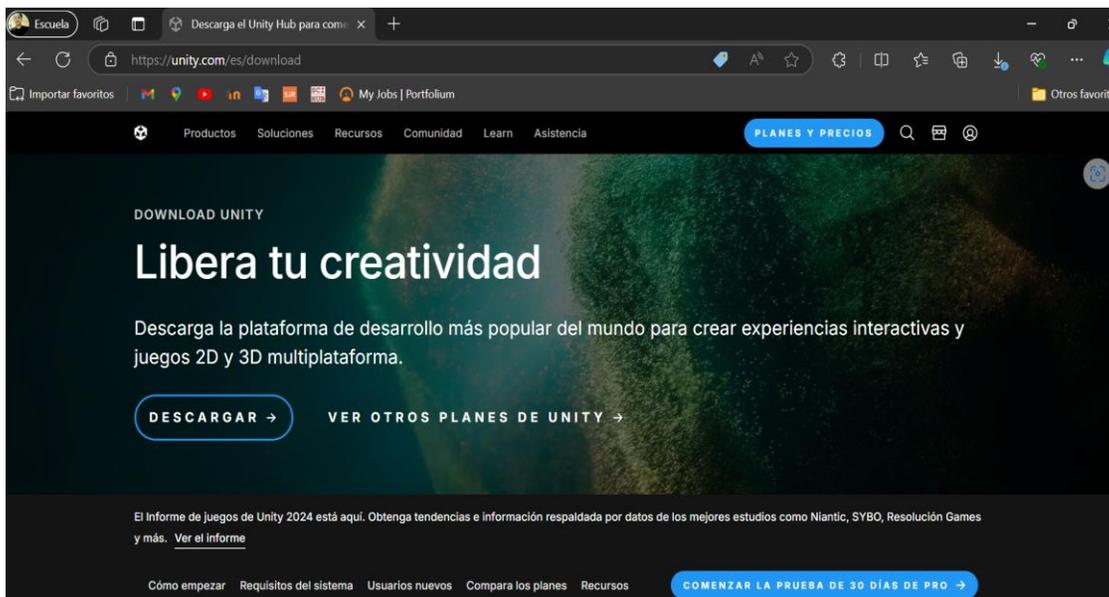
Se debe descargar e instalar Visual Studio Code, un entorno de desarrollo integrado (IDE) que nos permitirá trabajar tanto en el backend como en el frontend de la aplicación. Este IDE ofrece una amplia gama de extensiones y herramientas que facilitan el desarrollo de aplicaciones modernas.

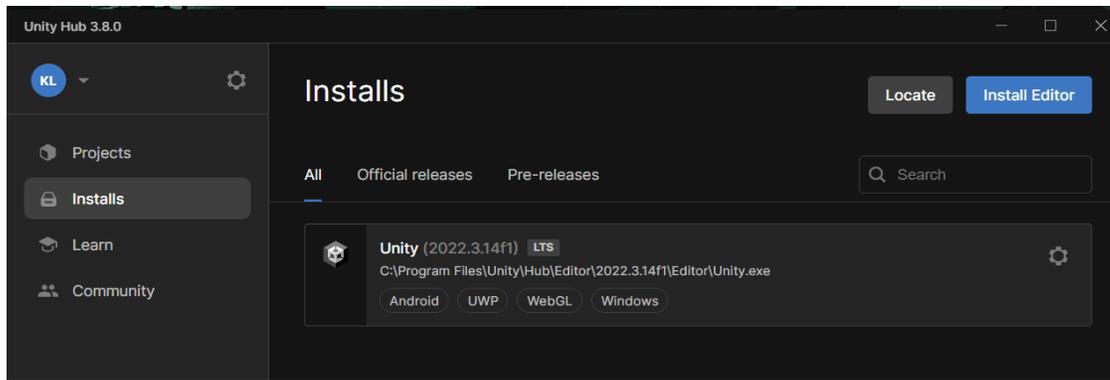


```
1 const express = require('express');
2 const userController = require('../controllers/users');
3 const conceptsController = require('../controllers/concepts');
4 const exercisesController = require('../controllers/exercises');
5 const evaluationController = require('../controllers/evaluacion');
6 const categoriasController = require('../controllers/categorias');
7 const uploads = require('../middleware/uploads');
8 const { destroy } = require('../middleware/destroy');
9 const authenticateToken = require('../middleware/checkAuth');
10 const router = express.Router();
11
12 // Rutas para operaciones CRUD de los usuarios
13 router.get('/getusers', authenticateToken, userController.getAllUsers);
14 router.get('/getusers/:userId', authenticateToken, userController.getUser);
15 router.post('/adduser', authenticateToken, userController.addUser);
16 router.put('/putusers/:userId', authenticateToken, userController.updateUser);
17 router.delete('/deleteusers/:userId', authenticateToken, destroy, userController.deleteUser);
18 router.get('/searchusers', authenticateToken, userController.searchUsers);
19
20 // Rutas para operaciones CRUD de los conceptos
21 router.post('/postconcepts', authenticateToken, uploads.single('imagen'), conceptsController.addConcept);
22 router.get('/getconcepts/', conceptsController.getAllConcepts);
23 router.get('/concepts/:concepto_id', conceptsController.getConceptById);
24 router.put('/edit/:concepto_id', authenticateToken, uploads.single('imagen'), conceptsController.updateConcept);
25 router.delete('/deleteconcepts/:concepto_id', authenticateToken, destroy, conceptsController.deleteConcept);
26 router.get('/categorias', conceptsController.getAllCategories);
27 router.get('/concepts-activos', conceptsController.getActiveConcepts);
```

Unity

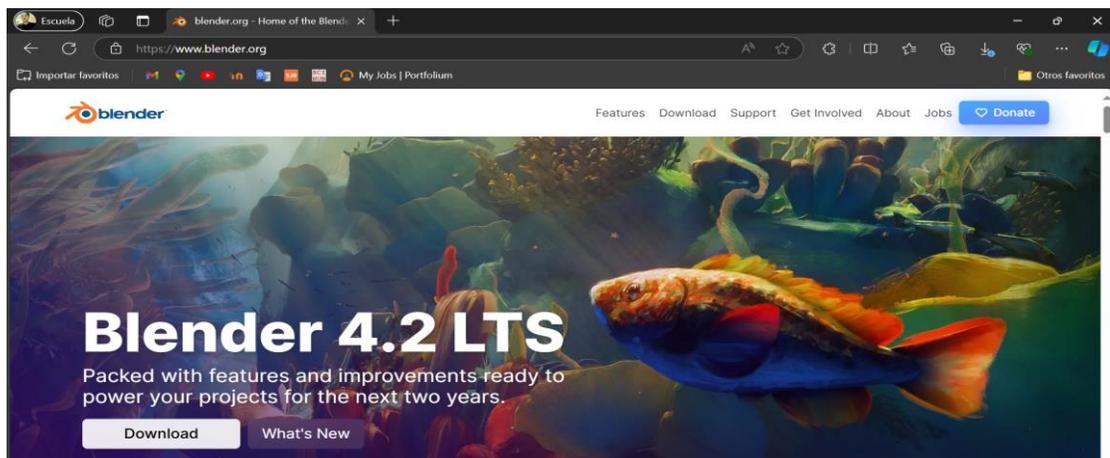
Se debe descargar e instalar Unity, una plataforma de desarrollo robusta y flexible que permite crear videojuegos interactivos y aplicaciones 3D. Unity nos proporcionará las herramientas necesarias para desarrollar el videojuego educativo, gestionando tanto el aspecto gráfico como la lógica del juego. Este motor es ideal para la creación de entornos interactivos debido a su capacidad para manejar gráficos en tiempo real y su amplio soporte para scripts en C#.

