



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

“BIODISEA”, un juego de roles como estrategia en gamificación para la enseñanza-aprendizaje de conceptos en evolución biológica.

Bryan Moreno López

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2025

“BIODISEA”, un juego de roles como estrategia en gamificación para la enseñanza-aprendizaje de conceptos en evolución biológica.

Bryan Moreno López

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Directora

Ed. D., Diana María Farías Camero

Línea de Investigación:

Aprendizaje de las ciencias y secuencias de enseñanza-aprendizaje como innovaciones para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2025

Vivan con orgullo y la frente en alto, no permitas que tus miedos y debilidades te alejen de tus objetivos. Mantén tu corazón ardiendo no importa que pase sigue avanzando y no te rindas a pesar de haberte caído recuerda que el tiempo no espera a nadie, no te hará compañía ni compartirá tus penas.

Kokoro wo moyase genkai wo koeru

Agradecimientos

A Dios, quien me ha dado los talentos, el propósito, el llamado y ha guiado mi camino hasta aquí. Aquel que ha sido refugio en la incertidumbre, su gracia me ha acompañado cada día, ha dado aliento y renovado mis fuerzas, he corrido y no me he cansado gracias a Él. Hemos peleado la buena batalla.

A mi familia, a mi padre Geovanni, quien con su ejemplo como maestro también, ha inspirado mi camino como docente y sobre todo el de apasionar a otros por nuestras disciplinas; A mi madre Carmenza quien, con su amor, bondad, entrega total, apoyo incondicional y soporte en cada aspecto de mi vida ha hecho que llegue hasta este nivel. A mi hermana Jand, quien siempre ha sido mi fuente de inspiración y motivación más profunda por ser el mejor, gracias por ser mi primera aprendiz en la vida.

A mis amigos que han acompañado este proceso (Julián, Alejandra, Camilo, María Paula, Andrea, Juliana, Natalia, Camila, Juan David, Diana, Camilo Z) y colegas (Santiago, David, Camila) cuya entrega, pasión y autenticidad me han inspirado a dar siempre lo mejor de mí. Gracias por las conversaciones, por los debates, en ustedes he encontrado no solo colaboración, sino también hermandad.

Al Nuevo Gimnasio Cristiano y al Gimnasio Fontana, por permitirme crear un proyecto que retaba lo convencional y ofrecía una propuesta arriesgada. Gracias por creer en este proyecto.

A mis estudiantes, quienes durante años me han retado a buscar constantemente cómo ejercer mejor esta profesión. Su curiosidad, sus preguntas inesperadas, sus silencios y entusiasmos me han enseñado más de lo que cualquier libro podría contener. Son el motivo vivo de cada intento por hacer la ciencia significativa, cercana y humana.

A la profe Diana María Farías, gracias por ser más que una guía académica. Tu rigurosidad, tu mirada crítica y tu paciencia con la formación de quienes elegimos este oficio, me han dejado huella profunda. Gracias por acompañarme con firmeza y humanidad, por señalarme los caminos posibles sin imponer rutas, tu confianza me permitió explorar mis ideas con libertad. Has sido una maestra en el más amplio y noble sentido de la palabra: no solo por lo que sabes, sino por cómo lo compartes. Esta tesis no sería la misma sin tu guía, y yo no sería el mismo sin tu ejemplo.

Finalmente, pero nunca menos importante, a mi mejor amiga Andrea, quien ha sido luz en los momentos de sombra y fuerza en los días de duda. Su presencia ha llegado como palabra oportuna, como abrazo que no pide explicación, como risa que devuelve esperanza y como compañía genuina que sostiene, impulsa y transforma. En cada instante compartido me has recordado que no se camina solo y que los sueños se conquistan con valentía, amor y propósito. Gracias por encender en mí el fuego que me inspira a ser mejor y por mostrarme que el corazón encuentra su verdadero sentido en la compañía sincera. Gracias por ser sol de mañanita, bosque y mar. ***Te quiero y amo infinito.***

Resumen

Esta investigación presenta el diseño y aplicación de *Biodisea*, un juego de rol orientado a la enseñanza de la evolución biológica en estudiantes de noveno y décimo. El proyecto surgió como alternativa a la clase tradicional y atravesó cuatro ediciones en las que se ajustaron mecánicas, dinámicas y componentes hasta consolidar un modelo replicable. Además, se evaluó el efecto de la gamificación en la motivación estudiantil, evidenciando mayor participación, interés y disposición para profundizar en los temas de clase. Aunque no todos los objetivos conceptuales se alcanzaron, el juego permitió comprender con mayor claridad procesos como mutaciones y selección natural, al tiempo que introdujo nociones de deriva génica y flujo génico. En conclusión, *Biodisea* mostró efectos positivos en la enseñanza de la evolución y se plantea como una estrategia prometedora que merece seguir desarrollándose e investigándose.

Palabras clave: Evolución biológica, Gamificación, Estrategia didáctica, Enseñanza de la Biología, Enseñanza de la evolución.

Abstract

“BIODISEA”, a role-playing game as a gamification strategy for the teaching and learning of concepts in biological evolution.

This research presents the design and implementation of *Biodisea*, a gamified role-playing game aimed at teaching biological evolution to ninth and tenth grade students. The project emerged as an alternative to traditional instruction and went through four editions in which mechanics, dynamics, and components were refined to consolidate a replicable model. The study also evaluated the impact of gamification on student motivation, revealing greater participation, interest, and willingness to explore class topics in depth. Although not all conceptual objectives were achieved, the game enhanced the understanding of processes such as mutations and natural selection while introducing notions of genetic drift and gene flow. In conclusion, *Biodisea* showed positive effects on the teaching of evolution and is proposed as a promising strategy that deserves further development and research.

Keywords: Biological evolution, Gamification, Teaching strategy, Biology teaching, Evolution teaching.

Contenido

Pág.

Tabla de contenido

1. Marco teórico.....	18
1.1 Enseñanza de la evolución.....	18
1.1.1 Una mirada histórica y epistemológica de la teoría de la evolución.....	18
1.1.2 La evolución biológica como eje estructurante de las ciencias de la vida.....	27
1.1.3 Desafíos conceptuales, culturales y didácticos en la enseñanza de la evolución.....	28
1.1.3.1 Barreras conceptuales.....	28
1.1.3.2 Culturales.....	30
1.1.3.3 Didácticos.....	32
1.2 Gamificación.....	34
1.2.1 Ludificación y gamificación.....	36
1.2.2 Elementos de la gamificación.....	38
1.2.3 Los RPG.....	43
2. Metodología.....	46
2.1 Personas con las que se trabaja.....	47
2.2 Instrumentos de recolección de datos.....	47
2.2.1 Observación.....	48
2.2.2 Acción.....	50
2.2.3 Reflexión.....	55
3. Resultados y análisis.....	57
3.1 Juego de rol “Biodisea”.....	57
3.1.1 Biodisea 1.0.....	59
3.1.2 Biodisea 2.0.....	61
3.1.3 Biodisea 3.0.....	69
3.1.4 “Biodisea” reflexiones finales.....	79
3.2 Las transformaciones de motivación en el aula gamificada.....	82
3.2.1 Motivación previa a la sesión.....	82
3.2.2 Motivación durante la sesión.....	85
3.2.3 Motivación posterior a la sesión.....	87
3.2.4 Reflexiones finales.....	88
3.3 Desarrollo de competencias científicas a través del juego.....	92
3.3.1 Lo que sabían los estudiantes.....	92
3.3.2 Transformaciones en las competencias científicas posteriores a la gamificación.....	99
3.3.3 Reflexiones finales sobre la estrategia de gamificación en proceso de enseñanza-aprendizaje.....	104
3.3.4 Reflexiones y perspectivas del docente.....	110
4. Conclusiones y recomendaciones.....	111
4.1 Conclusiones.....	111
4.2 Recomendaciones.....	111

Lista de figuras

Figura 1. Estructura del proceso de diseño de juegos según la distinción de dos ejes: juego/jugar (<i>gaming/playing</i>) y todo/partes (<i>whole/parts</i>). (Adaptado y traducido al español del modelo de Deterding et al, 2011)	35
Figura 2. Elementos para una correcta gamificación. Autoría propia	39
Figura 3. Modelo y estructura diario autoetnografico adaptado a iPad.	56
Figura 4. a. Estudiantes grado noveno del NGC en primera versión de Biodisea. b. Primer formato de creación de creaturas Biodisea 1.0	60
Figura 5. Mapa del juego usado durante Biodisea 1.0 y Biodisea 2.0 (Tomado de Pathfinder)	63
Figura 6. Resumen innovaciones en las tarjetas de la edición Biodisea 2.0.	64
Figura 7. Modelo de la ficha de juego que representa las unidades de población de cada organismo del juego A) diseño para imprimir en 3D B) Pieza impresa y usada en el juego.	64
Figura 8. Mapa Biodisea 3.0. División de los biomas del ecosistema y de las delimitaciones que el juego ofrece. (Autoría propia).....	74
Figura 9. Tarjetas de mutaciones usadas en las sesiones de gamificación. Azul: tarjetas de mutaciones de cambios de alelos de un gen específico. Gris: tarjetas de mutaciones del pool general. Naranja: tarjetas de mutaciones nuevas del pool extendido (<i>el modelo es en ingles por la aplicación del juego en una clase bilingüe</i>).....	75
Figura 10. Tarjetas de eventos ambientales. (<i>el modelo es en ingles por la aplicación del juego en una clase bilingüe</i>).....	75
Figura 11. Fichas de juego personalizadas representando a los avatares. A. Fichas de juego en el mapa. B. Ficha de juego individual. C. Colección de avatares de grado noveno B.....	78
Figura 12. Grafica motivación durante la sesión escala 1 a 10 (eje Y representa el número de estudiantes, eje X indica escala de motivación 1-10).	85
Figura 13. Resumen de la percepción de los estudiantes frente a su interés al finalizar la sesión del día.....	87
Figura 14. Gráficos de barras apilados con base en el proceso de la sesión gamificada. Arriba las emociones positivas. Abajo emociones negativas.....	89
Figura 15. Descripciones graficas de lo que representa la “evolución” para los estudiantes de grado 9° previo a las sesiones de gamificación.....	93
Figura 16. Nube de los conceptos que los estudiantes destacaron en sus respuestas a las preguntas diagnóstico 1, 2, 4 y 7 listadas anteriormente.	95
Figura 17. Gráfico de frecuencia de mención de disciplinas científicas vinculadas al concepto de evolución por parte de los estudiantes.	96
Figura 18. Línea de tiempo de uno de los estudiantes sobre el proceso y cambio en las rondas de su organismo.....	100

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Comparación entre los diferentes tipos de desarrollo de estrategias de gamificación basados en Rodríguez-Abruñeiras (2024) y Alite Yáñez (2024).....	36
Tabla 2. Lista de preguntas guía para el desarrollo de las bitácoras.	49
Tabla 3. Preguntas diagnósticas y post intervención disciplinar de conocimientos previos y de contexto. Se muestran en español y en inglés por ser una clase dictada en un segundo idioma.	51
Tabla 4. Modelo de encuesta motivación.	53
Tabla 5. Estructura del guion para las entrevistas semiestructuradas y preguntas guía.	54
Tabla 6. Adaptaciones en la mecánica que presenta la edición Biodisea 2.0.	62
Tabla 7. Categorías emergentes del análisis de bitácoras estudiantiles y su retroalimentación.	66
Tabla 8. Resumen de los ajustes ejecutados para la edición 3.0 del juego Biodisea.	70
Tabla 9. Resumen final de la evolución del juego Biodisea.	80
Tabla 10. Organización por categorías temáticas de las intenciones recolectadas por parte de los estudiantes a partir de dos preguntas abiertas.	83
Tabla 11. Resumen de las motivaciones de los estudiantes durante el desarrollo de las sesiones.	85
Tabla 12. Tabla de categorías emergentes en las respuestas estudiantiles sobre conceptos clave de evolución.	96
Tabla 13. Preguntas de análisis del instrumento evaluativo posterior a la gamificación.	100
Tabla 14. Comparación en las transformaciones de las competencias científicas antes y después de la gamificación.	103
Tabla 15. Resumen de las entrevistas en un muestreo a conveniencia de estudiantes de grado 9° posterior a la estrategia de gamificación aplicada en las clases.	105

Introducción

La enseñanza de la biología en la secundaria y el bachillerato enfrenta varios desafíos significativos. Entre los principales problemas se encuentran la sobrecarga de contenidos curriculares a lo largo de la escolaridad (sexto a noveno), la falta de integración interdisciplinaria, métodos de enseñanza tradicionales poco atractivos, y una escasa conexión entre la teoría y la práctica experimental, lo que reduce el interés y la participación de los estudiantes. (Shan, 2020; De Carvalho et al., 2020; Ding, 2024).

Contreras et al. (2013) en su estudio “Dificultades de aprendizaje sobre sistemática biológica en estudiantes de educación” establecieron que la enseñanza de la biología presenta desafíos significativos debido a la complejidad inherente de la disciplina y la dificultad que enfrentan los estudiantes para comprender conceptos abstractos. Esta problemática puede abordarse desde el aula si los docentes adoptan enfoques integrales que no solo aseguren una enseñanza adecuada, sino que también promuevan el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. Para desarrollar y entender la mejor forma en que abordamos la enseñanza de la biología, debemos preguntarnos sobre el “qué enseñar” y el “cómo hacerlo”, este último relacionado con cómo organizar los contenidos. Cárdenas y Martínez (2021) principalmente para responder el “cómo hacerlo” identifican tres ejes primordiales: los conceptos estructurantes, los niveles de complejidad y los proyectos pedagógicos que, integrados en el contexto puntual de un grupo, permiten un mejor aprendizaje. Finalmente, concluyen que la mejor forma de organizar los contenidos es haciéndolo desde una perspectiva donde existan construcción pedagógica y didáctica propia, dando un nivel integrador-transformador.

Basulto, Gómez y González (2017) identifican tres principales problemas en la enseñanza-aprendizaje de la biología: el enfoque tradicionalista en que se dan los contenidos, la prevalencia de lo memorístico y el docente como fuente de este tipo de conocimiento y reproducción del mismo, y finalmente las escasas integraciones del conocimiento a contextos más reales o aplicaciones en la actividad científica. Como consecuencia la biología se convierte en una materia atrapada en el tiempo y que es insuficiente para convertirse en un elemento de uso en la vida de los estudiantes, así lo que concluyen es que la forma en que se enseña-aprende biología requiere cambios profundos.

Por otra parte, no podemos desligar el hecho de que las aulas son ambientes emocionales y que el proceso emoción-aprendizaje es un pilar dentro de la enseñanza de cualquier disciplina, incluso en la didáctica de las ciencias. El trabajo de Merino (2019) muestra que la motivación es un factor fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El autor señala que los sentimientos negativos, como el aburrimiento y la frustración asociados a experiencias y recuerdos de la etapa de educación secundaria, dificultaron el aprendizaje del mismo tema en el nivel universitario para un grupo de maestros. En contraste, quienes asociaron sus recuerdos con entusiasmo presentaron una mejor retención y aplicabilidad de los conocimientos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la motivación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje debe ser alta para crear ambientes emocionalmente estimulantes para los estudiantes, pero en la realidad del ejercicio docente es fácil evidenciar que varios temas de la biología no generan esa motivación en los estudiantes. Para ilustrar lo anterior podemos tomar el trabajo de Fauzi y Mitalistiani (2018), donde muestran que la percepción en genética, evolución y metabolismo, para los grados 10°, 11° y 12° son alejados y poco motivantes por sus contenidos y la forma en que son recibidos en la escuela. De Alda, Marcos-Merino et al. (2019) muestran que la biología suele estar asociada a emociones positivas, a diferencia de otras ciencias como la física o la química en el contexto del aprendizaje. Sin embargo, esta percepción cambia cuando los contenidos biológicos se aproximan a conceptos propios de la física o la química, como los procesos anabólicos y catabólicos, o la comprensión de iones en el metabolismo de los seres vivos. También ocurre con los conceptos ecológicos que implican presiones, fuerzas, unidades de medida y cálculos relacionados con atmósferas o cuerpos de agua. Estos elementos incrementan la dificultad de aprendizaje y reducen la motivación de los estudiantes.

Desde mi experiencia en la docencia y la enseñanza de la biología, he podido evidenciar que las bases de la biología molecular (como la transcripción, la traducción y la replicación) resultan especialmente complejas de enseñar y comprender. Esto se debe no solo a los conocimientos previos que requieren, sino también a la naturaleza abstracta de los conceptos, que los hace poco cercanos para los estudiantes. De manera similar, la enseñanza de la evolución, al depender de nociones precisas de genética (como deriva genética, frecuencia alélica y mecanismos de mutación), ecología (dinámica de poblaciones, historia natural, ciclos biogeoquímicos y ecosistemas) y biología general

(desarrollo embrionario, anatomía, fisiología), se convierte en puntos críticos en la relación entre motivación y aprendizaje. Para abordar las dificultades anteriormente descritas, se pueden implementar diversas estrategias pedagógicas dentro del aula. La contextualización de los conceptos biológicos en situaciones de la vida cotidiana puede ayudar a los estudiantes a relacionar los contenidos escolares con su vida fuera de la escuela.