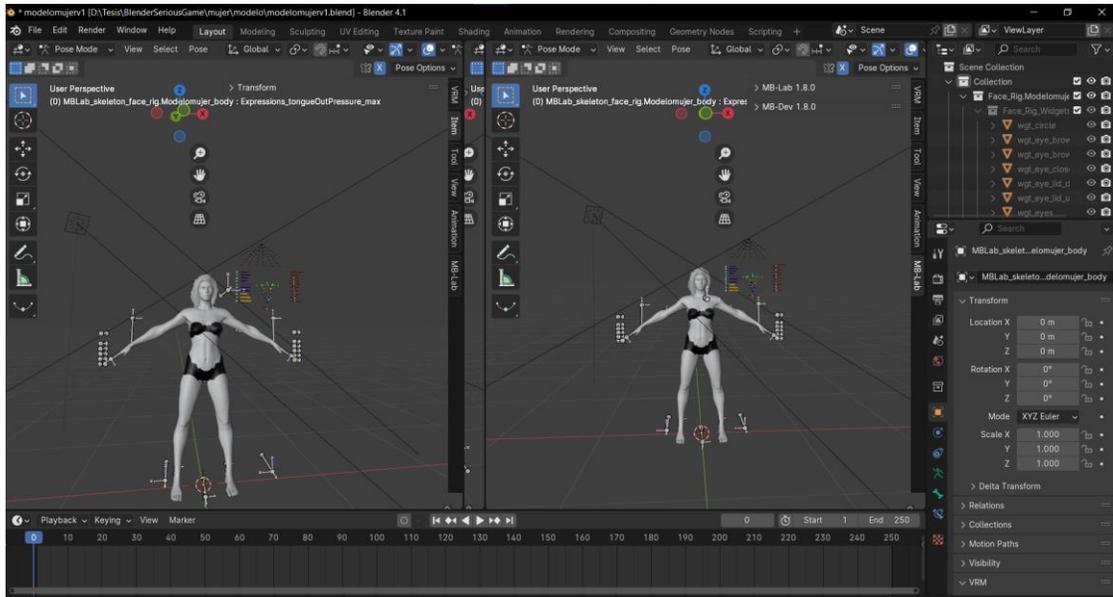




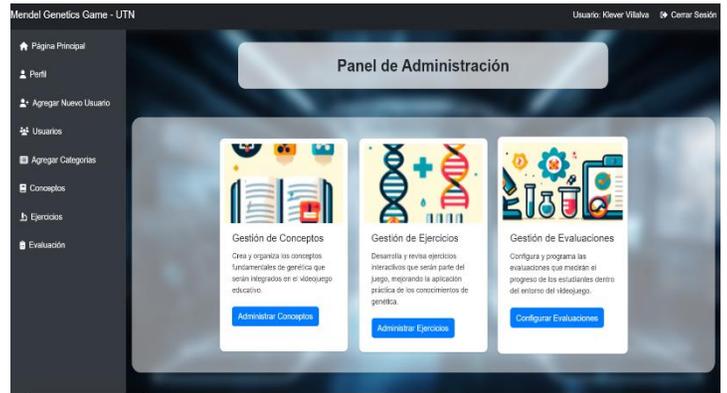
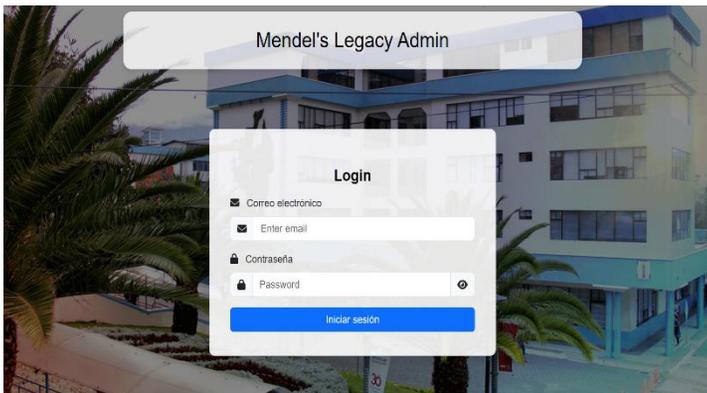
Blender

Se debe descargar e instalar Blender, un software de código abierto especializado en la creación de modelos 3D y animaciones. Blender será fundamental para el desarrollo de los personajes y elementos visuales del videojuego educativo. Con sus herramientas avanzadas de modelado, texturizado y animación, este programa permite diseñar y animar personajes, entornos y otros elementos gráficos que formarán parte del mundo interactivo del juego.





3.15. ANEXO 3. INTERFACES DEL MODULO WEB



Administración de Usuarios


[+ Agregar Usuario](#)

#	Nombre	Email	Rol	Fecha de Registro	Acciones
1	Klever Villalva	kevillalval@utn.edu.ec	administrador	17/5/2024	
2	Alexander Guevara	aguevara@utn.edu.ec	docente	28/5/2024	

« < 1 > »

Panel de Administración de Conceptos

[+ Agregar Concepto](#)

#	Título	Descripción	Imagen	Categoría	Estado	Acciones
1	Ley de la Independencia	La ley de la independencia de Mendel afirma que los alelos de diferentes genes se distribuyen de manera independiente unos de otros en la formación de gametos. Esto significa que la herencia de un rasgo no afecta la herencia de otro, siempre y cuando los genes no estén ligados.		Principios Básicos	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Dominancia Completa	En la dominancia completa, un alelo dominante enmascara completamente la presencia de un alelo recesivo en el fenotipo. Es el tipo de herencia más común en los experimentos de Mendel.		Principios Básicos	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Dominancia Incompleta	La dominancia incompleta ocurre cuando el fenotipo de los heterocigotos es intermedio entre los fenotipos de los homocigotos. Un ejemplo es la flor rosa que resulta del cruce de flores rojas y blancas. Durante la fecundación, los gametos se combinan al azar, restaurando el par de alelos en el descendiente.		Principios Básicos	<input checked="" type="checkbox"/>	

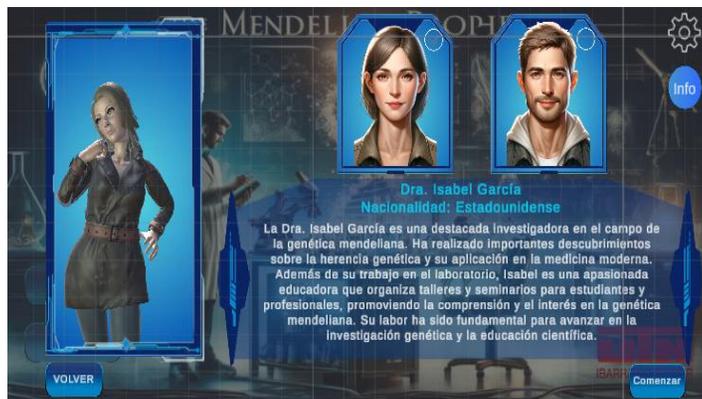
Panel de Administración de Ejercicios

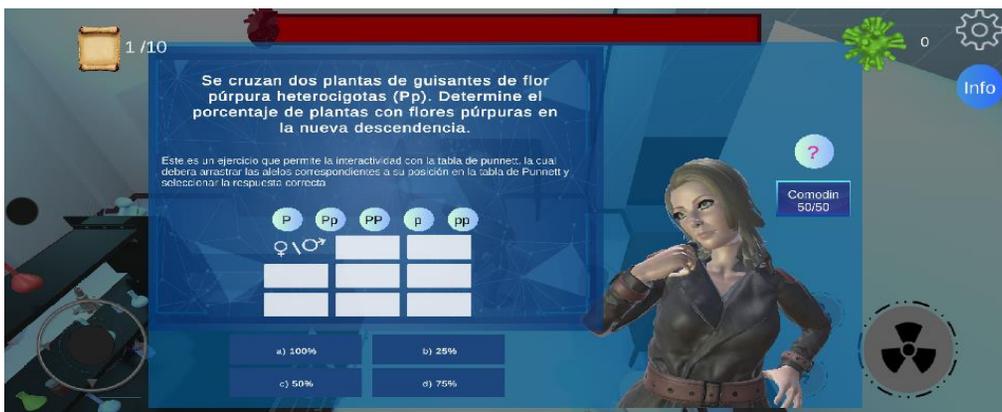
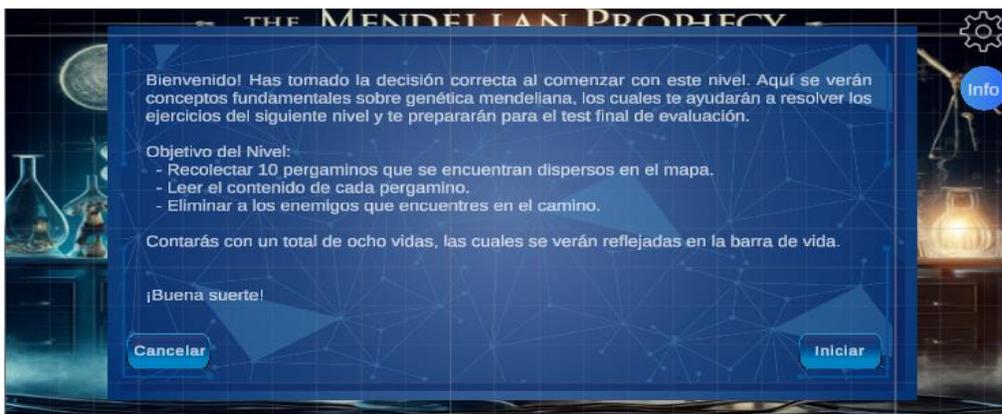
[+ Agregar Ejercicio](#)