Además, el fomento del aprendizaje activo a través de actividades prácticas, experimentos y discusiones en clase puede aumentar la comprensión de los conceptos, así como la motivación. La tecnología educativa, como simulaciones interactivas y videos, también puede hacer que los temas complejos sean más visuales y accesibles. Sin embargo, cada estrategia anteriormente mencionada no cubre perfectamente todos los flancos de interés como destacan Teixeira et al. (2024) quienes resaltan que el uso de estrategias del tipo gamificación llegan a ofrecer ventajas como mayor motivación, participación activa y la concreción de conceptos complejos, sin requerir tecnologías avanzadas. Resulta complicado crear experiencias para temas que son conceptualmente difíciles de comprender de manera intuitiva, en los niveles de educación básica, ya que simplemente no representan adecuadamente el concepto, dando espacio a confusiones o malas comprensiones. Es por esto que se propone desde este trabajo implementar la metodología de la gamificación como estrategia de enseñanza-aprendizaje en temas donde métodos tradicionales o convencionales no han logrado generar la motivación necesaria y así facilitar la aproximación al conocimiento biológico, puntualmente para el concepto amplio de evolución en media secundaria, grados 9° y 10°.

Cuando se aborda el tema de la evolución, estos problemas se acentúan. Suele ser uno de los contenidos más difíciles de enseñar, no solo por su complejidad conceptual, sino también por la baja motivación que genera en el aula, al tratarse con frecuencia como un tema teórico y poco experimental. En este contexto, la gamificación emerge como una metodología que puede conectar mejor con los estudiantes y facilitar el aprendizaje de este y otros contenidos.

Debemos entonces comenzar con entender que la gamificación es un conjunto de estrategias que busca la incorporación de elementos y mecánicas propias de los juegos con el propósito de mejorar la motivación, participación y finalmente cumplir objetivos

puntuales dentro del contexto donde se desarrolle. Este modelo nace en el ámbito corporativo y tradicionalmente se ha usado en empresas para capacitaciones laborales o en modelos de negocio como apps para aumentar el consumo de un producto. Sin embargo, la gamificación ha incursionado de manera exitosa en la educación, donde se ha convertido en una estrategia pedagógica innovadora. En este contexto, muchas son las experiencias propuestas en diferentes trabajos para la enseñanza de diferentes asignaturas, incluida la enseñanza de la biología. Estas propuestas incluyen el uso de concursos, dinámicas interactivas, juegos y actividades lúdicas que permiten aplicar los conocimientos adquiridos en clase.

Un ejemplo de ello es el trabajo de Reina-Guzmán et al. (2022), quienes, a través de plataformas digitales como *Genially* y *Classcraft*, incentivaron el aprendizaje de contenidos en microbiología durante la pandemia. De manera similar, Navarro-Sempere et al. (2022) emplearon *Kahoot* como herramienta para fortalecer la evaluación y el aprendizaje de conceptos básicos de biología celular en cinco grupos de estudiantes de la Universidad de Alicante. Funa y Ricafort (2019) desarrollaron un proceso integral de gamificación para la enseñanza de la genética en estudiantes de grado 12, utilizando un tablero, sistemas de puntajes, niveles y un ecosistema de juego orientado al aprendizaje y la aplicación de contenidos. En el presente trabajo se adopta el enfoque de gamificación propuesto por Fleischmann y Ariel (2016), quienes plantean que esta metodología debe integrar sistemas de puntajes, niveles y grados de dificultad como elementos estructurantes.

Teniendo en cuenta esta definición se puede observar que muchas actividades no serían gamificaciones correctas, pues solo le apuntan a una sesión o dos sesiones y a maneras lúdicas de evaluar el aprendizaje del estudiante al final del proceso. Es por esto que resulta más provechoso tomar modelos de juego y adaptarlos a los procesos de aprendizaje-enseñanza. De esta forma nos centramos en los *Role-Playing Games* (RPG) que son modelos de juego que responden adecuadamente a los principios de la gamificación y que al tener como atributo ser de “mundo abierto” permiten adaptar cualquier concepto.

Los RPG, caracterizados por la creación de personajes y la narración de historias en mundos ficticios, ofrecen un potencial didáctico significativo al permitir a los estudiantes interactuar activamente con los contenidos relacionados con la biología de una manera inmersiva y atractiva. Los conceptos relativos a la evolución, que a menudo se perciben

como abstractos y complejos, pueden beneficiarse con la aplicación de estas estrategias de gamificación, ya que se prestan a la representación y simulación de procesos naturales, así como a la exploración de relaciones ecológicas y evolutivas en entornos simulados. En consecuencia, en este trabajo se abordarán aspectos relevantes como la adaptación de contenidos curriculares, la evaluación del rendimiento de los estudiantes y la consideración de factores pedagógicos, con ello, se pretende ofrecer una visión comprensiva de la utilidad y viabilidad de estas estrategias de gamificación en el contexto específico de la enseñanza de conceptos relacionados con la evolución y la ecología, brindando perspectivas fundamentadas que contribuyan al enriquecimiento de la práctica docente y al avance de la investigación educativa en este área.

La forma en que se enseñan las ciencias naturales debe estar enmarcada, en la actualidad, en estrategias y metodologías que propendan no solo por la adquisición de conocimiento disciplinar (los denominados conceptos), sino también por el desarrollo de habilidades necesarias para formar personas con un pensamiento científico crítico que logren impactar su realidad. Por otra parte, La gamificación se presenta como una solución innovadora y efectiva para abordar la dificultad en la enseñanza de la biología en Colombia. Al incorporar elementos de juego y competencia en el proceso de aprendizaje, se puede lograr un mayor compromiso por parte de los estudiantes. La biología, con su amplia gama de conceptos y detalles, a menudo puede resultar abrumadora, pero la gamificación puede desglosar estos contenidos en desafíos y tareas más digeribles, entretenidas y motivadoras. Además, al utilizar la gamificación, se pueden crear entornos de aprendizaje interactivos que fomenten la colaboración entre estudiantes, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades esenciales en la formación de futuros científicos y ciudadanos conscientes de la importancia de la biología en su entorno y en la sociedad en general. Por lo tanto, un proyecto de gamificación en la enseñanza de la biología no solo podría hacer que el proceso de aprendizaje sea más atractivo, sino que también podría contribuir significativamente al desarrollo de competencias científicas entre los estudiantes.

Planteamiento del problema

La enseñanza de la biología en Colombia enfrenta múltiples desafíos que van más allá de la transmisión de contenidos, al tratarse de una disciplina compleja, tanto por su densidad conceptual como por el nivel de abstracción que exige a los estudiantes. Muchos de los temas abordados (como la genética, el metabolismo o la evolución) resultan especialmente difíciles de comprender para los jóvenes, en parte por la falta de herramientas didácticas que conecten esos conceptos con sus experiencias cotidianas. Esta situación se agrava cuando las estrategias pedagógicas se reducen a modelos tradicionales centrados en la memorización, donde el docente actúa como transmisor de información y el estudiante como receptor pasivo (Basulto, Gómez y González, 2017).

De este modo, la biología se convierte en una materia atrapada en paradigmas de didácticas tradicionales repetitivas: difícil de aplicar a contextos reales y, por tanto, poco significativa. Frente a esta realidad, es necesario repensar no solo el contenido que se enseña, sino la forma de organizarlo y presentarlo.

Sin embargo, transformar la enseñanza de la biología no puede desligarse del componente emocional que atraviesa toda experiencia de aprendizaje. Merino (2019) demuestra cómo las emociones negativas como la frustración o el aburrimiento pueden limitar seriamente la adquisición de conocimiento incluso en niveles superiores de formación. Por el contrario, experiencias de aula que despiertan interés y entusiasmo promueven una mayor retención y aplicación del contenido. La motivación, entonces, no es un accesorio, sino una condición esencial para el aprendizaje significativo.

A esto se suma que ciertos temas, como la evolución biológica, requieren un dominio conceptual riguroso, lo que los convierte en puntos de alta exigencia cognitiva para los estudiantes. Estudios como los de Fauzi y Mitalistiani (2018) muestran que la evolución biológica está sistemáticamente entre los temas que los estudiantes consideran más difíciles, y que estos se ven agravados cuando se relacionan con conceptos físicos o químicos, reduciendo aún más su motivación. En línea con esto, De Alda et al. (2019) observan que la percepción positiva hacia la biología disminuye cuando se abordan temas abstractos o con baja conexión empírica, lo que refuerza la necesidad de nuevas estrategias didácticas capaces de tender puentes entre el conocimiento científico y la

experiencia de los estudiantes sin temor a ser creativos y arriesgando a innovar con estrategias que faciliten experimentar lo que en ocasiones por diferentes razones no se puede experimentar.

Siendo así, la gamificación se perfila como una alternativa viable e innovadora. Su aplicación no pretende reemplazar el contenido, sino mediarlo a través de sistemas motivacionales que transforman el aula en un espacio de participación activa, narrativa y desafío progresivo. Al integrar dinámicas propias del juego (como la superación de retos, la retroalimentación inmediata y la colaboración) se generan experiencias de aprendizaje más atractivas, donde los estudiantes pueden desarrollar no solo conocimientos, sino también competencias científicas clave como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la explicación de fenómenos, la predicción de resultados y el trabajo en equipo. Este enfoque puede traducirse en una apropiación más profunda de la teoría de la evolución y otros conceptos complejos, especialmente en grados como 9º y 10º, donde la madurez cognitiva comienza a ser suficiente para abordar la abstracción científica.

Sin embargo, bien existen múltiples estrategias activas como el aprendizaje por proyectos, el uso de TIC o las secuencias didácticas estructuradas, pero en la experiencia docente es claro que estas estrategias pueden llegar a quedarse cortas en contextos donde simplemente el grupo en el que se aplican no son efectivas. En este sentido, la gamificación no solo propone un cambio de forma, sino de fondo: Re imagina el rol del estudiante, del docente y del propio conocimiento en el aula, y exige un cambio de visión frente a como estructurar una clase, unidad didáctica o incluso un currículo. No solo se queda en adaptar lúdicamente componentes de una clase, sino que busca transformar toda la experiencia de aprendizaje. Aun así, su implementación requiere ser evaluada con rigurosidad, particularmente en contextos educativos como el colombiano, donde las condiciones materiales y simbólicas influyen decisivamente en el éxito de cualquier estrategia pedagógica. Teniendo en cuenta lo anterior este trabajo busca aproximarse a responder la pregunta ¿De qué manera la implementación de estrategias gamificadas en la enseñanza de la evolución biológica contribuye al desarrollo de competencias científicas en estudiantes de educación media en Colombia?

La presente investigación se propone indagar esta pregunta a través de los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evidenciar el cambio de los aprendizajes en el proceso enseñanza-aprendizaje del concepto evolución biológica en función de la motivación y las competencias en ciencias naturales a través de una estrategia de gamificación (Juego RPG) en estudiantes de grado 9° y 10°.

Objetivos específicos

Diseñar un juego interactivo para clase, que cumpla con los requisitos de un modelo RPG enfocado en la “evolución biológica” para grado 9° y 10° como estrategia alternativa de la clase tradicional.

Evaluar las transformaciones en la motivación de los estudiantes con respecto a las sesiones de clase gamificada.

Evaluar el desarrollo de competencias específicas en ciencias naturales, a través de la observación de los logros y desafíos de los estudiantes en el juego.

1. Marco teórico

En este marco teórico se presentan los núcleos principales de esta investigación, estructurado en dos ejes centrales: la enseñanza de la evolución y la gamificación como estrategia pedagógica. El primero aborda los fundamentos, retos y enfoques didácticos para la enseñanza de la teoría evolutiva, un concepto clave en la biología que, pese a su relevancia, enfrenta dificultades de comprensión y aceptación en contextos educativos. El segundo examina la gamificación como recurso didáctico, considerando su potencial para incrementar la motivación, la participación activa y la apropiación de conceptos científicos. La elección de estos dos apartados responde a la necesidad de integrar una base conceptual sólida sobre la naturaleza del contenido a enseñar y, al mismo tiempo, sobre la herramienta didáctica que guiará la intervención, de manera que ambos componentes se articulen para favorecer un aprendizaje significativo en los estudiantes.

1.1 Enseñanza de la evolución

La enseñanza de la evolución en la escuela enfrenta retos tanto conceptuales como sociales y pedagógicos. Muchos estudiantes y profesores mantienen conceptos erróneos sobre la evolución (Lanka et al., 2024) y la aceptación de la teoría puede verse afectada por creencias personales o religiosas (Stahi-Hitin & Yarden, 2023); la complejidad de los conceptos, junto con la forma en que estos se organizan en el currículo y el tiempo asignado para su enseñanza (lo adecuado a cada año o periodo) según lo que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) estipulada en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) para el bachillerato, incrementa dichos retos (MEN, 2016). También se debe mencionar que la falta de integración con la vida real y la dificultad de evidenciarlo de manera experiencial para los estudiantes convierte a la evolución en un tema que no logra conectarles con su aprendizaje.

1.1.1 Una mirada histórica y epistemológica de la teoría de la evolución.

La teoría de la evolución, a lo largo de la historia del pensamiento científico, ha cambiado y se ha enriquecido desde tiempos antiguos. Pensadores orientales y occidentales, de manera independiente, dieron los primeros pasos para explicar no solo el origen de la vida, sino también los cambios que ésta experimenta a lo largo del tiempo, en un intento por

comprender el mundo que los rodeaba. Podemos entonces hablar de algunos momentos clave en el desarrollo de la actual teoría evolutiva (un contexto que, además, nos permite reconocer ciertos problemas que aún persisten en su enseñanza en el aula). Como lo cuenta de manera detallada el profesor Eugenio Andrade en su libro “*Ontogenia del pensamiento evolutivo*” (2011) en la antigüedad es posible contrastar dos formas de pensamiento que ponderan lo interno versus lo externo, que evidencian la tensión entre las posturas fijistas y las protoevolutivas, incluso incorporando elementos tempranos de lo que luego se conocería como recapitulación. Por un lado, la postura de Platón proponía que los organismos eran sistemas inmutables, y que la diversidad observable derivaba de formas ideales, puras, hacia otras menos perfectas como copias o imitaciones de estas versiones; su esencialismo se oponía a otras concepciones que ya sugerían la posibilidad de cambio en los seres vivos con el tiempo como Heráclito desde la posición más internalista a dicha transformación o Parménides viendo la transformación desde una contra postura más externalista¹ de los organismos. Aristóteles, por su parte, introdujo una visión compleja del cambio al considerar que la sustancia opera sobre la materia generando tres tipos de transformación visibles en los organismos. Desde esta idea surge la *Scala Naturae*, el primer intento sistemático de clasificación de los seres vivos, concebido como una jerarquía lineal que, de algún modo, aún persiste en ciertos imaginarios sociales y escolares actuales.

Álvarez (2007) explica que en Medio Oriente se dio también un proceso de construcción intelectual acerca de la evolución y que a diferencia del pensamiento occidental, estos predijeron procesos siglos antes de los descubrimientos de Darwin o Wallace. Durante la llamada *Edad de Oro* del islam, entre los siglos VIII y XI, al-Jahiz, es un ejemplo de esto ya que su obra refleja una de las aproximaciones más tempranas a lo que hoy reconocemos como pensamiento evolutivo. En *El libro de los animales*, al-Jahiz describe fenómenos como la variabilidad, la adaptación y la transformación de las especies, vinculándolos con factores ambientales como el clima o la disponibilidad de recursos. Si bien no formuló una teoría de la evolución en el sentido moderno, sus escritos muestran

¹ El externalismo se entiende como una postura que resalta el papel del ambiente y de los factores externos (el exterior) en la explicación de la evolución. A diferencia del *internalismo*, que pone el énfasis en la organización interna de los organismos (genes, desarrollo, causas internas).

una intuición clara de que los seres vivos cambian con el tiempo y en respuesta a su entorno. Esta perspectiva se alejaba de la idea de especies fijas e inmutables, sugiriendo que tanto la morfología como el comportamiento podían verse modificados por las condiciones externas. En su época, tal planteamiento representaba un salto notable en la forma de entender la vida.

En contraposición Andrade (2011) ofrece una visión de lo que sucedía en la Edad Media en occidente donde el pensamiento sobre la naturaleza estuvo fuertemente marcado por la teología, con figuras como Agustín de Hipona y Tomás de Aquino aportando una explicación del mundo a partir de la creación divina. Para Agustín de Hipona, el neoplatonismo reforzó la idea esencialista de especies fijas, lo que limitó el desarrollo de una visión naturalista y evolutiva. Tomás de Aquino, influido por Aristóteles, mostró mayor apertura al integrar razón y fe, aunque su concepción jerárquica de las “almas” (vegetativa, sensitiva e intelectual) mantenía un marco teleológico. Junto a estas posturas dominantes, surgieron voces como Thierry de Chartres y Guillermo de Conches, que defendían la autonomía de la naturaleza y su funcionamiento bajo leyes propias (ideas primigenias de selección natural y la dinámica de la naturaleza), aun reconociendo a Dios como causa primera.

Andrade (2011) y Chaves-Mejía (2012) nos dan noción de que en el Renacimiento y los inicios de la ciencia moderna, el pensamiento sobre la vida estuvo fuertemente influido por el mecanicismo, que concebía a los seres vivos como máquinas creadas por un diseñador divino. Grandes pensadores y científicos como Descartes, Galileo, Bacon y Newton integraron la matemática como lenguaje para explicar la naturaleza y mantuvieron una visión determinista, donde los sistemas biológicos están completamente regidos por ciertas condiciones o leyes, sin dejar lugar a la aleatoriedad o el azar, esta línea de pensamiento limitó la comprensión de la dinámica interna y el cambio en los organismos, consolidando la metáfora máquina-ser vivo que afectaría los procesos de comprender el proceso evolutivo más adelante.

Chaves-Mejía (2012), resalta que los cambios más importantes en la historia del pensamiento evolutivo se centran en los naturalistas del siglo XVIII, en adelante con otro hito importante en las ciencias, el desarrollo del sistema de clasificación binomial de *Carl Nilsson Linnæus*, latinizado como Carlos Lineo en su publicación “Las especies de plantas”

(*Species Plantarum*) en 1753. Este trabajo aunque fijista pero externalista en su esencia permitía organizar y comparar de manera más estructurada y universal a todos los organismos vivos. La filosofía alemana hacía notar que los pensamiento mecánicos newtonianos propios de esta época no permitían explicar de manera adecuada a los sistemas biológicos y las fuertes sospechas que se tenían de sus transformaciones a lo largo del tiempo. La *Naturphilosophie* alemana, fue la base para que el pensamiento evolutivo tuviese un marco filosófico más robusto a lo largo del tiempo (Andrade, 2011). El nacimiento de la paleontología, descubierta por Georges Cuvier y los múltiples hallazgos fósiles, revelaron evidencias de organismos extintos y transiciones morfológicas, mientras que la geología, especialmente a través del gradualismo, propuesto por Hutton y Lyell, ofrecía una escala de tiempo profunda, necesaria para concebir cambios acumulativos en las especies.

Sería Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, caballero de Lamarck, más sencillamente conocido como Lamarck, quien, durante su trabajo como investigador en la línea de investigación en *gusanos*, para el Museo Nacional de Historia Natural francés "*Muséum nationale d'histoire naturelle*", desarrollaría la primera teoría formal que la ciencia conocería sobre evolución biológica y sentaría el precedente histórico al proponer un nuevo termino: *transformismo* (Sloan, 2024). Lamarck fue pionero por hablar del impacto que tienen las generaciones y de integrar las adaptaciones como parte del proceso; quizás el postulado más recordado y que sigue vigente en el imaginario colectivo actual es la propuesta del uso y desuso en las características anatómicas y la herencia de los caracteres adquiridos (Andrade, 2011; Sloan, 2024). Sin embargo, como menciona el profesor Andrade "*Una de las principales limitaciones del pensamiento lamarckiano radica en no haber diferenciado entre el nivel individual y el poblacional*".

Este factor poblacional es de suma importancia en la construcción del pensamiento evolutivo y posteriormente para la formalización de una nueva teoría evolutiva más completa y profunda; Thomas Malthus, en su "Ensayo sobre el principio de la población" explicó cómo las poblaciones (humanas) tenían crecimientos geométricos y constantes siempre y cuando los recursos fueran inalterables y siempre disponibles, cosa que no pasa en la realidad, en consecuencia se genera una competencia por el recurso (Chaves-Mejía, 2012).

Por este tiempo la figura de Charles Darwin había comenzado ya un largo camino de desarrollo intelectual y formación de un pensamiento científico que reconciliaría los problemas lamarckianos. Darwin atravesó varias etapas en las que puso a prueba y reformuló las visiones evolucionistas de su época. Inicialmente influenciado por la teología natural y la idea de una gradualidad regida por leyes universales, pasó por una fase recapitulacionista en la que defendía la premisa de que “la ontogenia resume la filogenia”. También asumió ciertas posturas cercanas al neolamarckismo. A todo esto, se sumó su experiencia durante la expedición a bordo del *HMS Beagle*, que lo llevó a proponer una explicación basada en la variabilidad aleatoria y construcción de una teoría evolutiva. Finalmente, el Darwin posterior a la publicación de “El origen de las especies” ensayó ideas que, sin conocer aún la genética moderna, anticipaban algunos de los desarrollos del siglo XX (Andrade, 2011).

Pero fue en 1859, cuando se publicó “El origen de las especies” que Darwin introdujo en el mundo científico y la sociedad la evolución formalmente (una idea que socialmente impactó las visiones sociales, religiosas de la época y que aún sigue haciendo eco en diferentes culturas) y dio inicio al Darwinismo como referente evolutivo, resumida como: La descendencia con modificación que causa la diversificación de las especies posibilitada por la selección natural: las especies van cambiando sus características a través del tiempo de un modo esencialmente gradual diversificándose y adaptándose a modos de vida o ambientes diferenciados. La diversificación ocurrió desde un antepasado común o unos pocos por lo que todas las especies en mayor o menor grado están emparentadas. Además, la diversificación y la adaptación al ambiente de los organismos que causa el cambio evolutivo es producida principalmente por la selección natural. (Chaves-Mejía, 2012).

Ahora bien, esta selección natural bajo la óptica neta darwiniana no tenía recursos y herramientas suficientes para explicar la variabilidad biológica y muchos sistemas biológicos actuales; es durante estos momentos de la historia en que el trabajo de Alfred Russel Wallace en el archipiélago malayo, da el marco conceptual ecológico necesario para que la selección natural se integre de manera integral a la teoría evolutiva darwiniana (Hortal et al., 2023). Wallace, padre de la biogeografía, a través de un ensayo que envió a Darwin, dio las bases ecológicas que explican cómo las presiones de selección son claves en la mecánica de la evolución biológica al permitir que los organismos con

adaptaciones que favorezcan más su supervivencia permanezcan en el tiempo (Hortal et al., 2023). Por esto es que en tiempos posteriores se le atribuye al modelo de selección natural la autoría de Darwin-Wallace.

Tras la publicación de “El origen de las especies”, la teoría darwiniana comenzó a transformarse, especialmente al intentar dar respuesta a uno de sus puntos más débiles: la herencia. Aunque Darwin intuyó esta necesidad con su propuesta de la *pangénesis* (una hipótesis sobre la transmisión de pequeñas partículas llamadas “gémulas”), fue August Weismann quien marcó un punto de inflexión. Su planteamiento sobre el plasma germinal, las “bioforas” y la continuidad de la línea germinal permitió distinguir entre genotipo (lo interno) y fenotipo (lo externo), estableciendo así una base teórica para lo que más tarde sería el neodarwinismo; también desacreditando aún más el lamarckismo aún presente en la herencia de los caracteres adquiridos ya que Weissman llevó a cabo experimentos con 22 generaciones de ratones, a los que les cortó la cola, y no transmitieron a sus descendientes la ausencia de cola, que sería el carácter adquirido (Chaves-Mejía, 2012; Andrade 2011).

En esta transición, comenzaron a surgir visiones diversas sobre cómo debía entenderse el cambio evolutivo. William Bateson, uno de los redescubridores del trabajo de Mendel, propuso una evolución discontinua o a saltos, en abierta contraposición al gradualismo defendido por Darwin. A través de métodos estadísticos, intentó correlacionar las variaciones en los organismos con factores ambientales, pero sus resultados fueron infructuosos; Bateson propuso distinguir entre dos tipos de variaciones: las individuales o continuas, irrelevantes para la evolución; y las discontinuas o repentinas, causadas no por el ambiente sino por la propia naturaleza del organismo, que podrían dar lugar a nuevas especies.

Hugo de Vries apoyó esta perspectiva al formular el mutacionismo, proponiendo que los cambios genéticos abruptos (y no la selección natural) eran el motor de la especiación (Chaves-Mejía, 2012). No obstante, hacia la década de 1920, las barreras entre genetistas y naturalistas comenzaron a ceder. Lo que parecía un conflicto de bandos opuestos entre herencia particulada y selección natural encontró un punto de inflexión en la genética de poblaciones. Autores como Fisher, Wright y Haldane desarrollaron modelos matemáticos para describir cómo varían las frecuencias génicas en las poblaciones, dando lugar a una

nueva síntesis. Esta integración de la evolución, logró reconciliar el pensamiento mendeliano con el darwinismo, y permitió explicar cómo la variación genética, combinada con la selección natural, podía dar lugar a los procesos evolutivos observables (Chaves-Mejía, 2012; Andrade, 2011). Grandes hitos del siglo XX como el descubrimiento de la estructura del ADN y los avances de la biología molecular terminaron por consolidar esta visión; la formulación del dogma central de la biología molecular con los trabajos de Watson, Crick y Franklin, ofrecieron un marco robusto para comprender no solo cómo se transmite la información genética, sino también cómo se modifica, se expresa y da lugar a nuevas formas de vida.

Para este punto de la historia, la teoría de la evolución pasó de ser una propuesta basada en observación naturalista a una estructura teórica compleja que integra genética, estadística, biología molecular y ecología. Todo este camino ha permitido llegar a establecer principios y mecanismos claros de cómo opera la evolución. Bajo este marco la evolución contempla cuatro fuerzas que impulsan el cambio evolutivo en todos los organismos: (1) **la selección natural**, propuesta por Darwin y Wallace en 1858-1859 en el ensayo “*On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original*” y “El origen de las especies”; (2) **las mutaciones**, introducidas por Hugo de Vries a partir del redescubrimiento de Mendel con los trabajos previos de August Weismann y el boom genético de finales del siglo XIX y comienzo del siglos XX; (3) **la deriva génica** que tuvo su origen en inicio del siglo XX, siendo desarrollada principalmente por Sewall Wright y Motoo Kimura, y (4) **el flujo genético**, derivado de los trabajos estadísticos y poblacionales de Fisher, Wright y Haldane.

Con estas bases epistemológicas y científicas como señala Chaves Mejía (2012), a mediados del siglo XX la verdadera consolidación de un marco teórico moderno ocurrió gracias al trabajo de una generación brillante de científicos que lograron articular múltiples líneas de evidencia. Entre ellos Julián Huxley, cuyo libro *Evolution: The Modern Synthesis* (1942) no sólo le dio nombre a este nuevo paradigma, sino que propuso una visión integradora entre selección natural, genética mendeliana, paleontología y embriología. En segundo lugar, Theodosius Dobzhansky, con *Genetics and the Origin of Species* (1937), quien introdujo una comprensión compleja y profunda de cómo la variabilidad genética dentro de las poblaciones crea los espacios para los procesos evolutivos a lo largo del tiempo. Ernst Mayr, con *Systematics and the Origin of Species* (1942) explicando los

mecanismos de especiación y el papel vital del aislamiento reproductivo. Finalmente, George Gaylord Simpson, en *Tempo and Mode in Evolution* (1944), donde agrega el registro fósil al debate, mostrando cómo las velocidades de evolución podían variar y cómo la paleontología ofrecía evidencia concreta y era la ventana al pasado de estos procesos.

Ochoa (2025), Dickins y Dickins (2023) Chaves-Mejía (2012) y Andrade (2011) nos muestran que aunque esta teoría es la más aceptada dentro de la comunidad científica, se ha visto ineficiente en contemplar sistemas biológicos que han sido descubiertos o estudiados en los últimos años, estas evidencias generan retos para la teoría sintética moderna, como lo son la teoría endosimbiótica que explica el origen de varios organelos y los metazoos de Lynn Margulis o la teoría Evo-Devo (*evolutionary and developmental biology*) donde Stephen Jay Gould en su libro "*Ontogenia y filogenia*" muestra que no se deben descartar los procesos embrionarios para entender cambios en los organismos adultos.

El avance de la biología molecular permitió identificar procesos como los genes Hox (encargados de regular el desarrollo corporal), la interacción entre distintos genes (epistasia), así como la epigenética (cambios en la expresión de los genes reguladas por el ambiente y factores externos, desligados a mutaciones puntuales) y otras modificaciones posteriores a la transcripción. Estos hallazgos han ampliado la mirada sobre la evolución, al mostrar que la herencia y el cambio biológico no dependen únicamente de la variación genética clásica. En este contexto surge la llamada teoría sintética extendida de la evolución (EES, por sus siglas en inglés), que busca complementar y actualizar la síntesis moderna formulada en la década de 1930. La EES se distingue porque incorpora mecanismos adicionales a la selección natural y la genética de poblaciones, incluyendo fenómenos de desarrollo, plasticidad fenotípica, herencia epigenética y las interacciones ecológicas que influyen en la evolución. Más que sustituir al paradigma tradicional, la EES propone integrarlo con las nuevas evidencias y mecanismos que hoy enriquecen la comprensión de los fenómenos evolutivos.

Por otra parte Ochoa, (2025) en su trabajo "*Hierarchical Evolutionary-Developmental Theory or H-Evo-Devo Theory*" sostiene que las características internas de los organismos están conformadas por entidades altamente integradas desde el punto de vista del desarrollo, las cuales evolucionan de manera jerárquica. Uno de sus aportes centrales es

el énfasis en las llamadas "restricciones del desarrollo", las cuales actúan a distintas escalas y generan estados de estabilidad morfológica que pueden manifestarse como subespecies, especies, taxones superiores y homologías, todos considerados unidades dentro del proceso evolutivo. Según este marco, la microevolución se corresponde con los cambios a nivel de subespecies, la macroevolución con los de nivel específico, la mega evolución con los grandes grupos taxonómicos, y la evolución modular con las estructuras homólogas. Cada uno de estos niveles presenta sus propios patrones de surgimiento, estabilidad y extinción, por lo que estudiar la evolución implica indagar en los mecanismos que explican esas dinámicas.

Finalmente mirar la evolución de las teorías científicas en una perspectiva histórica permite reconocer cómo el pensamiento humano ha ido transformando sus preguntas y respuestas frente al origen y la diversidad de la vida. No obstante, en la educación escolar colombiana este proceso suele simplificarse en una sucesión de fechas y autores, más cercana a una cronología que a una comprensión de los debates epistemológicos que dieron forma a la biología moderna. En este contexto, los libros de texto clásicos o apoyos de la literatura escolar en biología o ciencias tienden a privilegiar la teoría darwiniana clásica como eje central, presentando la síntesis moderna únicamente como la suma de la genética y la biología molecular, sin profundizar o preguntarse acerca de los alcances o las limitaciones de este paradigma. El resultado es una visión parcial, donde la evolución se entiende como un relato cerrado y estático, en lugar de un campo de conocimiento en constante revisión y crecimiento.

Es necesario resaltar la ausencia de los aportes más recientes, como los relacionados con epigenética, plasticidad fenotípica o interacciones ecológicas, que responde en parte a la dificultad de traducirlos en explicaciones pedagógicamente accesibles. Para muchos docentes, estos fenómenos resultan complejos de enseñar en los niveles de educación básica y media, lo que genera una brecha entre la ciencia actual y el conocimiento escolar. Esta situación constituye una limitante en la enseñanza de la evolución, que será desarrollada con mayor detalle en un apartado posterior, a fin de plantear alternativas didácticas que permitan acercar estos avances a los estudiantes sin perder rigurosidad.

1.1.2 La evolución biológica como eje estructurante de las ciencias de la vida

La conocida frase “*Nothing in biology makes sense except in the light of evolution*”, planteada por Theodosius Dobzhansky en el ensayo del mismo nombre, resume una idea central que marcó profundamente el pensamiento biológico del siglo XX. En su texto, Dobzhansky propuso una integración entre la teoría darwiniana de la evolución, la genética mendeliana y la dinámica poblacional, formulando una visión que, aunque hoy se reconoce como incompleta, sigue ofreciendo una perspectiva poderosa para pensar la biología desde una mirada holística. Esta concepción permite articular conceptos dispersos de las ciencias de la vida y trasladarlos a contextos educativos más experienciales, significativos y conectados con el mundo actual. En esta línea, Lanka et al. (2024) afirman que es precisamente esta perspectiva evolutiva la que permite abordar con mayor pertinencia los retos contemporáneos en la enseñanza de la biología. Temas como la resistencia a los antibióticos y la aparición de súper bacterias, la adaptación o extinción de especies en el marco del cambio climático, o el desarrollo y aplicación de biotecnologías en la producción de alimentos y medicinas, encuentran un marco explicativo robusto cuando se interpretan desde la teoría evolutiva.

La evolución, entonces como un gran hilo conductor, se manifiesta al analizar los diversos niveles de organización biológica involucrados en cualquier proceso evolutivo, desde los procesos moleculares que dan origen a proteínas y genes, los que expresan características anatómicas, fisiológicas que afectan a los individuos y finalmente a los individuos como se relacionan con el medio y transformándose en doble vía con el ecosistema. Como señala Futuyama (2009), “*la perspectiva evolutiva ilumina cada tema en biología, desde la biología molecular a la ecología. Así, la evolución es la teoría unificadora de la biología*”. Es importante también resaltar que la evolución no solo exige que los estudiantes tengan conceptos previos en genética, biología celular, biología molecular, clasificación y taxonomía, ecología de poblaciones, anatomía y fisiología básica; además deben estos conceptos poder irse integrando de manera visible y evidenciable al momento de explorar los temas o núcleos que aborda la evolución (Lanka et al., 2024; Cárdenas Chica & Mosquera, 2020; González Otálora, 2014; Rocha Bravo, 2012).

Entonces la evolución se puede concebir como un crisol de conocimientos reunidos a lo largo de una escolaridad y que dan contexto y significado a un mundo complejo y

biodiverso dándoles razones del porqué existe lo que existe y teniendo fuertes claridades de cómo se obtuvo tal resultado.

1.1.3 Desafíos conceptuales, culturales y didácticos en la enseñanza de la evolución

Hablar de evolución en el aula no es simplemente presentar un contenido más del currículo de ciencias naturales, implica, en muchos casos, enfrentarse a tensiones de orden cognitivo, cultural y pedagógico que complejizan su abordaje como lo demuestra Rocha-Bravo (2012) en su análisis de las principales dificultades en la enseñanza del concepto de evolución. La evolución biológica, a pesar de ser reconocida como eje estructurante de las ciencias de la vida, continúa generando resistencias entre estudiantes, pero también entre docentes, muchas veces por factores que van más allá del conocimiento científico en sí o los conocimientos previos. La forma en que se ha enseñado tradicionalmente, los marcos culturales o religiosos que permean la experiencia escolar, y la dificultad inherente de los conceptos que la componen, hacen de este tema un verdadero reto para la enseñanza de la biología en la educación media. Este apartado explora dichas tensiones, reconociendo tanto los obstáculos como las oportunidades que emergen al trabajar la evolución en contextos educativos diversos.