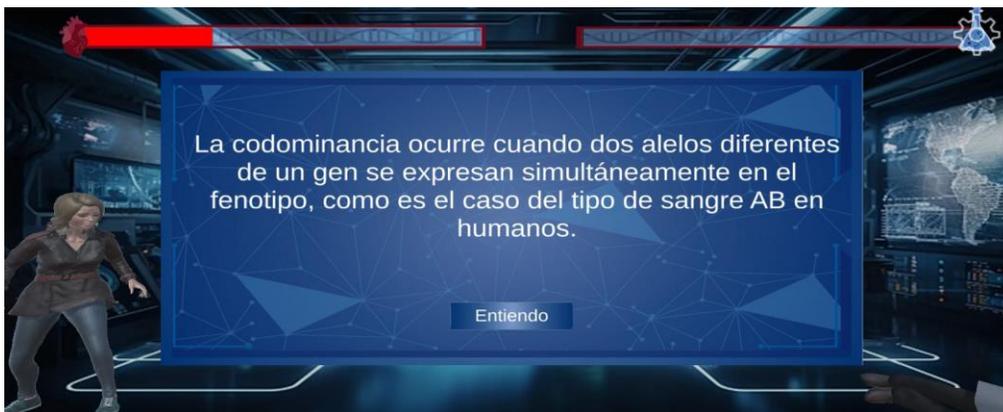
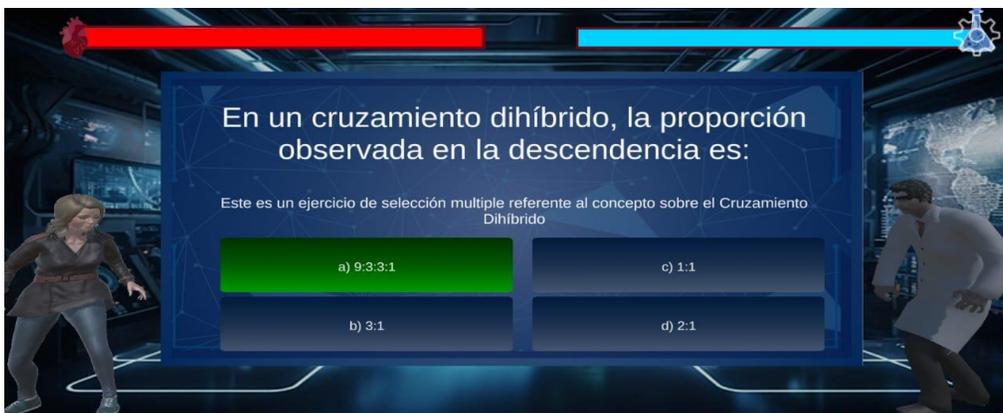
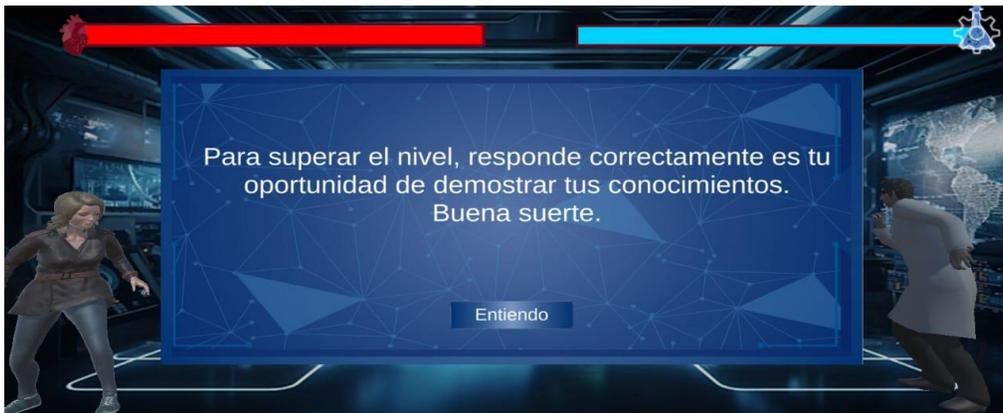
#	Pregunta	Imagen	Tipo de Ejercicio	Detalles	Explicación Solución	Opciones	Punnett	Estado	Acciones
1	¿Qué proporción de la descendencia de un cruce entre un individuo homocigoto dominante (AA) y un individuo heterocigoto (Aa) mostrará el fenotipo dominante?		Selección Múltiple	Este ejercicio es de selección múltiple sobre Genética Mendeliana	En un cruce entre un homocigoto dominante (AA) y un heterocigoto (Aa), toda la descendencia mostrará el fenotipo dominante porque al menos uno de los alelos será dominante en cada caso.	a) 25%(Incorrecta) b) 50%(Incorrecta) c) 75%(Incorrecta) d) 100%(Correcta)	x =	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	¿Qué es la herencia ligada al sexo?		Selección Múltiple	Este ejercicio es de selección múltiple sobre	La herencia ligada al sexo se refiere a los rasgos cuyos genes están ubicados en los	a) Rasgos cuyos genes están ubicados en los autosomas (Incorrecta) b) Rasgos cuyos genes	x =	<input checked="" type="checkbox"/>	

Panel de Administración de Evaluación										
Buscar por pregunta			Seleccionar Filtro			Seleccionar Estado			Buscar	
#	Pregunta	Imagen	Tipo de Pregunta	Detalles	Explicación Solución	Opciones	Estado	Concepto	Ejercicio Asociado	Acciones
1	Durante la formación de gametos, según la Ley de la Segregación de Mendel, cada gameto lleva:		Selección Múltiple	Este es un ejercicio de selección múltiple referente a al concepto sobre la Ley de la Segregación	Según la Ley de la Segregación, durante la meiosis, los alelos de un par se separan y cada gameto recibe solo un alelo de cada par, asegurando la diversidad genética en la descendencia.	a) Dos alelos por cada gen. (Incorrecta) b) Alelos idénticos. (Incorrecta) c) Solo un alelo de cada par. (Correcta) d) Un cromosoma completo. (Incorrecta)	<input checked="" type="checkbox"/>	Ley de la Segregación	N/A	
2	La Ley de la		Selección	Este es un	La Ley de la	a) La	<input checked="" type="checkbox"/>	Ley de la	N/A	

3.16. ANEXO 4. INTERFACES DEL SERIOUS GAME 3D







3.17. ANEXO 5. ENCUESTA DE SATISFACCIÓN PRODUCTO MINIMO VIABLE

<https://forms.office.com/Pages/ShareFormPage.aspx?id=aRS-jZzHIU6dQ8pl2enEdX0OAGjj7R1Amx4Ntnf5kQIUMkJVNIISVIFEUjIBSVRCVetMNVVTRVRFTS4u&sharetoken=4gfirlsQ6iurggriilWz>

3.18. ANEXO 6. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE RENDIMIENTO

Resultados de Caso de prueba 1: Tiempos de carga.

REDMI 13 C

#	Nivel	Tiempos de carga esperados	Tiempos de carga obtenidos	Comentarios
1	Pantalla de inicio	6 segundos	6 segundos	El tiempo de carga para la pantalla de inicio es exactamente lo esperado, proporcionando una buena experiencia de usuario.
2	Nivel 1 (Conceptos)	6 segundos	7 segundos	El tiempo de carga del Nivel 1 es ligeramente más largo de lo esperado, pero aun dentro de un rango aceptable.
3	Nivel 2 (Ejercicios)	8 segundos	7 segundos	El tiempo del nivel 2 es más rápido de lo esperado, lo cual es positivo y mejora la experiencia de usuario.
5	Nivel 3 (Evaluación)	6 segundos	5 segundos	El tiempo de carga del Nivel 3 es más rápido de lo esperado proporcionando una transición suave y fluida entre niveles.

Samsung s21

#	Nivel	Tiempos de carga esperados	Tiempos de carga obtenidos	Comentarios
1	Pantalla de inicio	6 segundos	6 segundos	El tiempo de carga para la pantalla de inicio es exactamente lo esperado, proporcionando una excelente experiencia de usuario.
2	Nivel 1 (Conceptos)	6 segundos	5 segundos	El tiempo de carga del Nivel 1 es más rápido de lo esperado, lo cual es positivo y mejora la experiencia de usuario.
3	Nivel 2 (Ejercicios)	8 segundos	6 segundos	El tiempo de carga del Nivel 2 es más rápido de lo esperado, proporcionando una transición suave y eficiente entre niveles.
5	Nivel 3 (Evaluación)	6 segundos	5 segundos	El tiempo de carga del Nivel 3 es más rápido de lo esperado,

				ofreciendo una buena experiencia de usuario con transiciones rápidas.
--	--	--	--	---

Honor x7a

#	Nivel	Tiempos de carga esperados	Tiempos de carga obtenidos	Comentarios
1	Pantalla de inicio	6 segundos	6 segundos	El tiempo de carga para la pantalla de inicio es exactamente lo esperado, proporcionando una excelente experiencia de usuario.
2	Nivel 1 (Conceptos)	6 segundos	5 segundos	El tiempo de carga del Nivel 1 es más rápido de lo esperado, lo cual es positivo y mejora la experiencia de usuario.
3	Nivel 2 (Ejercicios)	8 segundos	7 segundos	El tiempo de carga del Nivel 2 es más rápido de lo esperado, proporcionando una transición suave y eficiente entre niveles.
5	Nivel 3 (Evaluación)	6 segundos	5 segundos	El tiempo de carga del Nivel 3 es más rápido de lo esperado, ofreciendo una buena experiencia de usuario con transiciones rápidas.

Resultados de caso de prueba 2: Consistencia de Framerate (FPS)

Dispositivo	Nivel	FPS Esperado	FPS Obtenido	Estabilidad FPS	Comentarios
Redmi 13 C	Juego Completo	> 30 FPS	30 FPS	98%	<ul style="list-style-type: none"> Los datos muestran que el FPS es 30, lo cual está en el límite mínimo aceptable para experiencia de juego fluida. La estabilidad del FPS es muy buena, con un 98%, lo que indica que el juego mantiene una tasa de cuadros consistente sin muchas fluctuaciones.
Samsung s22	Juego Completo	>30 FPS	30 FPS	99%	<ul style="list-style-type: none"> Los datos muestran que el FPS es de 30, lo cual esta en el límite mínimo aceptable para experiencia de juego fluida. La estabilidad del FPS es excelente, con un 99%, lo que indica que el juego mantiene una tasa de refresco muy consistente sin fluctuaciones significativas.
Honor X7a	Juego Completo	>30 FPS	30 FPS	87%	<ul style="list-style-type: none"> Los datos muestran que el FPS es 30, lo cual está en el límite mínimo aceptable para experiencia de juego fluida. La estabilidad del FPS es buena, con un 87%, lo que indica que el juego mantiene una tasa de cuadros relativamente consistente.