1.1.3.1 Barreras conceptuales

Una de las principales dificultades en la enseñanza de la evolución radica en las limitaciones interpretativas que tanto estudiantes como docentes enfrentan al abordar este concepto. Estas limitaciones no siempre se deben a una carencia de información, sino a la forma en que se estructura y comprende el conocimiento. Por ejemplo, es común que parte de los estudiantes tienda a interpretar los procesos evolutivos desde una perspectiva individual y no poblacional, asociando el cambio biológico a transformaciones propias del desarrollo de los organismos (metamorfosis ≠ evolución) más que a variaciones en el linaje de cualquier organismo o en las frecuencias genéticas de una población (Araujo Llamas & Ramírez Olaya, 2014; Chaves-Mejía, 2016).

Esta visión se refuerza por el uso cotidiano del lenguaje, el cual suele emplear términos como “adaptación” o “evolución” con significados poco precisos que distorsionan el uso en biología, generando ideas teleológicas (“*los organismos evolucionan para...*”) que hace

que tanto estudiantes como maestros puedan tener una claridad sobre la evolución y sus procesos (González Otálora, 2014). Además, la falta de niveles adecuados de abstracción y de habilidades lógicas en etapas escolares como la escuela media y superior impide que los estudiantes puedan articular conceptos como herencia, mutación, selección natural o deriva génica dentro de un contexto coherente (Araujo Llamas & Ramírez Olaya, 2014; Gómez Moreno, 2020). Estas barreras no son exclusivas de los estudiantes; estudios como los realizados por Borgerding et al. (2015), Chaves-Mejía, (2016), Plutzer et al. (2020), Peña y Osorio-Mesa (2022), Lanka et al (2024); han señalado que algunos docentes también presentan vacíos conceptuales o modelos alternativos no científicos, o algunas visiones históricamente alejadas del pensamiento biológico al explicar la evolución, como el esencialismo biológico, el uso y desuso de órganos, la herencia de caracteres adquiridos o la visión lineal evolutiva en los linajes.

A ello se suma que el abordaje de la evolución en los planes de estudio suele ser fragmentado, centrado en fechas o hechos aislados y desarticulado del resto del currículo en ciencias naturales, como lo muestran Araujo Llamas y Ramírez Olaya, (2014) al presentarnos una comparación entre los retos epistemológicos que afrontan los estudiantes, similares a la misma historia del pensamiento biológico, reforzando la visión histórica pero no conceptual de la evolución. En muchos casos, la falta de apropiación de marcos epistemológicos impide que los docentes transmitan una visión contemporánea de la ciencia, lo cual influye directamente en la profundidad con la que se puede trabajar el pensamiento evolutivo en el aula (Chaves-Mejía, 2016; Gómez Moreno, 2020).

Parte de estas barreras es el entendimiento del material de apoyo en los currículos. Hay estudios que han señalado que los libros de texto constituyen una de las principales limitaciones para la enseñanza de la evolución biológica. En el contexto europeo, por ejemplo, Barberá Marco, Sanchis Borrás y Sendra Mocholí (2010) indican que gran parte de los libros analizados en secundaria y bachillerato no incluyen conceptos fundamentales para la comprensión de la evolución y, cuando lo hacen, los presentan de manera confusa o incluso errónea. Según los autores, *“son muchos los libros de texto que no incluyen en su esquema evolutivo conceptos absolutamente fundamentales para su comprensión; también muchas de las relaciones entre conceptos están ausentes o se muestran de forma confusa o incluso errónea”* (p. 28). Esta situación evidencia que los profesores y estudiantes reciben a través de los libros de texto, una visión parcial y distorsionada, más

próxima a una narración histórica o a un catálogo de hechos, que a una comprensión científica del proceso evolutivo.

En el contexto colombiano, Vallejo Ovalle (2010) expone que los libros de texto de ciencias naturales pueden convertirse en barreras significativas para el aprendizaje de la evolución, en la medida en que incluyen planteamientos poco precisos o simplificaciones que generan obstáculos epistemológicos en los estudiantes. Estas barreras aparecen cuando los textos transmiten explicaciones teleológicas, como la idea de que los organismos “*se adaptan*” de manera intencional, o cuando presentan la evolución de forma descriptiva y fragmentada, reducida a una cronología de autores, fechas y teorías que invisibiliza la naturaleza dinámica de la ciencia. A esto se suma la tendencia a simplificar la selección natural como un concepto aislado o anecdótico, sin mostrar su articulación con otros mecanismos evolutivos, lo cual limita una comprensión profunda del fenómeno. Asimismo, la omisión de variables y la escasa referencia a fuentes originales limitan el pensamiento crítico y abren la puerta a interpretaciones equivocadas. En conjunto, estas limitaciones no solo impiden que los estudiantes comprendan la complejidad de la teoría evolutiva, sino que también frenan la construcción de un pensamiento científico sólido, manteniendo la brecha entre el conocimiento científico actual y el conocimiento escolar.

Superar estos desafíos requiere no solo estrategias didácticas eficaces, sino también una formación docente continua (Borgerding et al. 2015; Chaves-Mejía, 2016; Lanka et al (2024)) que permita revisar las concepciones personales sobre la evolución, así como desarrollar herramientas pedagógicas para hacer explícitos los modelos de pensamiento del estudiantado y construir desde ellos. La evolución, como concepto integrador y estructurante de las ciencias de la vida, demanda una enseñanza que dé prioridad la comprensión y experimentación sobre la memorización de fechas o recuentos históricos-epistemológicos, y que reconozca los procesos cognitivos que envuelven este aprendizaje como elementos centrales del diseño curricular.

1.1.3.2 Culturales

Enseñar evolución biológica en contextos como el colombiano implica recorrer un terreno cultural complejo, donde las creencias religiosas, las narrativas tradicionales y las visiones del mundo pasadas a través de diferentes cosmovisiones (Niño Ampudia, 2024) configuran

el modo en que estudiantes y docentes se aproximan al conocimiento científico como ya se explicó en el apartado anterior. Como lo muestra Soto-Sonera, (2009), Tole-Ruiz (2013), Plutzer et al. (2020) y Niño-Ampudia (2024), muchos de los profesores (sean especialistas en biología o simplemente docentes que tiene una formación cercana a las ciencias biológicas) no rechazan la teoría evolutiva, sino que la ajustan para que no entre en conflicto con sus creencias personales. En mi experiencia al compartir con docentes creyentes se evidenciaba este intento de unificación, con frases como: "Dios usó la evolución como herramienta" o que "en el aula soy científico; en mi iglesia, creyente", lo cual permite una práctica pedagógica coherente con su entorno sin renunciar a la ciencia (Soto-Sonera, 2009).

Este fenómeno es como se mencionaba antes es histórico y también universal. En Estados Unidos, Plutzer et al. (2020) documentaron que el número de docentes que enseñan evolución sin ambigüedad cambió significativamente, pasando del 33% en 2007 al 67% en 2019. Este cambio se relaciona con estrategias educativas que no invalidan las creencias de los estudiantes, sino que las reconocen y las contextualizan, aclarando que la ciencia y la religión responden a visiones distintas de un mismo mundo: la una se ocupa de los mecanismos, la otra del significado. En Israel, cuna de las religiones Abrahámicas el trabajo de Stahl-Hitin y Yarden (2022) muestra cómo docentes en comunidades religiosas lograban enseñar evolución sin entrar en confrontación directa con sus estudiantes. Muchos de ellos recurrían a interpretaciones no literales de los textos sagrados.

En Colombia tenemos situaciones que socialmente afectan la enseñanza de la evolución similar a la de otros países. En un reporte de la embajada estadounidense de 2023 (U.S. Embassy in Colombia, 2023), Colombia tiene 64% de la población católica romana, el 17% protestante, el 2% atea o agnóstica y el 14% no practica ninguna religión. Indicando una sociedad abiertamente creyente, predominando el catolicismo en las regiones rurales y apartadas del país. En ciudades como Bogotá, un 10% de los colegios privados son confesionales (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022), y aunque la cifra no es fácil de determinar según el estudio Beltrán (2020) los colegios públicos al tener clases de religión y enfoques en los que se refuerza la doctrina católica/cristiana, también se crean estos espacios donde las creencias afectan la forma de relacionarse con el concepto de la evolución biológica. En las aulas rurales de Colombia, más alejadas de las ciudades, este conflicto social y religioso se hace evidente en la forma de enseñar la evolución. Algunos docentes (quienes,

como se señaló en el capítulo anterior, pueden presentar vacíos conceptuales) limitan su enseñanza de la adaptación biológica sin abordar por ejemplo la ancestría común. Otros, incluso teniendo dominio del tema, prefieren presentar la evolución como “un modelo adicional” dentro de las cosmogonías locales, con el fin de buscar puentes y no conflictos con la comunidad. Estas situaciones se reflejan en el trabajo de Niño Ampudia (2024), donde se relatan las dificultades de crear puentes entre la evolución biológica y las visiones creacionistas cristianas, así como la cosmogonía de la comunidad indígena Tikuna. Sin embargo, como muestran los estudios mencionados, evitar el tema no resuelve el problema. Lo que se necesita es formación docente en filosofía de la ciencia, tal como sugiere Soto-Sonera (2009), para que los profesores puedan distinguir entre conocimiento empírico y creencias personales, y así acompañar a sus estudiantes en un proceso de construcción crítica del saber.

Es importante resaltar que la tensión entre ciencia y fe no es nueva y que ha sido un factor determinante a lo largo de la historia de las ciencias y el pensamiento científico; varios autores (Soto-Sonera, 2009; Stahi-Hitin y Yarden, 2022; Niño Ampudia, 2024; Machado Silva, 2024) han estudiado este conflicto y han tratado de reconciliar esta dualidad desde el aula y más que un obstáculo, las creencias religiosas pueden actuar como mediadores culturales si se abordan con pedagogía y sensibilidad.

Enseñar evolución, entonces, exige mucho más que claridad conceptual: implica comprensión del contexto, respeto por las trayectorias culturales y disposición para el diálogo como lo destaca en sus conclusiones Tole-Ruiz (2013). Soto-Sonera (2009), señala que “*la ciencia explica el árbol de la vida; la espiritualidad, sus frutos*”. En esta línea de pensamiento, reconocer las creencias y darles un lugar pedagógico en el aula no elimina la ciencia, pero sí reduce el rechazo que los estudiantes podrían sentir al interpretar la evolución como una amenaza a su propia cosmovisión e identidad espiritual.

1.1.3.3 Didácticos

Autores como Rocha Bravo (2012) y Gómez Moreno (2020) han ilustrado la diversidad de trabajos y enfoques didácticos en la enseñanza de la evolución, no solo para Colombia, sino también para Latinoamérica. Adicionalmente, trabajos previos de la MECEN en la Universidad Nacional de Colombia (Castaño Araque, 2011; Osorio Vanegas, 2012; Gómez

Vargas, 2013; Hernández Rojas, 2013; Santander Altamar, 2014; Pedraza Giraldo, 2019; Ochoa Estrada, 2019; Sarmiento Mora, 2020; Reinoso Espinosa, 2022; García Herrera, 2022) y otro de la Universidad Pedagógica Nacional (Calderón Quinchua, 2024) han mostrado diferentes abordajes didácticos para facilitar la didáctica en la enseñanza de la evolución, dejando al descubierto los desafíos e ideas principales que pueden llegar a hacer el proceso de aprendizaje-enseñanza mucho más enriquecedor, muchos de estos no solo responden a contenidos conceptuales complejos, sino también a las formas en que se construye el aprendizaje en el aula. Lejos del modelo tradicional centrado en la transmisión en una sola vía (clase magistral de conocimientos), el discurso teórico y poco práctico basados en fechas y líneas del tiempo, estudios de modelos biológicos alejados de la cotidianidad y evidencia tangible para los estudiantes, se reconoce hoy la necesidad de una enseñanza basada en la exploración de ideas previas, el conflicto conceptual (como los mencionados por Lanka et al., 2024) y el trabajo con modelos científicos accesibles para los estudiantes (Naranjo Cardona, 2013; Calderón Quinchua, 2024).

Esta transición didáctica exige que los docentes actúen no como simples transmisores, sino como mediadores activos que diseñan estrategias flexibles y contextualizadas, capaces de generar aprendizajes significativos mediante la participación activa y el cuestionamiento reflexivo (Hernández Rojas, 2013). En este marco, herramientas como la gamificación han cobrado especial relevancia al fomentar la motivación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas a través de dinámicas lúdicas alineadas con los intereses de los estudiantes y que se ajustan de manera práctica a los temas más complejos (Reinoso Espinosa, 2022; Calderón Quinchua, 2024). Del mismo modo, el uso crítico e intencionado de las TIC, cuando está mediado por una planificación rigurosa, puede potenciar el acceso a recursos de video, facilitar simulaciones de procesos complejos como la selección natural y promover entornos de aprendizaje colaborativo (Pedraza Giraldo, 2019).

Sin embargo, el éxito de estas herramientas no radica únicamente en su implementación técnica, sino en la capacidad del docente para integrarlas en secuencias didácticas articuladas, que consideren la diversidad de trayectorias escolares, contextos socioculturales y formas de pensamiento de sus estudiantes (Osorio Vanegas, 2012). De este modo, enseñar evolución desde una perspectiva didáctica transformadora implica, más que transmitir contenidos cerrados, abrir espacios para la libre experimentación y

prueba de estas técnicas, fomentar la curiosidad y vincular el conocimiento científico con experiencias significativas para los estudiantes.

1.2 Gamificación

La gamificación en su origen, es un anglicismo de la palabra *Gamification*, que es la acción de diseñar en juego (*game*) un contexto que originalmente no tiene juegos. La gamificación podemos definirla también de manera concreta como: “*el uso de elementos de diseño de juegos en contextos ajenos a los mismos*”. Esta definición viene del trabajo «*From Game Design Elements to Gamefulness Defining “Gamification”*» de Deterding et al, (2011), y es una de la primeras definiciones académicas para la gamificación fuera del contexto empresarial (donde tuvo su origen). De manera complementaria, otros autores amplían este concepto aplicado al contexto de la educación, donde se propone la “gamificación del aprendizaje”. Este es el enfoque educativo para motivar a los estudiantes a aprender mediante el uso de elementos de juego en entornos de aprendizaje (Aberšek 2016).

El objetivo de introducir la gamificación en la educación es maximizar el disfrute y el compromiso, captando motivación de los alumnos e inspirándoles a seguir aprendiendo. Aberšek también propone que esto genera un paradigma de aprendizaje denominado aprendizaje basado en juegos o gamificación, el “*Game-Based Learning*” o GBL, por sus siglas en inglés. Donde se debe balancear la mecánica de clase tradicional o clase magistral, con la jugabilidad y permitir un territorio libre para la toma de decisiones y experimentación que genere un aprendizaje como resultado de la participación dentro de este mundo. Finalmente, Aberšek propone que el docente debe tener en cuenta los objetivos de aprendizaje y ser capaz de adaptar el juego para que sea lo suficientemente entendible y poco familiar que agregue ese elemento de interés y se compenetre con las metas que se persiguen en la clase.

Para delimitar qué es la gamificación resulta útil precisar primero qué no lo es. Un error común consiste en confundirla con los videojuegos tradicionalmente utilizados en consolas de juego desarrollados para entretenimiento o en las que se usan dispositivos electrónicos no entendidos como consolas (celulares, computadoras) (Shoubashy, 2020). En realidad, la gamificación no debe caer en la simpleza de trasladar al aula un videojuego, juego de mesa o actividad lúdica pensada originalmente como entretenimiento, sino emplear

elementos propios de los juegos en contextos que no son nativos para los juegos. Deterding y colaboradores (2011) explican esta distinción a partir de dos ejes: juego/jugar (*gaming/playing*) y todo/partes (*whole/parts*) (figura 1).

Desde esta perspectiva, los juegos serios se entienden como juegos completos diseñados con fines educativos o profesionales (como los simuladores de vuelo en la formación de pilotos), y que tienen un objetivo utilitario. En contraste, el diseño de juguetes también corresponde a objetos de juego completos, aunque su propósito central es el entretenimiento. El diseño lúdico, por su parte, no desarrolla juegos en su totalidad, sino que trabaja con componentes aislados del juego, como dinámicas, mecánicas o narrativas. Así, la gamificación, se entiende como el uso de estas “partes del juego” aplicadas a otros ámbitos (educación, salud, trabajo, etc.), sin necesidad de reproducir el juego completo. Por esta razón, la literatura habla de “sistemas de juego” y no únicamente de “juegos”, ya que se hace referencia al conjunto de elementos, reglas y dinámicas que conforman la experiencia gamificada y que pueden ser extraídos y adaptados a otros contextos (tabla 1).

Figura 1. Estructura del proceso de diseño de juegos según la distinción de dos ejes: juego/jugar (*gaming/playing*) y todo/partes (*whole/parts*). (Adaptado y traducido al español del modelo de Deterding et al, 2011)

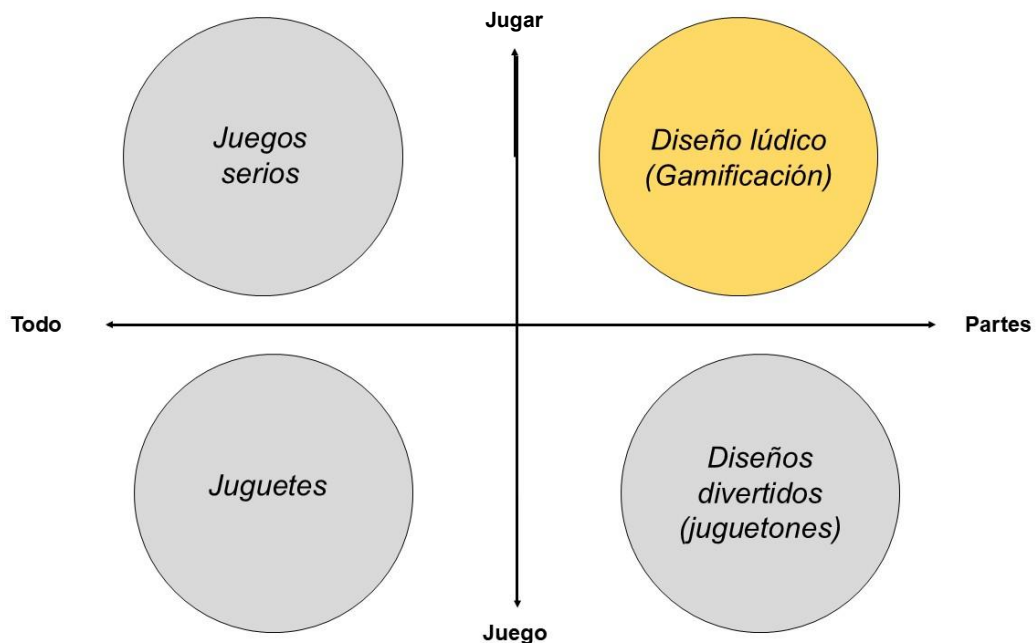


Tabla 1. Comparación entre los diferentes tipos de desarrollo de estrategias de gamificación basados en Rodríguez-Abruñeiras (2024) y Alite Yáñez (2024)

Aspecto	Gamificación	Juegos Serios (Serious Games)	Aprendizaje Basado en Juegos (GBL)
Definición	Uso de elementos y dinámicas propias del juego en contextos no lúdicos, con el fin de motivar y comprometer a los participantes (Rodríguez-Abruñeiras, 2024).	Juegos completos diseñados con un propósito formativo, educativo o de entrenamiento más allá del entretenimiento (Alite Yáñez, 2024).	Estrategia pedagógica que emplea juegos, digitales o analógicos, como recurso principal de enseñanza-aprendizaje (Rodríguez-Abruñeiras, 2024).
Objetivo principal	Incrementar la motivación, el compromiso y la participación.	Favorecer aprendizajes específicos o entrenamientos aplicados en contextos simulados.	Promover la comprensión de contenidos y el desarrollo de competencias mediante experiencias lúdicas.
Estructura	No constituye un juego completo. Se centra en fragmentos de diseño lúdico como puntos, medallas, niveles, progresión o narrativa.	Juego autónomo, con reglas, narrativa, metas y retroalimentación propias.	Utiliza juegos ya existentes o diseñados para fines educativos, integrándolos en el currículo.
Rol del docente	Diseña entornos de aprendizaje motivadores mediante mecánicas de juego.	Facilita la reflexión sobre la experiencia del juego y su aplicación.	Selecciona, adapta o diseña juegos que permitan abordar contenidos curriculares.
Ventajas	Aumenta la motivación, genera compromiso sostenido, potencia la participación activa.	Permite practicar conocimientos en un entorno seguro y realista; favorece la transferencia de saberes.	Promueve aprendizaje activo, exploración, resolución de problemas y colaboración.
Limitaciones	Riesgo de superficialidad si se limita a recompensas extrínsecas.	Requiere altos costos, tiempo y conocimientos de diseño especializado.	La efectividad depende de la pertinencia del juego elegido y de su integración con los objetivos de aprendizaje.
Ejemplos	<i>Classcraft</i> con sistemas de insignias y progresión.	Simuladores de vuelo, juegos de entrenamiento médico o militar.	Juegos de mesa o videojuegos usados en biología, química, matemáticas.

1.2.1 Ludificación y gamificación

Lupton y Thomas (2015) plantean que la gamificación por su definición implica el cambio o modelamiento del comportamiento, haciendo que esté sujeto a objetivos y metas

impuestas por un mediador; sin embargo, va más allá del simple disfrute del juego mismo y es así como se diferencia de la ludificación. Deliyannis et al (2023) explican que la ludificación se alimenta del mismo marco conceptual que la gamificación, pero su aplicación es la que los distancia. La ludificación se enfoca en crear dinámicas divertidas para hacer más interesante procesos de enseñanza es decir que el objetivo común es motivar, enganchar e incentivar la participación activa, su centro es que la diversión sea un vehículo para que un proceso no tan interesante lo sea, como ejemplo se puede mencionar el uso de plataformas para realizar eventos evaluativos (*Kahoot*, *Quizzys*, etc.), el uso de juegos sin reglas o sistemas complejos cortos para activar el interés de estudiantes en temas (loterías, trivias, etc.). Por otra parte la gamificación crea un juego bajo los parámetros de mecánica, dinámica y componentes, y lo usa como vehículo para cambiar o modelar el comportamiento, su enfoque es más complejo y busca integrar muchos elementos para hacer una experiencia completa en el aprendizaje, podemos mencionar como ejemplo *Classcraft*, una plataforma virtual educativa que transforma el aula en un juego de rol, donde los estudiantes ganan puntos, completan misiones y colaboran en equipos para mejorar su aprendizaje y comportamiento, usando mecánicas de videojuegos para motivarlos. El docente es quien dirige las sesiones y los estudiantes participan con avatares que van adquiriendo puntos y poderes que pueden usar en el contexto de su clase.

Es importante tener en cuenta que el lenguaje influye mucho en el entendimiento de los conceptos, no solo basta con pasar al español una palabra en inglés, si no comprender cual es la palabra adecuada en su traducción y uso. Picon-Ibáñez (2019) y Vargas y Silva (2019) explican que la traducción correcta y aceptada de “*Gamification*” no es gamificación sino ludificación. Entonces vemos aquí cómo en el español las dos palabras tienen significados iguales, en algunos casos usando solo la “gamificación” para referirse al uso de herramientas TIC. Para efectos de este trabajo diferenciaremos la ludificación (actividades centradas en la motivación y facilitar a través de dinámicas y juegos sencillos exámenes o clases) de la gamificación que entenderemos como el uso de elementos del juego (como reglas, recompensas, niveles, narrativa, competencia o cooperación) en contextos para el desarrollo de varias clases o unidades didácticas (como la evolución biológica).

Finalmente, como anteriormente se definió, la gamificación debe poder integrar muchos elementos, no solo centrarse en la dinámica de juego. El punto crucial en una gamificación

adecuada radica en la necesidad de desarrollar juegos serios (*Serious games*) adaptados al contexto del grupo y a los objetivos de aprendizaje específicos. Mientras que los juegos (por sí solos) pueden ser herramientas valiosas para fomentar la participación y la motivación en el proceso educativo, su efectividad depende en gran medida de su alineación con los temas, contenidos y metas pedagógicas que se pretenden alcanzar. La gamificación efectiva requiere una cuidadosa planificación y diseño de experiencias de juego que incorporen elementos como desafíos, recompensas y narrativas, de manera que se integren de manera coherente en el entorno de aprendizaje y se conviertan en instrumentos poderosos para el logro de los objetivos educativos. No se trata solo de usar herramientas lúdicas, sino de crear experiencias de juego significativas y relevantes que promuevan el aprendizaje de manera efectiva y atractiva.

1.2.2 Elementos de la gamificación

Teniendo en cuenta la recurrencia de los elementos en diferentes casos de gamificación, revisiones de gamificación y usos en contextos distintos a la educación (Deterding, 2011; Woody & Reiners, 2015; Tamayo, 2017; Higuera, 2018; Picón, 2019; Rodríguez et al., 2019; Acosta et al., 2020; Buitrago, 2020; Marente, 2020; Mosquera, 2020; Arias, 2021; Barros & Días, 2021; Restrepo, 2021; Castro, 2023; Wanglang, 2023) podemos organizar tres elementos principales para una correcta gamificación. Estos se muestran en la figura 2, donde se representa la forma de construir una adecuada gamificación usando los elementos principales que la constituyen como maquinaria para obtener productos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como se ve en la figura 2 podemos entender el proceso a través de unas entradas o “inputs”, unos procesos internos y unas salidas o “outputs”. A continuación se ampliará cada uno de estos elementos que son centrales para la construcción de un proceso de gamificación adecuada.

A. Inputs del proceso

- **Objetivos pedagógicos:** Como lo explican Anderson & Krathwohl (2001), son todas las declaraciones claras y precisas que describen lo que se espera que el estudiante logre al finalizar una unidad, lección o curso, expresados en términos de resultados observables y medibles del aprendizaje, asociadas a verbos que faciliten esta observación.

- **Conceptos científicos:** Según Moreira (2005), un concepto científico no es simplemente una palabra o definición, sino una estructura de conocimiento organizada, producto de una elaboración colectiva, validada socialmente por la comunidad científica y que exige un proceso de enseñanza y aprendizaje para ser comprendido por los estudiantes, estos pueden incluir todos los conceptos previos o conceptos nuevos por explorar, que correspondan al currículo y estén en línea con el tema gamificado.

Figura 2. Elementos para una correcta gamificación. Autoría propia



B. Procesos internos

- **Componentes:** Son cada uno de los recursos y herramientas que permiten el diseño aplicativo de la gamificación. Son todas las estructuras y procesos que sobre la dinámica y la mecánica darán una forma específica a la gamificación y serán la parte más atractiva y por lo tanto externa del proceso, incluye los puntajes, los niveles, el diseño personajes, entre otros que son explicados a continuación.

Avatares: en los juegos de rol es una representación simbólica o figurativa del jugador dentro de la dinámica del juego, que puede adoptar características físicas, psicológicas o sociales asignadas por el jugador o por el sistema del

juego. El avatar actúa como un intermediario entre el jugador y el mundo ficcional, permitiéndole tomar decisiones, interactuar con otros personajes o entornos, y desarrollar una identidad dentro de una narrativa compartida. No se limita a una identidad digital (como sucede en los juegos de video), sino que puede ser un personaje descrito verbalmente, representado con fichas, dibujos o cualquier medio que dé forma al rol asumido.

Puntos: Es uno de los factores básicos en la gamificación. Los estudiantes ganan puntos por completar tareas, responder preguntas correctamente o alcanzar hitos específicos en su aprendizaje. Los puntos pueden utilizarse como una moneda de cambio dentro de la misma mecánica del juego permitiendo reclamar recompensas (premios dentro del mismo juego o fuera del juego relevantes de la clase), avanzar en niveles o adquirir ventajas para un mejor progreso de su personaje.

Niveles: Representan etapas de progreso en un sistema de gamificación. A medida que los estudiantes acumulan puntos o completan actividades, avanzan a niveles superiores. Cada nivel puede presentar desafíos más difíciles o recompensas más atractivas.

Recompensas: Son incentivos tangibles o intangibles que los estudiantes ganan al alcanzar ciertos objetivos. Estas recompensas pueden incluir medallas, insignias virtuales, descuentos en actividades futuras o acceso a contenido exclusivo.

Tablas de Clasificación: Muestran el rendimiento de los estudiantes en relación con sus compañeros. Esto permite a los estudiantes tener espacios donde pueden aproximarse a la competencia dentro de un ambiente controlado y saludable, buscando que puedan superarse a sí mismos y a otros.

Desafíos: Son tareas o actividades específicas que los estudiantes deben completar. Pueden ser preguntas, rompecabezas, proyectos o actividades interactivas que requieren la aplicación de conocimientos.

- **Dinámicas:** Son las estructuras que brindan soporte y coherencia al funcionamiento de la mecánica del juego. A través de ellas, la gamificación

adquiere profundidad y sentido, pues permiten que la experiencia avance de manera organizada y significativa. Incluye elementos como la narrativa, que da contexto y propósito a las acciones; la progresión, que marca el camino de logros y etapas superadas; y la competencia, que motiva a los participantes a mejorar su desempeño frente a sí mismos o frente a otros.

Narrativa: Es una dinámica que agrega un contexto a la experiencia de gamificación. Puede ser una historia que envuelve las actividades educativas, lo que ayuda a los estudiantes a sentirse más inmersos y comprometidos con el contenido.

Progresión: Es la forma en que se planea llevar a los jugadores por el juego, contemplando los sistemas de niveles, las zonas de juego o expansiones, las dificultades, así como el punto final del juego y como obtenerlo.

Competencia: Implica fomentar la rivalidad entre los estudiantes desde una propuesta sana y respetuosa en una dinámica poderosa. Los estudiantes en el proceso de competir por puntos, posiciones en tablas de clasificación o premios pueden desarrollar una alta motivación para participar.

- **Mecánicas:** Son los procesos que cimientan las bases y el funcionamiento o motor del juego. Permiten tener un esqueleto o andamiaje que da la base de la gamificación, son el elemento alrededor del cual los demás elementos se asocian para dar cuerpo a la gamificación. Como parte de la mecánica podemos reconocer:

Plataforma: La gamificación en educación a menudo se implementa a través de una plataforma en línea, una aplicación o un sistema de juego específico. Permite saber que estructura usará el juego para poder desarrollarse. Dentro de este punto se tienen los *role-playing games* o juegos de rol, los juegos de cartas o los de mundo abierto. Estas delimitaciones permiten realizar un seguimiento del progreso de los estudiantes y administrar las dinámicas y componentes del juego.

Motor del juego: Es la forma en que el juego y el proceso de gamificación se organizan en pro de establecer la línea de juego, es decir, determina la forma en que el juego fluirá, cuánto tiempo durará, si el juego está diseñado para ser

individual, multijugador, cooperativo, los tipos de ganadores y los posibles finales que el juego tendrá.

Finalmente comprendemos que la dinámica, la mecánica y los componentes son los elementos que articulan cada uno de los procesos y estructuras determinantes para el desarrollo y diseño del juego para el correcto proceso de gamificar una clase, en nuestro contexto educativo.

C. Outputs del proceso:

- **Pensamiento crítico y analítico:** la gamificación impulsa a los estudiantes a enfrentar problemas de manera activa, obligándolos a evaluar hipótesis, comparar alternativas y tomar decisiones. Este proceso fomenta un pensamiento crítico que no se limita a memorizar contenidos, sino que estimula el análisis de relaciones entre conceptos y la capacidad de cuestionar explicaciones superficiales.
- **Comprensión de modelos científicos:** Los juegos diseñados bajo esta metodología permiten a los estudiantes interactuar con representaciones simplificadas de procesos complejos, como la evolución biológica. Esta interacción favorece la comprensión de modelos científicos al trasladar conceptos abstractos a situaciones dinámicas y experienciales, facilitando un aprendizaje más profundo y significativo.
- **Trabajo cooperativo:** La dinámica de juego en equipo facilita la coordinación, comunicación y construcción conjunta de estrategias. De esta forma, la gamificación refuerza la competencia de trabajo cooperativo, ya que en la mayoría de los casos no depende únicamente del esfuerzo individual, sino de la capacidad de colaborar, negociar y compartir responsabilidades con los demás.
- **Argumentación científica:** El espacio gamificado abre oportunidades para que los estudiantes defiendan sus ideas, sustenten hipótesis y debatan con base en evidencia. Esto fortalece la argumentación científica al situarlos en escenarios donde deben justificar sus decisiones y contrastarlas con el

conocimiento científico validado, desarrollando así competencias propias del quehacer científico.

- **Motivación:** El uso de dinámicas, narrativas y competencias hace que el aprendizaje deje de percibirse como una obligación externa y se convierta en un reto atractivo. La motivación surge tanto del disfrute del juego como del deseo de superar objetivos únicos del juego, lo que incrementa la disposición del estudiante a comprometerse con el aprendizaje y perseverar en el proceso.

1.2.3 Los RPG

Los RPG “role-playing games” que se traduce como juegos de rol, son sistemas de juego definidos por Zagal y Deterding (2018) como:

“Cualquier juego que permita a un número de jugadores asumir los papeles de personajes imaginarios y operar con cierto grado de libertad en un entorno imaginario, las habilidades de los personajes y la resolución de las acciones están “definidas por números o cantidades -por dados- manipulados siguiendo ciertas reglas” ... Con una historia que crece orgánicamente, es creada y experimentada por sus creadores”

Los juegos de rol requieren cuatro estructuras propias de mecánica y dinámica de este tipo de estrategias: un maestro de juego (quien dirige la narrativa), jugadores (quienes se convierten en los personajes de la historia), interacción (una toma activa de decisiones en la construcción de la narrativa) y un mundo (con reglas y contextos claros). A continuación se ampliarán las definiciones que Zagal y Deterding (2018) explican en su trabajo:

- Maestro del juego o “*game master*”: Posee la capacidad de influir en el mundo del juego más allá del ámbito de un solo personaje, interpreta y aplica las reglas del juego. Conoce la historia o los elementos que componen la narrativa y la desarrolla, dándole sentido y siendo árbitro en las decisiones entre jugadores.
- Personajes: Los protagonistas manejados por los participantes tienen la posibilidad de ser caracterizados tanto en términos numéricos como en aspectos cualitativos, y se presentan como entidades con identidad definida dentro del contexto del juego, no limitados meramente a roles o funciones genéricas. Estos personajes tienen el

potencial de evolucionar, ya sea en cuanto a sus aptitudes, habilidades o rasgos de personalidad. La dirección que toma esta evolución depende, al menos en parte, de las decisiones del jugador, y el propio juego reacciona a esos cambios incorporándolos dinámicamente en la experiencia.