Resultados de Caso de prueba 3: Uso de recursos

Dispositivo	Nivel	Uso de CPU	Uso de memoria promedio	Uso de memoria máxima	Uso de batería	Comentarios
Redmi 13 C	Juego Completo	5.30%	463 MB	592 MB	4% durante 9 minutos	<ul style="list-style-type: none"> El uso de CPU es bastante bajo, con un 5.30% El uso de memoria promedio es de 463 MB, con un uso máximo de 592 MB, lo cual es adecuado considerando que la memoria total disponible es de 7.9 GB. El uso de la batería es del 4% durante 9 minutos, lo que sugiere un consumo de aproximadamente el 27% del batería continuo. Este nivel es razonable para un juego móvil y permite sesiones de juego

						prolongadas sin agotamiento excesivo de la batería.
Samsung s21	Juego Completo	2.91%	483 MB	551 MB	5% durante 13 minutos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El uso de CPU es muy bajo, con un 2,91%. ▪ El uso de memoria promedio es de 435 MB, con un uso máximo de 507 M, lo cual es adecuado considerando que la memoria total disponible es de 5.9 GB. ▪ El uso de la batería es del 5% durante 13 minutos, lo que sugiere un consumo de batería de 33% de la batería en una hora de juego continuo. Este nivel es razonable para un juego móvil y permite sesiones de juego prolongadas sin agotamiento excesivo de batería.
Honor X7a	Juego Completo	10.15%	435 MB	507 MB	4% durante 9 minutos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El uso de CPU es medio, con un 10.15%. ▪ El uso de memoria promedio es de 435 MB, con un máximo de 507 MB, con un uso máximo de 07 MB, lo cual es adecuado considerando que la memoria total es de 5.9 GB. ▪ El uso de batería es de 4% durante 9 minutos, lo que sugiere un consumo aproximado de aproximadamente 27% de la batería en una hora de juego continuo. Este nivel de consumo es razonable para un juego y permite sesiones de juego prolongados sin agotamiento excesivo de la batería.

Graficas de Redmi 13C

Jira Summary Metrics All Metrics Markers

The Mendelian Prophecy
 com.DefaultCompany.SeriousGameKV
 Versión: 0.1
 Última actualización: 05-Jul-2024 23:53:23

23100RN82L
 Xiaomi
 Versión de SO: 14
 GPU: ARM Mali-G52 MC2

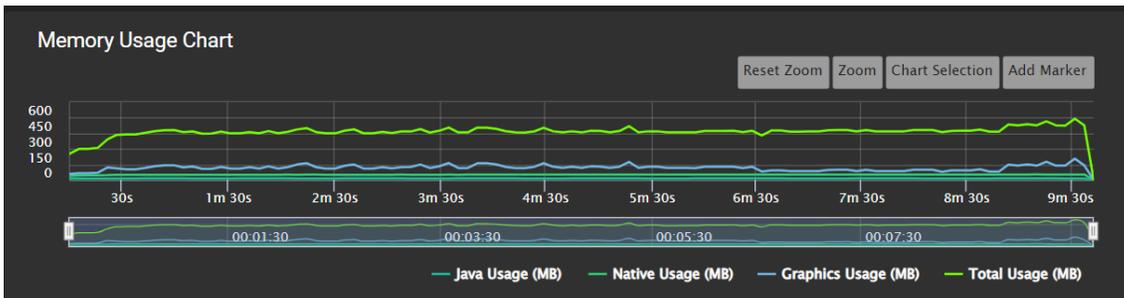
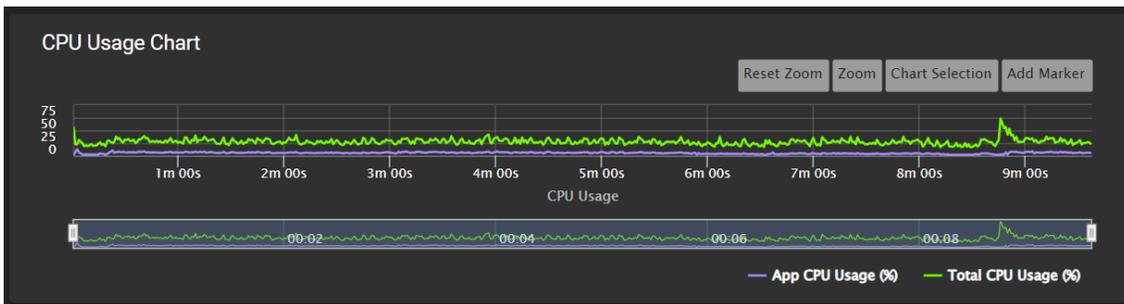
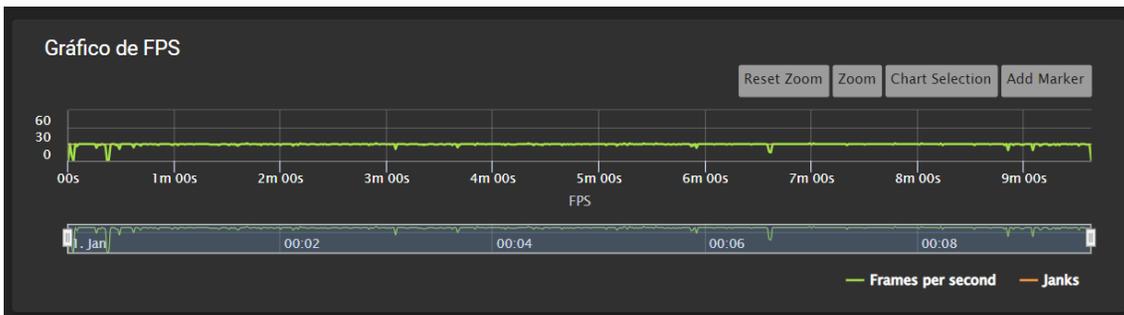
Información de la Sesión

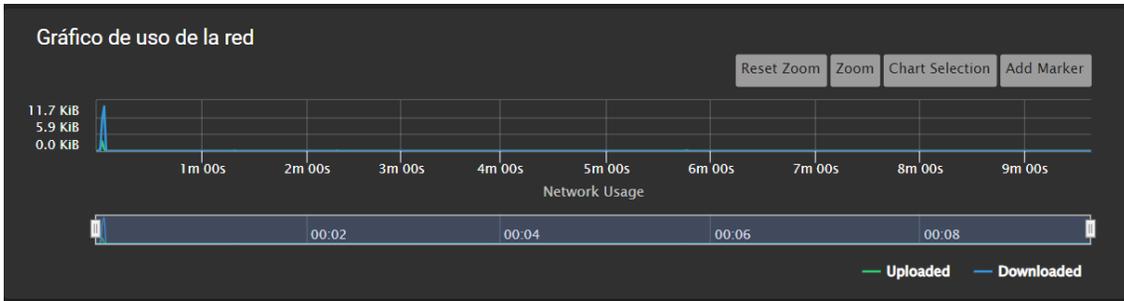
Session Title
 Redmi 13 C

Usuario
 kevilalval@utn.edu.ec

Recording Software
 Desktop 1.28.2.9174(d556808):ee2f3beandroidv8

FPS mediano 30 FPS	Estabilidad FPS 98%
Estimated Playtime Device Charging	Average Draw Device Charging
Uso de CPU 5.30%	Uso de GPU 0%
Uso de memoria promedio 463 MB / 7.9 GB	Uso de memoria máxima 592 MB / 7.9 GB
Total de datos descargados 26.7 KiB	Total de datos subidos 5.0 KiB





Graficas Samsung S21

The Mendelian Prophecy
com.DefaultCompany.SeriousGameKV

Versión: **0.1**
Última actualización: **07-Jul-2024 18:38:47**

SM-G990E
Samsung

Versión de SO: **14**
GPU: **ARM Mali-G78**

Información de la Sesión

Session Title
Samsung S21

Usuario
kevilalval@utn.edu.ec

Recording Software
Desktop 1.28.2.9174(d556808).ee2f3beandroidv8

FPS mediano
30 FPS

Estabilidad FPS
99%

Estimated Playtime
Device Charging

Average Draw
Device Charging

Uso de CPU
2.91%

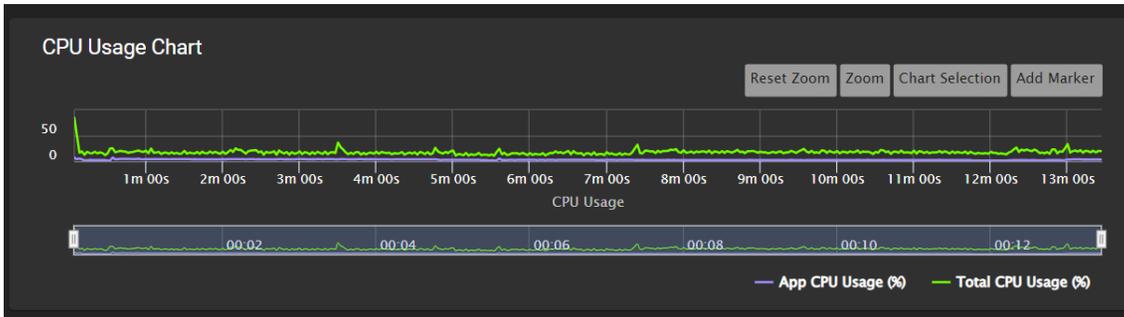
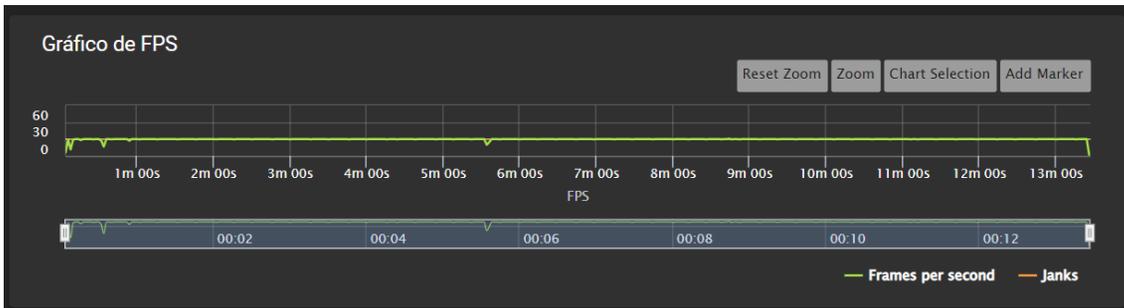
Uso de GPU
8.49%