- **Interacción:** Los jugadores cuentan con alternativas de configuración destinadas a facilitar su interacción con el universo imaginario previamente creado mediante la personificación de sus avatares. Estas opciones suelen abarcar, como mínimo, las modalidades de combate, diálogo y manipulación de objetos dentro del entorno del juego. Este espectro de decisiones puede ser tan complejo como la narrativa de los participantes y los atributos cualitativos lo permitan, lo que facilita que la dinámica de compromiso entre el jugador y el juego experimente una notable versatilidad, fluctuando con relativa libertad entre un enfoque figurativo y uno interpretativo. Por ejemplo, en un juego de rol, los jugadores pueden personalizar minuciosamente las habilidades y atributos de sus personajes, lo que representa una faceta de configuración profunda. Sin embargo, durante el juego, estos mismos jugadores pueden involucrarse en conversaciones con personajes no jugables (PNJ) - aquellos que están en la narrativa del juego, pero no son usados por los jugadores. Estos personajes permiten tomar decisiones que afecten la trama, lo que constituye una forma más interpelada de interacción.
- **Narrativa:** se refiere al componente narrativo o de historia que impulsa la experiencia de juego, contiene una trama o historia que evoluciona a medida que avanzan en el juego. La narrativa se desarrolla a través del diálogo entre personajes y las descripciones proporcionadas por el maestro de juego. Esto incluye diálogos de personajes, interacciones con PNJ y descripciones del entorno. La narrativa en un juego de rol es esencial para proporcionar contexto, propósito y desafíos a los jugadores, así como para la inmersión en el mundo del juego. Puede ser un mundo de fantasía, ciencia ficción, histórico, contemporáneo, etc. La trama es la historia principal o las múltiples historias que los jugadores pueden seguir. Los objetivos proporcionan direcciones y metas para los personajes, lo que puede incluir misiones, búsquedas o desafíos a superar. Las decisiones que toman los jugadores pueden influir en el desarrollo de la trama y en el mundo circundante. Las consecuencias de estas elecciones pueden ser inmediatas o a largo plazo. Las reglas del juego, como tirar dados o utilizar habilidades específicas, pueden influir

en la narrativa. Por ejemplo, una tirada de dados puede determinar si un personaje tiene éxito en persuadir a otro.

- Mundo de juego: se desarrolla en un escenario ficticio, donde los participantes tienen la libertad de tomar decisiones sobre la manera en que desean adentrarse en este universo de ficción. Los jugadores gozan de la flexibilidad de escoger su trayecto a lo largo de este mundo imaginario, teniendo incluso la posibilidad de regresar y visitar regiones que han explorado con anterioridad. La magnitud del ámbito de juego, susceptible de ser explorado, tiende a ser amplia y extensa, ofreciendo así una diversidad de posibilidades y oportunidades de descubrimiento.

Este sistema, el de los RGP será utilizado en el presente trabajo, donde desde la gamificación y el desarrollo de un juego se creará un ambiente de aprendizaje donde los estudiantes puedan adquirir, comprender y aplicar los conceptos relacionados con evolución biológica, respondiendo a los estándares básicos en ciencias naturales de noveno y décimo, siendo capaces de explicar la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, los cambios genéticos y la selección natural y explicar la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas. Usando como fundamento lo anterior podemos establecer que los estudiantes al final de este proceso deben ser capaces de reconocer a las fuerzas evolutivas activamente como factores que permiten el cambio evolutivo en las especies y ser capaces de aplicar estas fuerzas dentro del sistema de juego creado como parte del proceso de gamificación en la clase de biología.

2. Metodología

El presente estudio se enmarca en una propuesta didáctica de enfoque cualitativo, cuyo objetivo es promover mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de evolución biológica y ecología, mediante la implementación de una estrategia de gamificación tipo RPG. Desde esta perspectiva, la investigación busca comprender cómo la incorporación de la gamificación logra captar el interés de los estudiantes, favoreciendo su participación activa y sostenida. Asimismo, se explora el potencial de la gamificación para transformar el aula en un entorno más dinámico, creativo y participativo, que facilite la apropiación significativa del conocimiento científico.

Aunque esta investigación no se enmarca en una metodología de tipo Investigación-Acción Participativa (IAP), retoma ciertos elementos de la reflexión crítica del quehacer docente, en particular el interés por transformar las prácticas de enseñanza a partir de una intervención planificada y contextualizada. En este caso, la propuesta se concentra en el diseño, implementación y análisis de una estrategia didáctica basada en la gamificación tipo juego de rol (RPG) para la enseñanza del concepto de evolución biológica en la escuela secundaria. A través de esta intervención puntual, se busca observar cómo una experiencia de gamificación estructurada puede favorecer la apropiación conceptual, estimular la motivación de los estudiantes y promover formas más autónomas de participación en el aula. La investigación, de corte cualitativo y con un enfoque interpretativo, no pretende generar una transformación estructural del entorno escolar ni del rol del docente-investigador en el sentido profundo que propone la IAP, pero sí apunta a comprender de forma más situada cómo ciertas metodologías activas pueden incidir en la experiencia de aprendizaje. En ese sentido, se configura como una experiencia de innovación pedagógica que explora rutas alternativas para enfrentar las dificultades habituales en la enseñanza de temas complejos como la evolución biológica, enmarcadas en las condiciones reales de la práctica docente.

De esta forma, la propuesta no sólo busca implementar una estrategia didáctica innovadora, sino también generar una lectura reflexiva sobre las dinámicas que se

configuran en el aula a partir del uso de la gamificación como recurso pedagógico. El análisis de las interacciones entre estudiantes y docente durante esta experiencia permite identificar aspectos clave del compromiso, la comprensión conceptual y la participación activa. Así, este trabajo se orienta a aportar elementos que nutran procesos de mejora en la enseñanza de la evolución biológica, al tiempo que fomenta el desarrollo de un pensamiento creativo y pedagógicamente consciente, capaz de abrir nuevas posibilidades dentro del quehacer educativo.

2.1 Personas con las que se trabaja

Este estudio tendrá dos grupos de personas participantes, el primero son los estudiantes del colegio Nuevo Gimnasio Cristiano NGC, ubicado en el kilómetro 4 vía Cota-Siberia. Es un colegio privado, la visión y misión del colegio están orientadas a formar líderes basados en principios de la cosmovisión cristiana protestante integral que impacten la sociedad, siendo aprendices autónomos, con competencias en ciudadanía y responsabilidad social. Son jóvenes que están entre los 15-16 años, cursando el grado 9°. Con los estudiantes del NGC se realizó la primera etapa del desarrollo del trabajo, dando espacio a los primeros diseños del juego (se trabajaron con ellos las dos primeras ediciones del juego), retroalimentaciones y mejoras para una posterior versión final.

De otro lado el prototipo de juego diseñado en la primera etapa previamente descrita fue jugado y evaluado en el colegio Gimnasio Fontana, de la ciudad de Bogotá. Es un colegio privado y su metodología es propia y nueva, llamada “*What if?*” que se basa en la realización de preguntas poderosas y se sostiene bajo tres pilares: Creatividad, Sostenibilidad y Felicidad. Este colegio busca ser innovador en la práctica docente, por lo que es un lugar adecuado para poner a prueba la gamificación como un estilo diferente para la aproximación del conocimiento. Aquí participaron las personas de grado 9° en el último periodo escolar que es concordante con su plan de estudios, con ellos se probaron la tercera y última edición del juego.

2.2 Instrumentos de recolección de datos

Para la recopilación de información, utilizaremos fuentes primarias, se empleará la observación participante en los espacios de la clase, entrevistas semiestructuradas y formatos de retroalimentación para evaluar la motivación y cambios en el proceso de

aprendizaje y registros de actividades a través de bitácora de campo de actividades del maestro y de los estudiantes. Complementariamente, como fuentes secundarias, se incluirán material documental, audiovisual y literatura relacionada. Como se explicó previamente, el enfoque de la investigación se centra en entender si la implementación de una estrategia basada en la gamificación contribuye a fortalecer la relación de los estudiantes con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la evolución biológica. A continuación, se presentan las fases que estructuran este proceso investigativo.

2.2.1 Observación

La observación participante constituye un pilar central en esta investigación cualitativa, utilizada como herramienta metodológica para comprender los fenómenos que emergen en el contexto de la gamificación educativa. Esta fase busca identificar factores clave que inciden en la adquisición de competencias científicas, así como realizar una lectura profunda del entorno escolar y de las transformaciones que se generan durante la implementación de la estrategia. Como instrumentos principales, se utilizarán los diarios de campo elaborados por los estudiantes, herramienta fundamental en investigaciones cualitativas centradas en dinámicas de gamificación, como evidencian Arias (2021), Mosquera (2020), Buitrago (2020) y Restrepo (2004). En estos diarios, los estudiantes del nuevo gimnasio cristiano (NGC) registrarán periódicamente sus percepciones, estrategias, desafíos y aprendizajes surgidos a lo largo de dos primeras versiones del juego. Estos registros permitirán caracterizar sus perfiles, niveles de participación y evolución durante la aplicación de la metodología.

Adicionalmente, se implementará un formato de retroalimentación escrita “*feedback*”, donde los estudiantes del NGC podrán expresar valoraciones críticas sobre las dinámicas del juego y proponer mejoras, fortaleciendo así el enfoque participativo de la investigación. Algunos estudiantes serán designados como colaboradores en la recolección de evidencias, llevando sus propios diarios de campo para documentar observaciones directas sobre la dinámica grupal, la participación de sus compañeros y los momentos clave de aprendizaje. Esta estrategia busca capturar de forma detallada y reflexiva las experiencias, observaciones y percepciones surgidas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Siguiendo ejemplos de investigaciones previas (Debbağ & Fidan, 2020; Dummer et al., 2008; Verma, 2021), los diarios serán organizado a partir de preguntas guía

una estructura de organización entregado por el docente antes de iniciar la experiencia gamificada. Esta estructura consta de: 1. Organización cronológica: registro de los encuentros, actividades del juego y principales acontecimientos observados, con fechas y descripciones relevantes. 2. Registro de ideas y pensamientos: espacio para vincular lecturas, experiencias y observaciones personales con las preguntas orientadoras propuestas. Finalmente, tanto los diarios como los formularios de retroalimentación serán analizados cualitativamente y se emplearán como insumo para valorar el desarrollo del juego, ver las percepciones de la estrategia implementada, identificar oportunidades de mejora y orientar futuras modificaciones a la estrategia para crear experiencias más enriquecedoras.

Tabla 2. Lista de preguntas guía para el desarrollo de las bitácoras.

<i>¿Cómo te sentiste al participar en las actividades de hoy?</i>	<i>¿Qué decisiones tomaste durante el juego y en qué observaciones, datos o ideas te basaste para tomarlas?</i>
<i>¿En qué momentos sentiste que estabas aprendiendo algo nuevo sobre evolución o ecología?</i>	<i>¿Qué parte del juego te ayudó más a entender cómo funciona la evolución o los procesos ecológicos?</i>
<i>¿Qué ideas previas en biología usaste para superar los retos o avanzar en el juego?</i>	<i>¿Qué cambios harías en el juego para que las ideas científicas fueran más claras o más fáciles de aplicar?</i>
<i>¿Qué aspectos del juego te parecieron más útiles para aprender biología?</i>	<i>¿Qué aspectos dentro de la dinámica del juego te gustaría que mejore o cambie?</i>

Durante la sesión de retroalimentación, tanto los estudiantes como el profesor llevarán a cabo un intercambio de experiencias tanto personales como grupales. Se reconocerán los componentes que simbolizaron las fortalezas y las debilidades en la creación de las diferentes versiones del juego. Igualmente, se darán prioridad a las oportunidades de mejora más frecuentes o a las que, por consenso, se consideran más pertinentes para mejorar la experiencia del juego.

2.2.2 Acción

Para el proceso previo al desarrollo e implementación de la estrategia de gamificación, se utilizarán dos sesiones, es decir, un ciclo académico completo² en el cual: primero se realizará una evaluación formativa inicial de la parte disciplinar y se realizarán las preguntas presentadas en la tabla 2. Las preguntas contarán no solo con conocimientos previos, sino que también tratan de evidenciar la forma según su cosmovisión cristiana sobre el proceso evolutivo. Es importante indicar que estas preguntas serán realizadas en inglés por ser parte del proceso normal de la clase el uso de la segunda lengua.

El propósito fundamental de la implementación de una encuesta de tipo disciplinar es evaluar el nivel inicial de conocimiento y comprensión de los estudiantes en relación con los conceptos fundamentales de evolución y ecología. Este test se utiliza como una herramienta estratégica para medir el punto de partida de los estudiantes antes de su participación en las actividades de gamificación. Al conocer el nivel de conocimiento previo de los estudiantes, se puede adaptar de manera más efectiva el diseño de las actividades propuestas y la entrega de contenido, garantizando que estén adecuadamente alineadas con las necesidades de aprendizaje de cada grupo. Además, este test de inicio proporciona datos valiosos que permiten comparar el posible cambio acerca del conocimiento y la comprensión de los conceptos de evolución a lo largo del estudio gracias a la gamificación.

Posterior a la implementación del juego, se realizará una evaluación formativa sobre las competencias en ciencias naturales como por ejemplo la explicación de fenómenos biológicos y la argumentación con base en evidencias, ya que los estudiantes deben justificar sus decisiones en cada reto. Esta evaluación estará compuesta de ejercicios de preguntas abiertas, líneas de tiempo y diagramas que permitan evidenciar de manera contrastante las posibles transformaciones que se dieron por la implementación de la estrategia didáctica. También se genera la indagación y el pensamiento sistémico, al relacionar variables como adaptación, ambiente y azar en escenarios dinámicos. De todo esto se busca observar una transformación hacia la mejora de estas competencias.

² Un ciclo académico semanal se refiere a la estructura de organización del tiempo en los colegios que dividen en unidades de una semana que no corresponde a la semana calendario, donde cada semana de 6 días se considera un ciclo completo.

Tabla 3. Preguntas diagnósticas y post intervención disciplinar de conocimientos previos y de contexto. Se muestran en español y en inglés por ser una clase dictada en un segundo idioma.

EVOLUCIÓN		EVOLUTION
DIAGNOSTICO	¿Cómo representarías gráficamente un proceso evolutivo?	How would you graphically represent an evolutionary process?
	¿Qué papel juega el ambiente en la supervivencia de las especies?	What role does the environment play in the survival of species?
	¿Qué significa el término adaptaciones?	What does adaptations mean?
	¿Cómo crees que los seres vivos desarrollan nuevas características?	How do you think living things develop new characteristics?
	Selecciona, según consideres, cuáles de las siguientes disciplinas están fuertemente relacionadas con la evolución: Genética, Ecología de poblaciones, Fisiología, Anatomía, Botánica, Geología.	Select, as you consider, which of the following disciplines are strongly related to evolution: Genetics, Population Ecology, Physiology, Anatomy, Botany, Geology.
	¿Cómo definirías la evolución con tus propias palabras, sin usar definiciones de libros?	How would you define evolution in your own words, without using book definitions?
	¿Cuáles son las fuerzas que permiten la evolución biológica?	What are the forces that enable biological evolution?
	¿Por qué es importante el acervo génico en la evolución?	Why is the gene pool an important factor in evolution?
	¿Cómo describirías la función de la selección natural?	How would you describe the function of natural selection?
	¿Es correcto decir que “sobreviven los más fuertes”?	Is it correct to say that the strongest survive?

De otro lado se llevó a cabo una evaluación diagnóstica de la motivación en el proceso emoción-aprendizaje ya que tiene una gran relevancia por varias razones fundamentales. En primer lugar, permite comprender el punto de partida de los estudiantes en términos de su nivel de motivación hacia las actividades de clase. Esto facilita la adaptación de las estrategias pedagógicas y de gamificación para abordar las necesidades específicas de los estudiantes y mantener su interés a lo largo del estudio. En segundo lugar, una evaluación inicial de la motivación proporciona información valiosa sobre la disposición de los estudiantes para comprometerse activamente en el proceso de aprendizaje, lo que puede influir en su participación y aprovechamiento de las actividades. Finalmente, el monitoreo continuo de la motivación a lo largo del estudio permite ajustar y mejorar las dinámicas de gamificación, lo que puede tener un efecto directo en el logro de los objetivos de aprendizaje y, en última instancia, en la efectividad global del enfoque de gamificación.

A continuación, en la tabla 3 se mostrará el modelo del test de motivación del que se partirá. Es un cuestionario adaptado del desarrollado por Merino (2019), donde se ofrecen al estudiante 10 emociones, 5 positivas y 5 negativas. Se adaptaron algunas emociones para hacer más sencillo el reconocimiento, pues el cuestionario de Merino está pensado para estudiantes de grado universitario y no al contexto escolar. El cuestionario según Merino se hizo en la escala de 1 a 5 donde 1 es “no experimentada” y 5 “experimentada”. Este test se realizará en diferentes momentos del proceso. Para el proceso diagnóstico se realizará durante una sesión introductoria acompañado de tres preguntas que buscan explorar la parte motivacional frente al tema de evolución o ecología. Durante las sesiones, al finalizar, los estudiantes responderán la misma encuesta de emociones con solo una pregunta abierta. En el final del proceso se realizará el mismo formato del diagnóstico con el ajuste en sus preguntas.