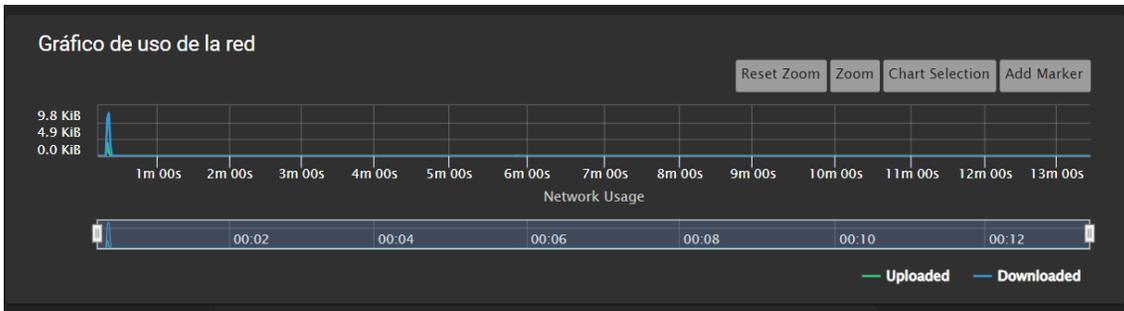
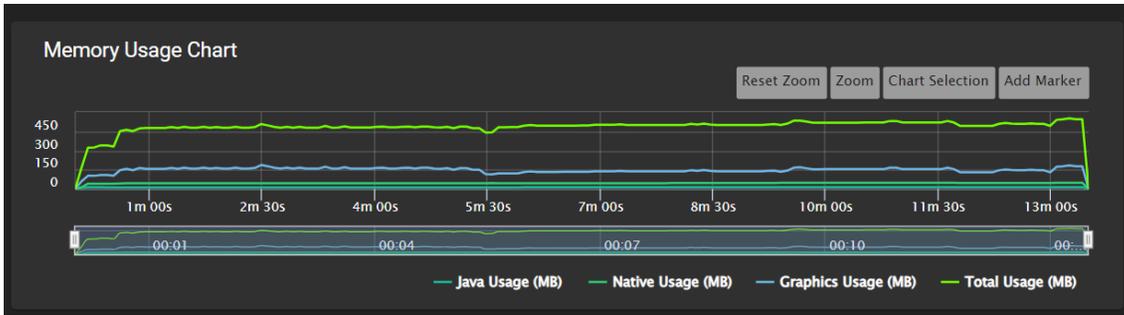
Uso de memoria promedio
483 MB / 7.5 GB

Uso de memoria máxima
551 MB / 7.5 GB

Total de datos descargados
26.8 KiB

Total de datos subidos
5.2 KiB





Gráficas Honor X7a

GameBench Web Dashboard

web.gamebench.net/dashboard/user/sessions/9ea2f65d-9af1-4713-aa4f-e8707f496e33/Summary

Klever Villalva | Trial signup - kevilalval@utn.edu.ec

Dashboard Projects Aplicaciones Dispositivos Sesiones Analysis My Data

Filter Jira

Summary Metrics All Metrics Markers

The Mendelian Prophecy
com.DefaultCompany.SeriousGameKV
Versión: 0.1
Última actualización: 06-Jul-2024 03:31:32

RKY-LX3
HONOR
Versión de SO: 12
GPU: Imagination Technologies PowerVR Rogue G6820

Información de la Sesión

Session Title: Honor x7a

Usuario: kevilalval@utn.edu.ec

Recording Software: Desktop 1.28.2.9174(d556808):androidv7

Session Duration: 9m 00s

Red móvil: Claro

FPS mediano: 30 FPS

Estabilidad FPS: 87%

Estimated Playtime: Device Charging

Average Draw: Device Charging

Uso de CPU: 10.15%

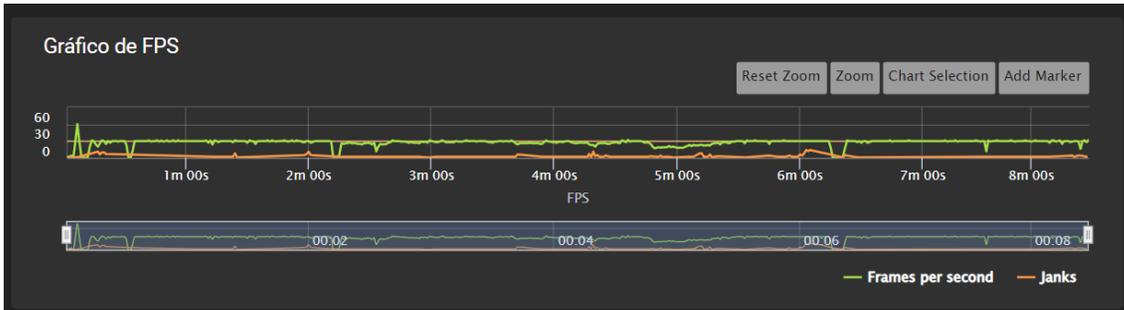
Uso de GPU: 0%

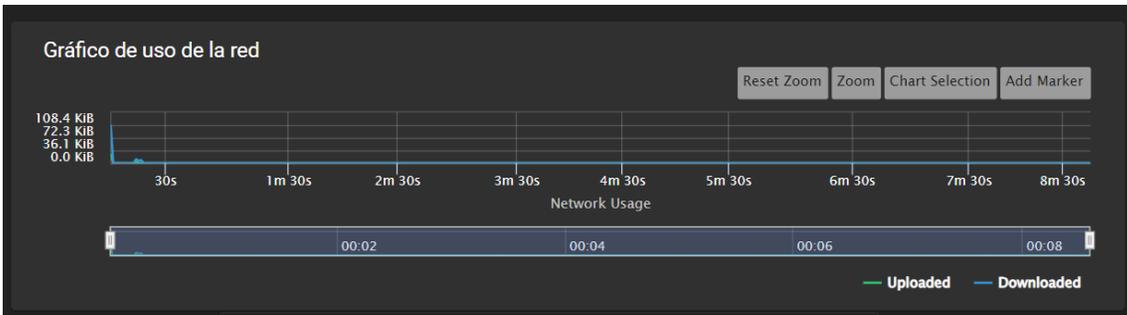
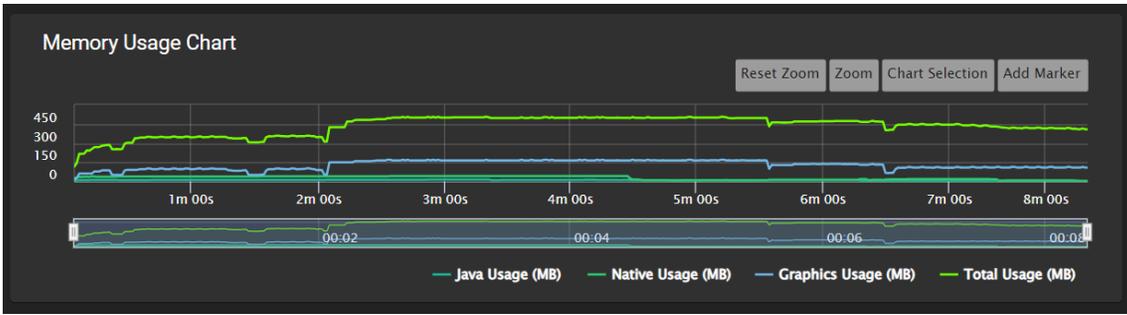
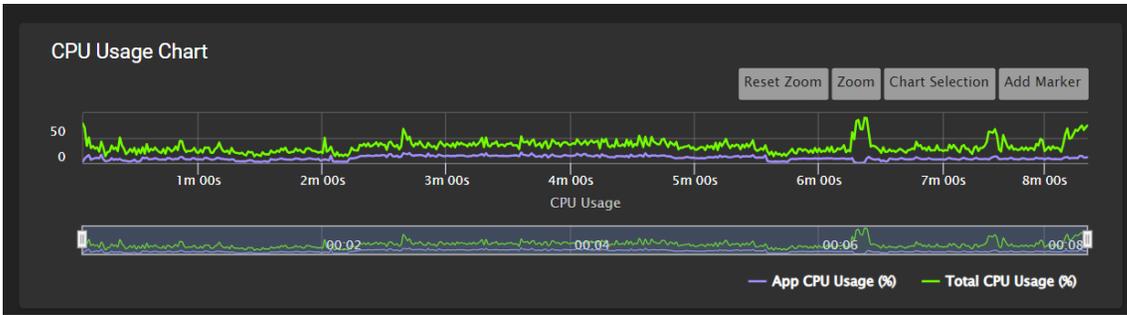
Uso de memoria promedio: 435 MB / 5.9 GB

Uso de memoria máxima: 507 MB / 5.9 GB

Total de datos descargados: 133.9 KiB

Total de datos subidos: 29.4 KiB



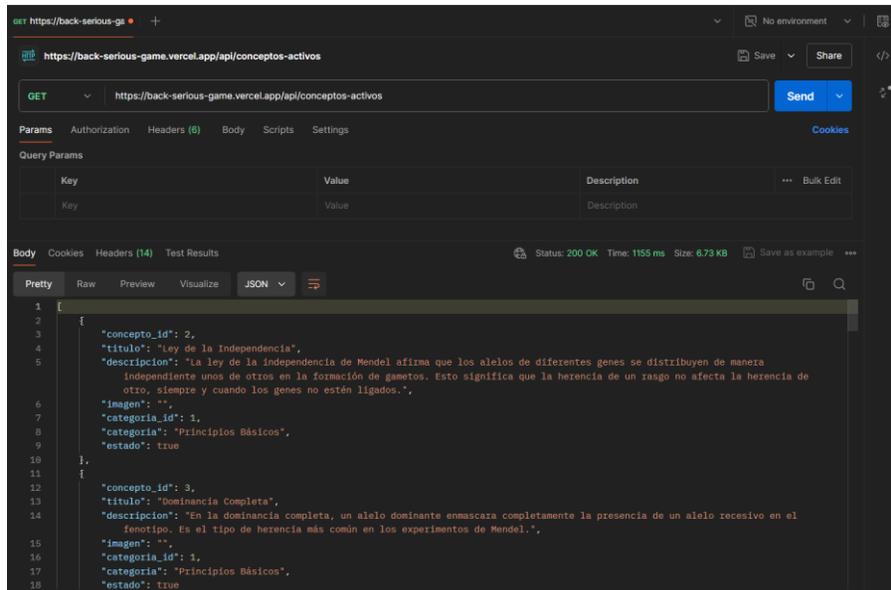


3.19. ANEXO 7. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE INTEGRACIÓN

MÓDULO DE CONCEPTOS

GET “Obtener todos los conceptos activos”

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/conceptos-activos>



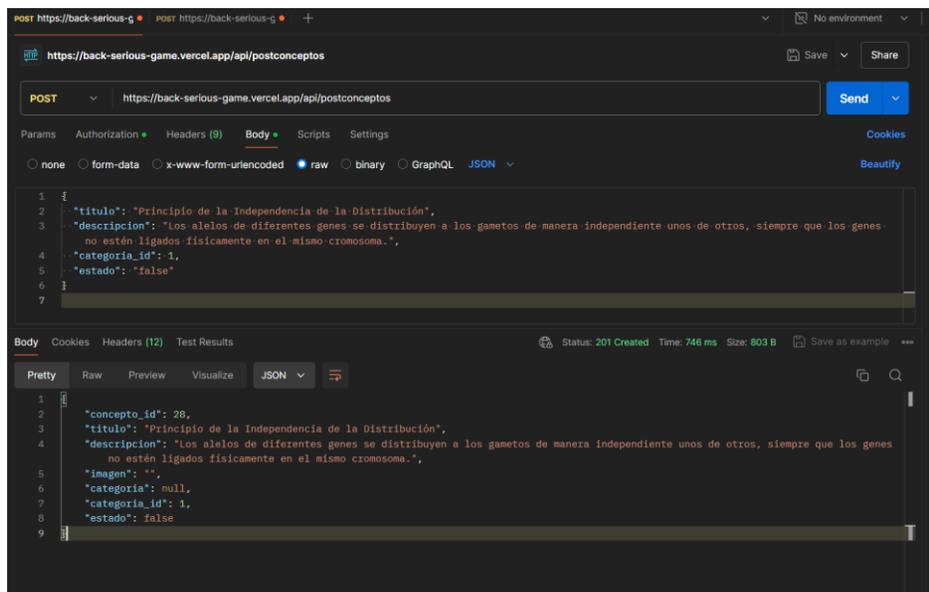
```
GET https://back-serious-game.vercel.app/api/conceptos-activos

Status: 200 OK Time: 1155 ms Size: 6.73 KB

[
  {
    "concepto_id": 2,
    "titulo": "Ley de la Independencia",
    "descripcion": "La ley de la independencia de Mendel afirma que los alelos de diferentes genes se distribuyen de manera independiente unos de otros en la formaci\u00f3n de gametos. Esto significa que la herencia de un rasgo no afecta la herencia de otro, siempre y cuando los genes no est\u00e9n ligados.",
    "imagen": "",
    "categoria_id": 1,
    "categoria": "Principios B\u00e1sicos",
    "estado": true
  },
  {
    "concepto_id": 3,
    "titulo": "Dominancia Completa",
    "descripcion": "En la dominancia completa, un alelo dominante enmascara completamente la presencia de un alelo recesivo en el fenotipo. Es el tipo de herencia m\u00e1s com\u00fan en los experimentos de Mendel.",
    "imagen": "",
    "categoria_id": 1,
    "categoria": "Principios B\u00e1sicos",
    "estado": true
  }
]
```

POST “Agregar un concepto”

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/postconceptos>



```
POST https://back-serious-game.vercel.app/api/postconceptos

Body: raw

{
  "titulo": "Principio de la Independencia de la Distribuci\u00f3n",
  "descripcion": "Los alelos de diferentes genes se distribuyen a los gametos de manera independiente unos de otros, siempre que los genes no est\u00e9n ligados f\u00edsicamente en el mismo cromosoma.",
  "categoria_id": 1,
  "estado": "false"
}

Status: 201 Created Time: 746 ms Size: 803 B

{
  "concepto_id": 28,
  "titulo": "Principio de la Independencia de la Distribuci\u00f3n",
  "descripcion": "Los alelos de diferentes genes se distribuyen a los gametos de manera independiente unos de otros, siempre que los genes no est\u00e9n ligados f\u00edsicamente en el mismo cromosoma.",
  "imagen": "",
  "categoria": null,
  "categoria_id": 1,
  "estado": false
}
```

PUT “Editar el concepto”

Api: https://back-serious-game.vercel.app/api/edit/:concepto_id

The screenshot shows a REST client interface for a PUT request to `https://back-serious-game.vercel.app/api/edit/28`. The request body is form-data with the following fields:

Key	Value
descripción	Los alelos de diferentes genes se distribuyen a los ga...
categoria_id	1
estado	false

The response is a JSON object:

```
1 {
2   "concepto_id": 28,
3   "titulo": "Principio de la Independencia de la Distribución - Este código fue actualizado correctamente",
4   "descripcion": "Los alelos de diferentes genes se distribuyen a los gametos de manera independiente unos de otros, siempre que los genes
5     no estén ligados físicamente en el mismo cromosoma.",
6   "imagen": null,
7   "categoria_id": 1,
8   "estado": false
9 }
```

DELETE “Eliminar el concepto”

Api: https://back-serious-game.vercel.app/api/deleteconceptos/:concepto_id

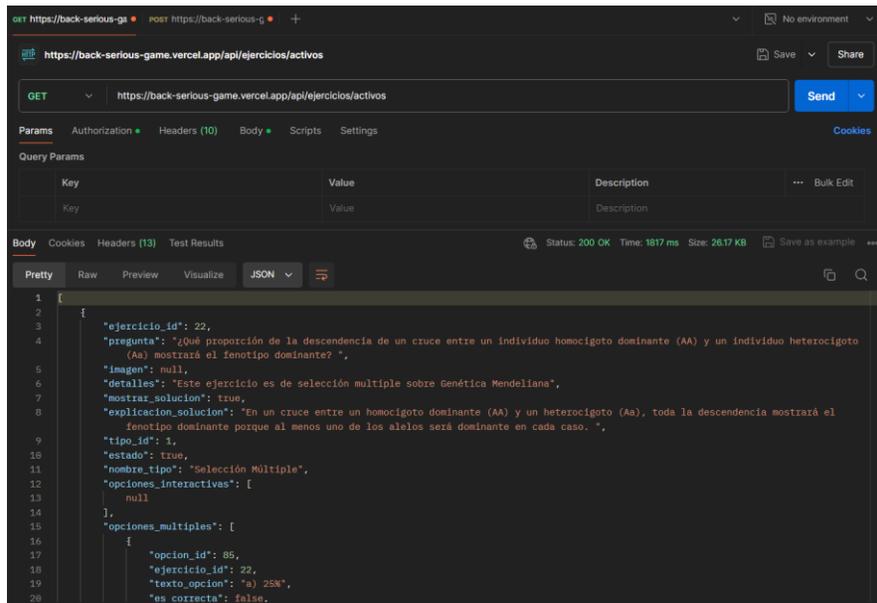
The screenshot shows a REST client interface for a DELETE request to `https://back-serious-game.vercel.app/api/deleteconceptos/28`. The request is authenticated with a Bearer Token: `eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ...`. The response is a JSON object:

```
1 {
2   "message": "Concepto eliminado exitosamente",
3   "concept": {
4     "concepto_id": 28,
5     "titulo": "Principio de la Independencia de la Distribución - Este código fue actualizado correctamente",
6     "descripcion": "Los alelos de diferentes genes se distribuyen a los gametos de manera independiente unos de otros, siempre que los
7       genes no estén ligados físicamente en el mismo cromosoma.",
8     "imagen": null,
9     "categoria_id": 1,
10    "estado": false
11  }
12 }
```