Tabla 4. Modelo de encuesta motivación³.

Diagnostica	Emociones e intenciones					
¿Qué esperas aprender o experimentar en esta unidad de biología? (Abierta)	EMOCIÓN	ESCALA				
¿Qué tan cómodo(a) te sientes aprendiendo biología actualmente? (escala 1-5)	Alegría	1	2	3	4	5
¿Qué tipo de retos te gustaría enfrentar durante un juego de biología? (Abierta)	Satisfacción	1	2	3	4	5
Durante las sesión	Entusiasmo	1	2	3	4	5
¿Qué tan motivado te sentiste durante la sesión de hoy? (Escala 1 a 5)	Asombro	1	2	3	4	5
¿Explica tus razones de la respuesta anterior (Abierta)	Interés	1	2	3	4	5
Post-intervención	Aburrimiento	1	2	3	4	5
¿Qué tan motivado te sentiste durante la sesión de hoy? (Escala 1 a 5)	Frustración	1	2	3	4	5
Si pudieras cambiar algo en el juego para hacerlo aún más interesante o útil para tu aprendizaje, ¿qué cambiarías?	Confusión	1	2	3	4	5
¿El juego hizo que te interesara más por aprender sobre biología? (Sí y No)	Desánimo	1	2	3	4	5
Si tu respuesta anterior es afirmativa ¿En algún área o aspecto en particular te interesó aprender más? (Abierta)	Indiferencia	1	2	3	4	5
¿Qué sentiste que aprendiste durante sesión de hoy, con respecto a la evolución? (Abierta)						

Por otra parte, se realizará un muestreo por conveniencia y selección aleatoria de algunos equipos de estudiantes, con el propósito de llevar a cabo entrevistas semiestructuradas. Éstas buscarán recoger percepciones sobre el proceso de aprendizaje y los niveles de motivación asociados a la experiencia. Tal como lo explican Babativa y colaboradores (2024), “se puede afirmar que la entrevista semiestructurada es un instrumento cualitativo que facilita la recopilación de datos precisos y detallados durante un diálogo entre el entrevistador y el entrevistado, ya sea de forma individual o grupal”. Siguiendo la propuesta

³ La escala de 1 a 5 donde 1 es “no experimentada” y 5 “experimentada”. Preguntas exploratorias en cada fase del proceso. Las preguntas de diagnóstico, durante la sesión y Post-intervención se harán acompañados de la pregunta de las emociones.

de Babativa et al., se organizan las preguntas y el guion que se va a usar en el desarrollo de la experiencia como se muestra en la tabla 4, para registrar la evidencia de las entrevistas se grabará la voz de los estudiantes y posteriormente se usaran archivos de Excel para hacer un registro formal de las respuestas. Para la aplicación de las encuestas se implementó un proceso de consentimiento informado con los estudiantes, en el que se explicó claramente el propósito de la investigación, la confidencialidad de los datos y el carácter voluntario de su participación. Asimismo, se contó con la autorización formal de la institución educativa, lo que garantizó la ética y el aval institucional para el desarrollo del estudio.

Tabla 5. Estructura del guion para las entrevistas semiestructuradas y preguntas guía.

Guion de la entrevista	Preguntas guía
<p>Bienvenida <i>Hola [Nombre del estudiante], le agradezco que pueda estar aquí para responder unas preguntas sobre su experiencia con el juego. En esta charla, quiero saber qué piensa y cómo vivió la experiencia en clase de evolución. No hay respuestas correctas o incorrectas, solo su punto de vista honesto es lo que cuenta.</i></p> <p>Confidencialidad clara: "Todo lo que me cuentes se usará solo para entender mejor cómo fue esa experiencia en la clase. "</p> <p>*Se procede a solicitar permiso para la grabación de voz</p> <p>Inicio de las preguntas planeadas.</p> <p>Parte 1: Apertura: Descubrir y crear un ambiente cómodo para la entrevista.</p> <p>Parte 2: Gamificación y aprendizaje: Saber si cree que aprendió algo sobre evolución jugando y cómo vivió la experiencia.</p> <p>Parte 3: Motivaciones: Ver cómo manejo sus emociones y motivaciones en la dinámica.</p> <p>Cierre: Pedir ideas para mejorar cerrar con un agradecimiento.</p> <p><i>Tiempo esperado por entrevista 15-20 min.</i></p>	<p>Pregunta de apertura: ¿Alguna vez has participado en clases donde se usaron juegos para apoyar el aprendizaje?</p>
	<p>Experiencia de la gamificación: ¿Cómo describirías tu experiencia participando en el juego sobre evolución? ¿Hubo algo que te resultara difícil de entender o de hacer mientras jugabas?</p>
	<p>Percepción de aprendizaje: ¿Sientes que entiendes mejor cómo funciona el proceso evolutivo? ¿Por qué? ¿Qué conceptos de evolución te quedaron más claros gracias al juego?</p>
	<p>Motivaciones y emociones: ¿Te sentiste más motivado o motivada a participar en la clase gracias al juego?</p>
	<p>Cierre: ¿Qué cambiarías (quitar, añadir o re pensar) del juego para hacerlo aún mejor para aprender evolución?</p>

Con el propósito de garantizar la validez de contenido y la pertinencia contextual de los instrumentos utilizados en este trabajo, se llevó a cabo un proceso de validación por juicio de expertos. Para ello, se contó con la colaboración de dos docentes de ciencias naturales con experiencia directa en enseñanza media: La profesora de Diana Jinete⁴, coordinadora académica del Nuevo Gimnasio Cristiano, Docente de química y maestra en innovación en educación, con trayectoria en procesos de innovación pedagógica, y el docente Santiago Pinillos ingeniero químico, quien se encuentra desarrollando su tesis y maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la UNAL, docente de química que trabajó en el Gimnasio Fontana con experiencia en estrategias didácticas activas. Ambos revisores analizaron los instrumentos bajo criterios como la claridad de las preguntas, la coherencia con los objetivos de investigación, el lenguaje apropiado para estudiantes de grados noveno y décimo, y la viabilidad de aplicación en el contexto escolar. Los aportes obtenidos de esta revisión permitieron realizar ajustes menores en la redacción de algunas preguntas, especialmente para asegurar un lenguaje más accesible y evitar ambigüedades en la formulación. También se sugirieron mejoras en la estructura visual de los formatos para facilitar su diligenciamiento por parte del estudiantado. Este proceso fortaleció la confiabilidad del trabajo de campo, asegurando que los instrumentos fueran no solo comprensibles, sino adecuados para recoger evidencias útiles sobre el desarrollo de competencias científicas y la experiencia vivida durante la gamificación.

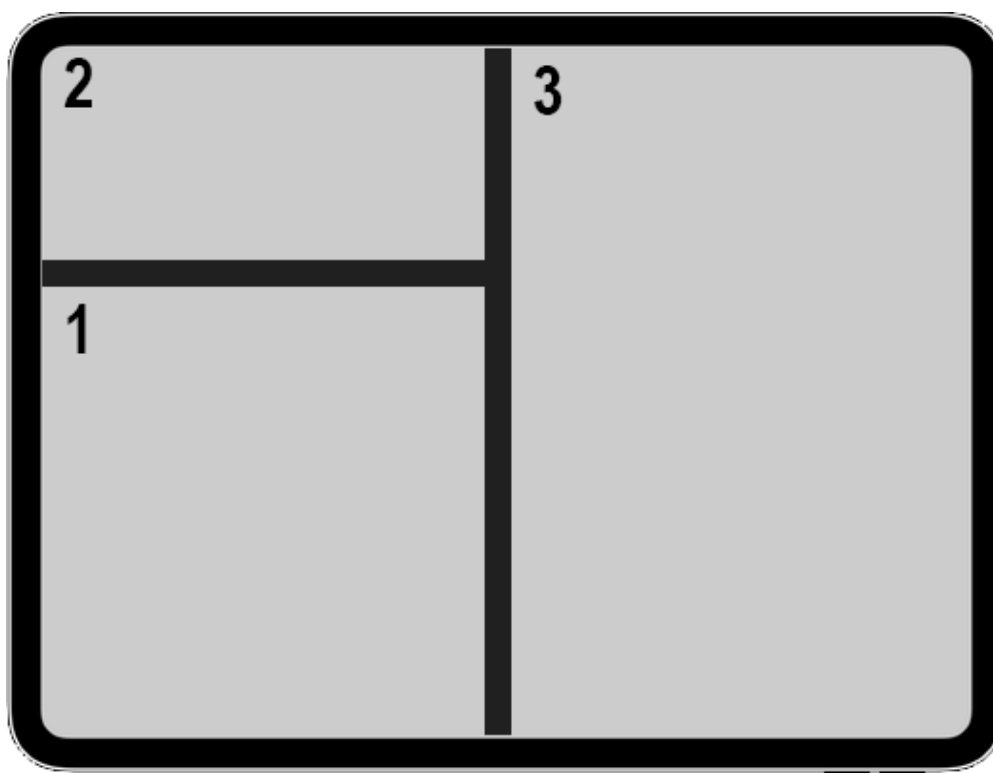
2.2.3 Reflexión

La fase de reflexión es clave en este proceso de investigación, dentro de la enseñanza en general y en la implementación de cualquier estrategia pedagógica, ya que nos da la oportunidad de examinar a fondo los métodos que usamos, reconociendo qué funcionó y qué no, y así mejorar nuestra forma de enseñar de manera constante y con bases sólidas. En este trabajo, que tiene como epicentro de investigación el desarrollo y aplicación de un juego para enseñar evolución biológica a estudiantes de noveno grado, la fase de reflexión se vuelve fundamental para ver cómo los juegos cambian la manera en que los estudiantes comprenden e interactúan con los contenidos, y permite ajustar las actividades según lo que realmente ocurre en el aula. En este sentido, Murillo y Martínez-Garrido (2010)

⁴ Se cuenta con el consentimiento informado de los dos profesionales que validaron el instrumento de recolección de datos utilizado en la fase de acción.

proponen el uso de un diario autoetnográfico docente como herramienta para observar y reflexionar sobre el proceso pedagógico, registrando percepciones, emociones e interpretaciones que surgen durante la práctica. Para estructurar este instrumento, se adoptó el modelo de Alberich y García (2020), el cual organiza las anotaciones en tres secciones diferenciadas que facilitan una mirada más analítica del proceso educativo: las impresiones inmediatas, la descripción de lo observado y una reflexión posterior más elaborada (ver figura 4). Este tipo de registro permite no solo documentar la experiencia, sino también sostener una reflexión sistemática que contribuya a generar transformaciones significativas y sostenibles en las prácticas de enseñanza. Para los fines prácticos de esta investigación, el modelo se adaptó utilizando la aplicación *Sketchbook* de iOS en un iPad 10, junto con un lápiz digital (*Apple Pencil*).

Figura 3. Modelo y estructura diario autoetnográfico adaptado a iPad.⁵



⁵ Zona 1: Reservado a notas directas sobre el campo y debe ocupar la parte izquierda y central del diario. Zona 2: Para notas indirectas en el campo y debe acoger el margen derecho. Zona 3: Para notas fuera del campo, debe ocupar toda la hoja y escribir en él previamente o a continuación de cada sesión de observación.

3.Resultados y análisis

3.1 Juego de rol “Biodisea”

El primer objetivo específico de este trabajo es lograr crear y desarrollar un juego tipo RPG, que sirva para entender y aprender mejor las ideas sobre evolución, sobre todo comprender el proceso evolutivo enfocándose principalmente en resaltar las cuatro fuerzas que la impulsan (mutación, deriva génica, flujo génico y selección natural), y cómo se relacionan con la "población" como unidad evolutiva.

De esta forma se crea “*Biodisea*”, un juego de rol educativo (RPG) diseñado como una simulación didáctica del proceso evolutivo, orientado a estudiantes de 9º y 10º grado. En esta propuesta, cada estudiante (organizado por equipos) asume el rol de una criatura ficticia que debe sobrevivir, adaptarse y evolucionar en un ecosistema cambiante y lleno de desafíos. El mundo en el que se desarrolla el juego está dirigido por el docente, quien actúa como *Game Master* (GM), encargado de plantear escenarios, activar eventos ambientales y narrar el avance de la historia. El juego integra conceptos clave de la biología evolutiva como mutaciones, selección natural, deriva genética, dinámica poblacional, adaptación y especiación. Estos procesos no se abordan de manera expositiva, sino que se viven a través de decisiones estratégicas, lanzamientos de dados, interacción con cartas de evento y el diseño progresivo del avatar de cada criatura.

A lo largo del juego, los estudiantes enfrentan situaciones que requieren interpretar datos, tomar decisiones fundamentadas, adaptarse a condiciones nuevas y construir explicaciones a partir de sus vivencias dentro del juego. La narrativa cumple un papel central en la experiencia, ya que los estudiantes deben justificar sus acciones con base en los principios biológicos aprendidos, generando una participación activa, reflexiva y contextualizada. Además de los elementos centrales como el mapa de juego, las fichas representativas de las criaturas y las mecánicas de turnos, Biodisea incluye componentes complementarios como formato de creación, sistemas de puntuación, cartas de mutación y cartas de eventos de riesgo que enriquecen la dimensión pedagógica del juego.

El desarrollo del juego atravesó múltiples etapas de interacción y ajuste. La primera versión, denominada Biodisea 1.0, fue concebida como un juego de rol (RPG) diseñado y aplicado con estudiantes de grado noveno del NGC Nuevo Gimnasio Cristiano (ver figura

4). Esta fase inicial permitió explorar la viabilidad de la estrategia en el aula, aunque su diseño aún carecía de una estructura con retroalimentación formal. Al año siguiente, se implementó una segunda versión, Biodisea 2.0, también fue jugada en el NGC e incorporó modificaciones sustanciales basadas en las observaciones realizadas durante la edición anterior y en los comentarios espontáneos que surgieron de los propios estudiantes durante las sesiones de juego. Esta nueva versión incluyó, por primera vez, el uso sistemático de bitácoras estudiantiles como herramienta para registrar experiencias, percepciones y aprendizajes relacionados con el contenido de evolución biológica.

Posteriormente, se desarrolló Biodisea 3.0, una versión más refinada en la que se fortalecieron tanto la estructura del juego como los mecanismos de evaluación formativa. Esta edición fue probada con los estudiantes de grado noveno del Gimnasio Fontana. Las bitácoras y retroalimentaciones escritas en esta etapa permitieron una comprensión más profunda de las dinámicas pedagógicas implicadas en la gamificación y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Finalmente, como resultado de todo el recorrido anterior, se consolidó Biodisea 4.0, una versión aún no aplicada en el aula, que constituye una síntesis estructurada de todo el proceso desarrollado. Su implementación no fue posible en esta etapa, dado que requiere una reestructuración más profunda, aunque se proyecta como una propuesta viable para el proceso de enseñanza–aprendizaje en grado noveno del Gimnasio Fontana hacia el año 2026. Esta edición final ofrece una organización más precisa de sus mecánicas, dinámicas y componentes, y está pensada para ser replicable en contextos educativos similares.

A continuación, se presentan los resultados derivados de las distintas ediciones de *Biodisea* desarrolladas y aplicadas durante el proceso investigativo. Cada versión del juego refleja una etapa de construcción y ajuste, en la que se integraron aprendizajes, retroalimentaciones y mejoras progresivas tanto en sus mecánicas como en su pertinencia pedagógica. Estos resultados permiten observar no solo la evolución del diseño lúdico, sino también su impacto en la dinámica de aula y en la manera en que los estudiantes se relacionaron con los conceptos de biología trabajados.

3.1.1 Biodisea 1.0

Biodisea 1.0 fue la primera versión del juego y, como suele suceder con cualquier prototipo, partió de una estructura sencilla, sin dinámicas del todo definidas ni mecánicas formalizadas. Aun así, sus componentes permitieron cumplir con el objetivo inicial: introducir el concepto de fuerzas evolutivas en clase y facilitar su comprensión mediante una experiencia lúdica y participativa. Esta edición se implementó durante los años 2021 y 2022 con estudiantes de grado noveno del Colegio Nuevo Gimnasio Cristiano (figura 4A).

Componentes: Los equipos estaban conformados por grupos de cuatro a cinco estudiantes. Para ejecutar acciones dentro del juego se utilizaban dados virtuales de 6, 10 y 20 caras. Antes de iniciar, cada estudiante creaba su avatar mediante un formato sencillo de diseño de personaje (figura 4B). En esta etapa no existían niveles de progresión ni sistemas de avance definidos, lo cual hacía del juego una experiencia más libre, sin estructuras complejas.