MÓDULO DE EJERCICIOS

GET “Obtener todos los ejercicios activos”

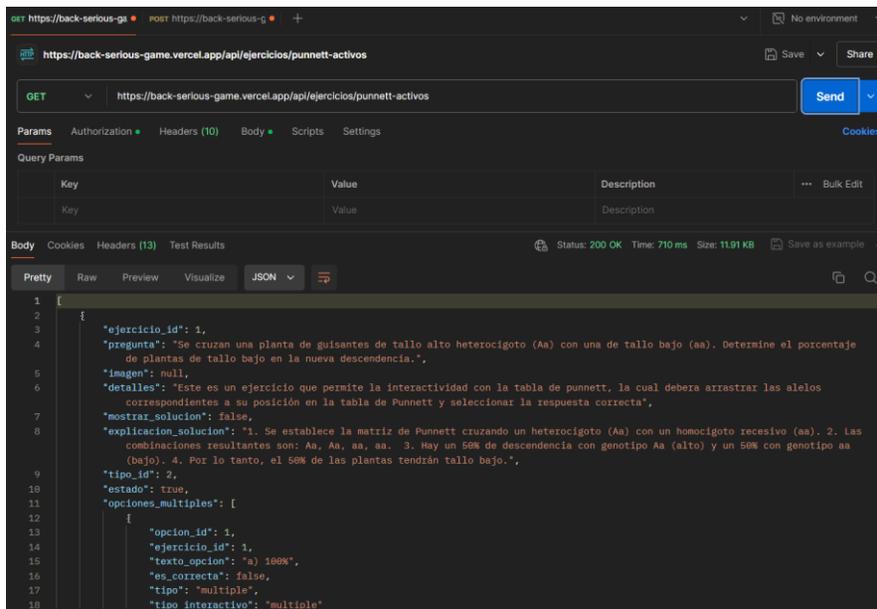
Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/ejercicios/activos>



```
1 {
2   {
3     "ejercicio_id": 22,
4     "pregunta": "¿Qué proporción de la descendencia de un cruce entre un individuo homocigoto dominante (AA) y un individuo heterocigoto (Aa) mostrará el fenotipo dominante? ",
5     "imagen": null,
6     "detalles": "Este ejercicio es de selección múltiple sobre Genética Mendeliana.",
7     "mostrar_solucion": true,
8     "explicacion_solucion": "En un cruce entre un homocigoto dominante (AA) y un heterocigoto (Aa), toda la descendencia mostrará el fenotipo dominante porque al menos uno de los alelos será dominante en cada caso. ",
9     "tipo_id": 1,
10    "estado": true,
11    "nombre_tipo": "Selección Múltiple",
12    "opciones_interactivas": [
13      null
14    ],
15    "opciones_multiples": [
16      {
17        "opcion_id": 85,
18        "ejercicio_id": 22,
19        "texto_opcion": "a) 25%",
20        "es_correcta": false,
```

GET “Obtener los ejercicios de Punnett”

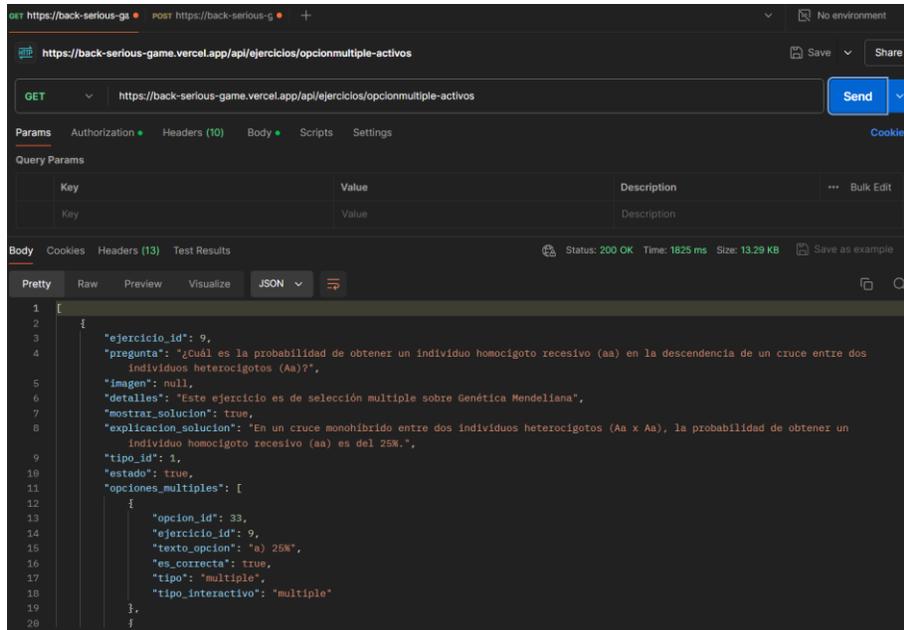
Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/ejercicios/punnett-activos>



```
1 {
2   {
3     "ejercicio_id": 1,
4     "pregunta": "Se cruzan una planta de guisantes de tallo alto heterocigoto (Aa) con una de tallo bajo (aa). Determine el porcentaje de plantas de tallo bajo en la nueva descendencia.",
5     "imagen": null,
6     "detalles": "Este es un ejercicio que permite la interactividad con la tabla de punnett, la cual deberá arrastrar los alelos correspondientes a su posición en la tabla de Punnett y seleccionar la respuesta correcta",
7     "mostrar_solucion": false,
8     "explicacion_solucion": "1. Se establece la matriz de Punnett cruzando un heterocigoto (Aa) con un homocigoto recesivo (aa). 2. Las combinaciones resultantes son: Aa, Aa, aa, aa. 3. Hay un 50% de descendencia con genotipo Aa (alto) y un 50% con genotipo aa (bajo). 4. Por lo tanto, el 50% de las plantas tendrán tallo bajo.",
9     "tipo_id": 2,
10    "estado": true,
11    "opciones_multiples": [
12      {
13        "opcion_id": 1,
14        "ejercicio_id": 1,
15        "texto_opcion": "a) 100%",
16        "es_correcta": false,
17        "tipo": "multiple",
18        "tipo_interactivo": "multiple"
```

GET “Obtener los ejercicios de selección múltiple”

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/ejercicios/opcionmultiple-activos>

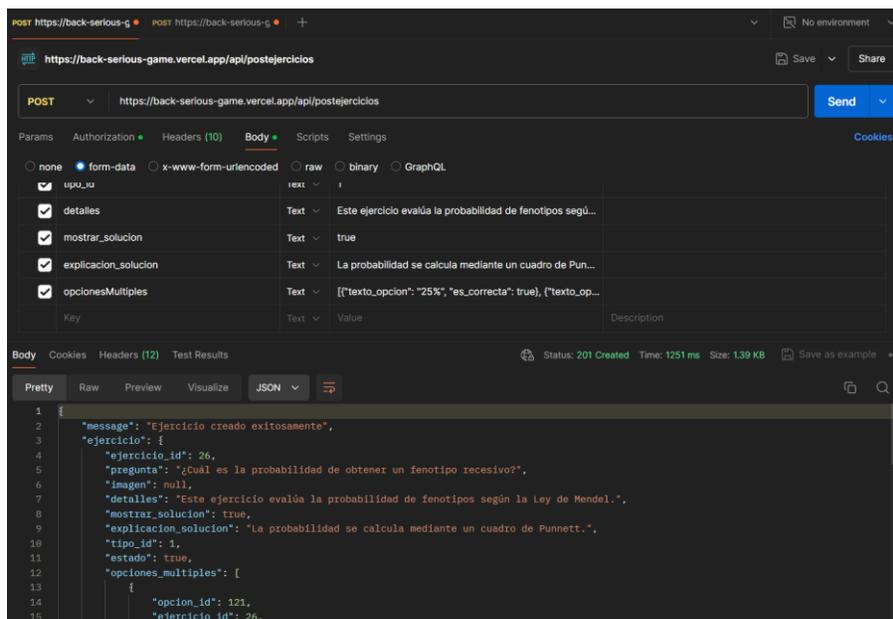


```
1 {
2   "ejercicio_id": 9,
3   "pregunta": "¿Cuál es la probabilidad de obtener un individuo homocigoto recesivo (aa) en la descendencia de un cruce entre dos individuos heterocigotos (Aa)?",
4   "imagen": null,
5   "detalles": "Este ejercicio es de selección múltiple sobre Genética Mendeliana",
6   "mostrar_solucion": true,
7   "explicacion_solucion": "En un cruce monohibrido entre dos individuos heterocigotos (Aa x Aa), la probabilidad de obtener un individuo homocigoto recesivo (aa) es del 25%.",
8   "tipo_id": 1,
9   "estado": true,
10  "opciones_multiples": [
11    {
12      "opcion_id": 33,
13      "ejercicio_id": 9,
14      "texto_opcion": "a) 25%",
15      "es_correcta": true,
16      "tipo": "multiple",
17      "tipo_interactivo": "multiple"
18    }
19  ],
20 }
```

POST “Agregar un ejercicio”

Para esta prueba creamos un ejercicio de selección múltiple.

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/postejercicios>



```
1 {
2   "message": "Ejercicio creado exitosamente",
3   "ejercicio": {
4     "ejercicio_id": 26,
5     "pregunta": "¿Cuál es la probabilidad de obtener un fenotipo recesivo?",
6     "imagen": null,
7     "detalles": "Este ejercicio evalúa la probabilidad de fenotipos según la Ley de Mendel.",
8     "mostrar_solucion": true,
9     "explicacion_solucion": "La probabilidad se calcula mediante un cuadro de Punnett.",
10    "tipo_id": 1,
11    "estado": true,
12    "opciones_multiples": [
13      {
14        "opcion_id": 121,
15        "ejercicio_id": 26,
```

PUT “Editar el ejercicio”

Para probar el editar el ejercicio creado anteriormente y lo cambiaremos a ejercicio interactivo (Punnett)

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/updateejercicio/:ejercicioId>

The screenshot shows a REST client interface for a PUT request to the endpoint `https://back-serious-game.vercel.app/api/updateejercicio/26`. The request body is a form with the following fields:

Field	Type	Value
detalles	Text	Este ejercicio evalúa la probabilidad de fenotipos usan...
mostrar_solucion	Text	true
explicacion_solucion	Text	La probabilidad se calcula utilizando un cuadro de Pun...
opcionesMultiples	Text	[{"texto_opcion": "25%", "es_correcta": true}, {"texto_op...
matrizPunnett	Text	[{"alelo1": "A", "alelo2": "a", "resultado": "Aa"}, {"alelo1": "...

The response body is a JSON object:

```
1 {
2   "message": "Ejercicio actualizado exitosamente",
3   "ejercicio": {
4     "ejercicio_id": 26,
5     "pregunta": "¿Cuál es la probabilidad de obtener un fenotipo recesivo usando un cuadro de Punnett?",
6     "imagen": null,
7     "detalles": "Este ejercicio evalúa la probabilidad de fenotipos usando un cuadro de Punnett.",
8     "mostrar_solucion": true,
9     "explicacion_solucion": "La probabilidad se calcula utilizando un cuadro de Punnett.",
10    "tipo_id": 2,
11    "estado": null,
12    "nombre_tipo": "Punnett",
13    "opciones_interactivas": [
14      null
15    ],
16    "opciones_multiples": [
17      ]
18  }
19 }
```

DELETE “Eliminar el ejercicio”

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/deleteejercicio/:ejercicioId>

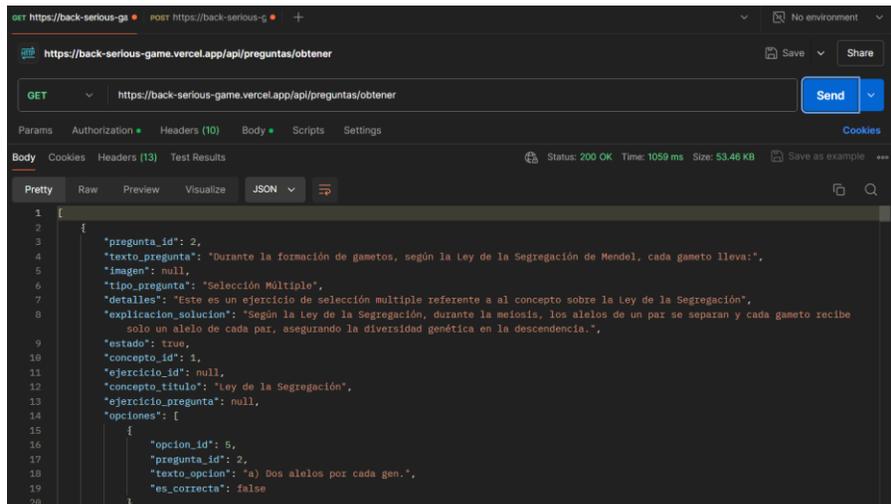
The screenshot shows a REST client interface for a DELETE request to the endpoint `https://back-serious-game.vercel.app/api/deleteejercicio/26`. The response body is a JSON object:

```
1 {
2   "message": "Ejercicio eliminado exitosamente"
3 }
```

MÓDULO DE EVALUACIÓN

GET “Obtener todos los conceptos activos”

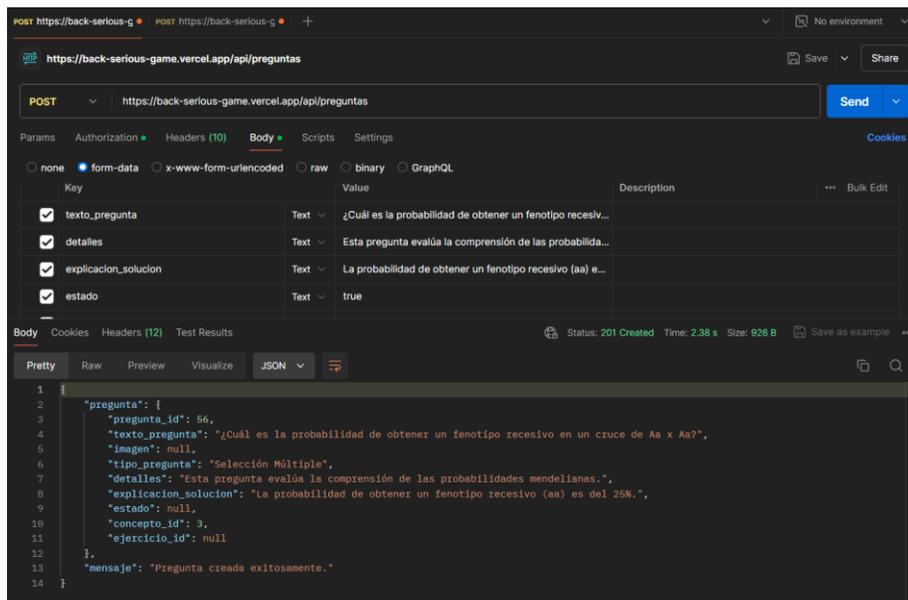
Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/evaluaciones/activos>



```
1 {
2   {
3     "pregunta_id": 2,
4     "texto_pregunta": "Durante la formación de gametos, según la Ley de la Segregación de Mendel, cada gameto lleva.",
5     "imagen": null,
6     "tipo_pregunta": "Selección Múltiple",
7     "detalles": "Este es un ejercicio de selección múltiple referente a al concepto sobre la Ley de la Segregación",
8     "explicacion_solucion": "Según la Ley de la Segregación, durante la meiosis, los alelos de un par se separan y cada gameto recibe solo un alelo de cada par, asegurando la diversidad genética en la descendencia.",
9     "estado": true,
10    "concepto_id": 1,
11    "ejercicio_id": null,
12    "concepto_titulo": "Ley de la Segregación",
13    "ejercicio_pregunta": null,
14    "opciones": [
15      {
16        "opcion_id": 5,
17        "pregunta_id": 2,
18        "texto_opcion": "a) Dos alelos por cada gen.",
19        "es_correcta": false
20      }
21    ]
22  }
23 }
```

POST “Agregar un concepto”

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/preguntas>



Key	Value	Description
<input checked="" type="checkbox"/> texto_pregunta	Text	¿Cuál es la probabilidad de obtener un fenotipo recesiv...
<input checked="" type="checkbox"/> detalles	Text	Esta pregunta evalúa la comprensión de las probabilidad...
<input checked="" type="checkbox"/> explicacion_solucion	Text	La probabilidad de obtener un fenotipo recesivo (aa) e...
<input checked="" type="checkbox"/> estado	Text	true

```
1 {
2   "pregunta": {
3     "pregunta_id": 56,
4     "texto_pregunta": "¿Cuál es la probabilidad de obtener un fenotipo recesivo en un cruce de Aa x Aa?",
5     "imagen": null,
6     "tipo_pregunta": "Selección Múltiple",
7     "detalles": "Esta pregunta evalúa la comprensión de las probabilidades mendelianas.",
8     "explicacion_solucion": "La probabilidad de obtener un fenotipo recesivo (aa) es del 25%.",
9     "estado": null,
10    "concepto_id": 3,
11    "ejercicio_id": null
12  },
13  "mensaje": "Pregunta creada exitosamente."
14 }
```

PUT “Editar el concepto”

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/preguntas/:preguntald>

The screenshot shows a REST client interface for a PUT request to the endpoint `https://back-serious-game.vercel.app/api/preguntas/56`. The request body is a JSON object with the following fields:

Field	Type	Value
texto_pregunta	Text	¿Cuál es la probabilidad de obtener un fenotipo recesiv...
detalles	Text	Esta pregunta evalúa la comprensión de las probabildi...
explicacion_solucion	Text	La probabilidad de obtener un fenotipo recesivo (aa) e...
estado	Text	true
concepto_id	Text	6

The response body is a JSON object:

```
1 {
2   "pregunta": {
3     "pregunta_id": 56,
4     "texto_pregunta": "¿Cuál es la probabilidad de obtener un fenotipo recesivo en un cruce de Aa x Aa? Actualizado",
5     "imagen": null,
6     "tipo_pregunta": "Selección Múltiple",
7     "detalles": "Esta pregunta evalúa la comprensión de las probabilidades mendelianas.",
8     "explicacion_solucion": "La probabilidad de obtener un fenotipo recesivo (aa) es del 25%.",
9     "estado": null,
10    "concepto_id": 6,
11    "ejercicio_id": null
12  },
13  "mensaje": "Pregunta actualizada exitosamente."
14 }
```

DELETE “Eliminar el concepto”

Api: <https://back-serious-game.vercel.app/api/preguntas/:preguntald>

The screenshot shows a REST client interface for a DELETE request to the endpoint `https://back-serious-game.vercel.app/api/preguntas/56`. The response body is a JSON object:

```
1 {
2   "mensaje": "Pregunta eliminada exitosamente."
3 }
```