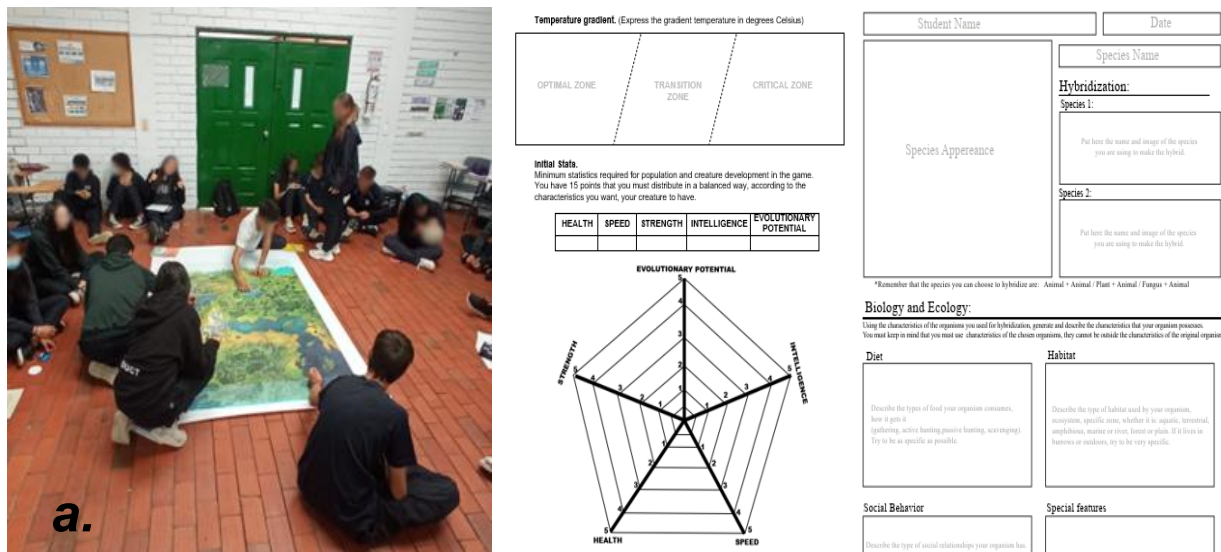
Dinámica: El desarrollo de la actividad se apoyaba fuertemente en la narración colectiva. El docente, quien asumía el rol de *Game Master*; guiaba el transcurso de la historia, mientras que los estudiantes interactuaban con el ecosistema y las criaturas que habían imaginado. La propuesta promovía la cooperación grupal, y el único criterio de éxito era lograr la supervivencia de las especies creadas. No se introdujeron elementos de competencia ni recompensas individuales.

Mecánica: Cada turno del juego estaba compuesto por tres momentos. El primero, denominado activación, consistía en que el estudiante iniciaba una narración basada en las habilidades de su criatura, describiendo la acción que deseaba realizar. Luego venía la ejecución, donde se lanzaba un dado de 6, 10 o 20 caras, según el tipo de acción, que determinaba la probabilidad de éxito de lo narrado. Finalmente, el turno cerraba con una resolución narrada por parte del GM quien contextualizaba las consecuencias de la acción y abría nuevas posibilidades para los personajes dentro del entorno ficticio.

Al finalizar cada ronda, el GM introducía un evento ambiental aleatorio, que podía implicar desde desastres naturales, encuentros con otras criaturas del ecosistema, hasta situaciones de riesgo propias del bioma donde se encontraban los avatares.

Cabe mencionar que en esta primera versión no existía un manual de juego formal ni una estructura narrativa previa establecidas para orientar las sesiones. Las decisiones se tomaban de forma improvisada por el GM, quien guiaba el desarrollo según lo requería cada situación, el juego apenas contaba con una lista base de condiciones ambientales predefinidas, vinculadas a zonas específicas del mapa, así como con un repertorio limitado de criaturas preestablecidas en el diseño del mapa, pero sin arcos argumentales o atributos claros. Aunque esta estructura era simple y con márgenes amplios de espontaneidad, ofreció a los estudiantes oportunidades constantes para tomar decisiones significativas dentro del mundo del juego. Esta libertad, sirvió como un espacio de exploración flexible donde fue posible observar cómo los participantes reaccionaban ante una propuesta pedagógica distinta a las clases convencionales.

Figura 4. a. Estudiantes grado noveno del NGC en primera versión de Biodisea. **b.** Primer formato de creación de criaturas Biodisea 1.0



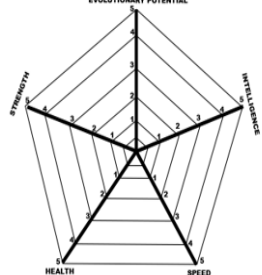
Temperature gradient. (Express the gradient temperature in degrees Celsius)

OPTIMAL ZONE TRANSITION ZONE CRITICAL ZONE

Initial Stats.
Minimum statistics required for population and creature development in the game. You have 15 points that you must distribute in a balanced way, according to the characteristics you want your creature to have.

HEALTH	SPEED	STRENGTH	INTELLIGENCE	EVOLUTIONARY POTENTIAL

EVOLUTIONARY POTENTIAL



Student Name _____ **Date** _____

Species Name _____

Hybridization:

Species 1: _____
Put here the name and stage of the species you are using to make the hybrid.

Species 2: _____
Put here the name and stage of the species you are using to make the hybrid.

*Remember that the species you can choose to hybridize are: Animal + Animal / Plant + Animal / Fungus + Animal

Biology and Ecology:

Using the characteristics of the organisms you used for hybridization, generate and describe the characteristics that your organism possesses. You must keep in mind that you must use characteristics of the chosen organisms. They cannot be outside the characteristics of the original organisms.

Diet: _____
Describe the types of food your organism consumes, how it gets it (foraging, active hunting, passive hunting, scavenging). Try to be as specific as possible.

Habitat: _____
Describe the type of habitat used by your organism, its location, specific areas, whether it is aquatic, terrestrial, amphibious, marine or river, forest or plain. Is it lives in burrows or outdoors, try to be very specific.

Social Behavior: _____
Describe the type of social relationships your organism has.

Special Features: _____

Como resumen del juego en esta versión, se puede afirmar que:

- Inputs: se buscó introducir conceptos básicos de evolución y ecología a partir de una narrativa grupal guiada por el docente. Los objetivos pedagógicos estaban centrados en despertar motivación inicial y generar un espacio de exploración libre.
- Procesamiento: la dinámica fue fuertemente cooperativa, sin competencia ni progresión definida. La mecánica se limitaba a tiradas de dados y narración; los componentes eran simples (mapa básico, dados virtuales, fichas improvisadas).

- **Outputs:** se logró motivación y curiosidad en los estudiantes, aunque con limitaciones en la argumentación científica y en la comprensión de modelos biológicos. El pensamiento crítico aún no se estimulaba de manera explícita.

3.1.2 Biodisea 2.0

La versión 2.0 del juego incorporó mejoras significativas en sus dinámicas, mecánicas y componentes, las cuales surgieron principalmente a partir de las observaciones y sugerencias realizadas por estudiantes de grado 10° que participaron en esta experiencia lúdica. Esta edición se aplicó durante un trimestre completo (3 meses calendario, una sesión por semana). Muchas de estas modificaciones fueron concebidas en el marco del programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (MECEN), especialmente en el contexto de la asignatura Estructura, función y evolución. Uno de los avances más relevantes fue la creación de un primer manual de jugador, que permitió dotar al juego de una estructura más sólida y coherente.

Este manual incluía, por primera vez, una guía sistemática con opciones múltiples de genes, criaturas con habilidades específicas adaptadas al mapa de juego, y una ampliación detallada de los eventos ambientales que podían activarse durante las partidas. Asimismo, la experiencia de los estudiantes fue enriquecida mediante el uso de bitácoras grupales, las cuales sirvieron tanto para registrar posibles aprendizajes como para recoger opiniones críticas sobre el desarrollo del juego. Esta retroalimentación activa permitió afinar aún más la propuesta, consolidando un entorno de aprendizaje participativo, más alineado con los intereses y necesidades del aula.

Mecánicas: Se realizaron adaptaciones a la versión anterior, éstas surgieron a partir de la experiencia con los estudiantes y buscaron hacer más claras las reglas, integrar mejor los contenidos de evolución biológica y facilitar la participación durante la partida. Se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Adaptaciones en la mecánica que presenta la edición Biodisea 2.0.

Elemento del juego	Descripción
Una sola especie hipotética	Todos los jugadores comienzan como la misma especie (un modelo biológico de rana o anfibio). La población inicial se distribuye equitativamente mediante un lanzamiento de dado de 100 caras.
Turnos / Generaciones	El juego se organiza por generaciones. Se determina la duración total lanzando un dado de 6 caras y multiplicando el resultado por 5.
Sistemas de puntos	Un sistema de puntos es una forma de medir el progreso dentro del juego y facilita la motivación. Dentro del sistema se añade el <i>Fitness</i> que es un puntaje que se obtiene por éxito en supervivencia y número de población. Este puntaje habilita a los jugadores para activar atributos de mutaciones en el juego.
Mutaciones	Se generan al lanzar un dado de 100 caras y dividir el resultado por 2. Solo pueden aplicarse si el jugador cuenta con suficientes puntos de <i>fitness</i> .
Eventos ambientales	En cada ronda se lanza un dado de 20 caras. Se activan eventos ambientales con distintos niveles de dificultad según su color: verde (baja), naranja (media), rojo (alta).
Organismos invasores	Pueden incorporarse nuevas especies tras lanzar un dado de 20 caras. Éstas afectan a todos los jugadores de manera permanente.
Reproducción	Al final de cada generación, cada jugador lanza un dado de 10 caras para aumentar su población.
Separación y especiación	Los jugadores pueden dividirse en pares/impares y activar procesos de especiación si cumplen con criterios mínimos de genética y <i>fitness</i> .
Narrativa obligatoria	Las mutaciones y eventos deben integrarse en una narrativa coherente durante toda la partida.
Victoria	Gana el jugador que sobreviva más tiempo o que acumule más puntos de <i>fitness biológico</i> .

Componentes:

Mapa de juego: Área física donde se registran eventos, mutaciones y desplazamientos (ver figura 5). El mapa de juego muestra un continente diverso y amplio dividido en varias regiones biogeográficas. Al norte se extienden cordilleras nevadas y zonas frías, mientras que en el centro predominan planicies atravesadas por ríos y bosques templados. Hacia el sur se observa una gran selva tropical, contrastada con territorios áridos y sabanas. En el extremo oriental aparece un grupo montañoso volcánico, y al suroccidente destaca un vórtice marino que afecta la supervivencia de criaturas que estén cerca. También se incluyen islas menores que permiten simular procesos de colonización y aislamiento.

Figura 5. Mapa del juego usado durante Biodisea 1.0 y Biodisea 2.0 (Tomado de *Pathfinder*)



Tarjeta virtual: Se presentan de tres clases A) *Mutación*: adquieren o pierden habilidades de acuerdo a su resultado. B) *Evento*: alteraciones ambientales que impactan la dinámica del juego. C) *Organismo*: nuevas entidades que modifican de forma permanente el ecosistema (Figura 6).

Fichas: representan a cada individuo en la población (estas fueron hechas y diseñadas en impresión 3D – Figura 7).

Dados: Se usaron de cuatro tipos A) 100 caras: para poblaciones y mutaciones. B) 20 caras: para eventos y organismos. C) 10 caras: para reproducción. D) 6 caras: para combate ambiental y determinar generaciones.

Figura 6. Resumen innovaciones en las tarjetas de la edición Biodisea 2.0.

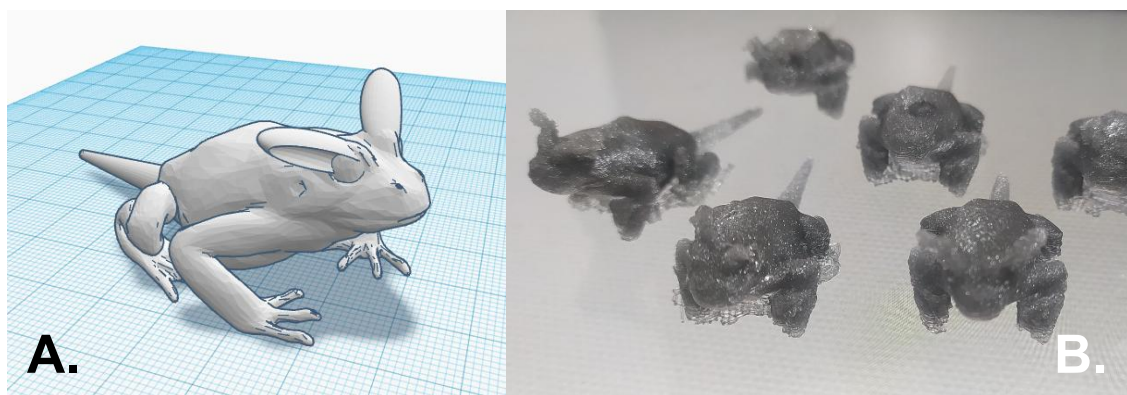


Dinámicas

Este nuevo formato propone que todos los jugadores pertenecen al mismo organismo hipotético, al comienzo todos controlan la misma población en la misma área de distribución y todos se ven afectados por las decisiones de sus compañeros, es decir, juegan en el mismo equipo; sin embargo con los diferentes eventos y decisiones, se van creando subpoblaciones, cada pareja de jugadores o equipo controla una de estas subpoblaciones haciendo más especializado el destino y la forma en que se participa con el juego. Esta dinámica de desarrollo permite que existan los siguientes atributos:

Adaptación constante: Los jugadores deben adaptarse estratégicamente a los cambios ambientales y nuevas presiones evolutivas. Competencia y colaboración ocasional: Si bien cada jugador busca maximizar su propio fitness, los eventos ambientales pueden promover alianzas temporales. Evolución narrativa: El relato de cada criatura es singular, reflejando su trayectoria evolutiva a través de sus elecciones y adaptaciones. Toma de decisiones basada en riesgo-beneficio: Valorar cuándo mutar, cuándo reproducirse de manera más agresiva o cuándo iniciar un proceso de especiación.

Figura 7. Modelo de la ficha de juego que representa las unidades de población de cada organismo del juego **A)** diseño para imprimir en 3D **B)** Pieza impresa y usada en el juego.



Las bitácoras de campo escritas por los estudiantes durante la experiencia gamificada fueron analizadas cualitativamente mediante un enfoque de análisis de contenido temático. Esta técnica permitió identificar patrones de significado, percepciones compartidas y elementos críticos relacionados con la comprensión de los conceptos biológicos, las dinámicas del juego y la vivencia del proceso de aprendizaje. El análisis se realizó con base en las preguntas orientadoras entregadas previamente, lo que permitió una triangulación entre las respuestas individuales, la observación del docente y las retroalimentaciones grupales. Se analizaron 10 bitácoras que pertenecían a ambos grupos de grado décimo.

Tabla 7. Categorías emergentes del análisis de bitácoras estudiantiles y su retroalimentación.

Categoría temática	Descripción breve	Fragmento en la bitácora
Comprensión conceptual de la evolución	Relaciones ecológicas	<i>"No sabía que los hongos y las bacterias se podían aliar y no me acordaba de los líquenes"</i>
	Deriva génica: concepto de endogamia	<i>"Fun fact: no sabía que endogamia era reproducción entre familia"</i>
	Ventaja de la variabilidad genética	<i>"Entendimos lo importante de una buena mutación para proteger los individuos y evitar la destrucción entera de la población" Traducido</i>
		<i>"Las mutaciones genéticas son eventos aleatorios y pueden ocurrir con diferentes frecuencias en una población."</i>
		<i>"La variación en la presencia de patas palmeadas dentro de la población puede atribuirse a la variabilidad genética"</i>
	Dinámica poblacional	<i>"Los cambios en el ambiente, la competencia por los recursos y la diversidad genética pueden influir en el número de individuos que se reproducen"</i>
	Estructura de organización genética tipo pedigrí	<i>"Pedigrí: línea genética de un animal, de su raza"</i>
	Naturaleza de las mutaciones	<i>"Algunas mutaciones neutrales son más útiles que las mutaciones positivas"</i>
		<i>"Esta mutación no nos proporciona ventajas ni desventajas"</i>
	Selección natural	<i>"La importancia de la selección natural en la supervivencia de la especie a través de mutaciones para evolucionar"</i>
<i>"El ambiente es extremo y puede ser el peor enemigo de mi especie"</i>		
Emociones vinculadas al aprendizaje	Sensaciones negativas	<i>"Frustración porque nuestros compañeros no ayudan y generan situaciones negativas para nuestras ranas" (parafraseado)</i>
		<i>"Me di cuenta que el juego no iba a ser tan sencillo como pensaba, que íbamos a tener más desventajas que beneficios y que probablemente no íbamos a pasar de la tercera ronda"</i>
		<i>"Escribir el diariooes algo que si bien me frustró, me mantuvo atento a cada jugada"</i>
		<i>"Me sentí mal ya que fue un comienzo terrible, somos básicamente un pug"</i>

	Sensaciones positivas	<i>"Pasó lo que quería que pasar y Gonzo sacó «estabilidad climática» lo que nos dio 5 individuos"</i>
		<i>"Finalmente nos pudimos reproducir «YUPI»"</i>
		<i>"Llega un evento local bueno que nos da más alimento por lo que ganamos 10 individuos"</i>
Toma de decisiones con base en datos	Mutación como adaptación y ventaja en el juego	<i>"Activamos patas palmeadas y agallas para tener mayor fitness en el agua y la cueva"</i>
		<i>"Pudimos aprovechar mejor las patas palmeadas y así ganar más fitness"</i>
	Autorreconocimiento estratégico	<i>"Hemos sido muy inteligentes con decisiones como entrar en la cueva"</i>
	Establecimiento de subpoblaciones	<i>"Continuamos todos juntos pero seguramente en un futuro nos separaremos"</i>
	Asociación del fitness a la supervivencia	<i>"Necesitamos más fitness para activar mejores mutaciones"</i>
Propuestas de mejora del juego	Mejoras al fitness	<i>"El fitness afecta directamente la cantidad de individuos que se reproducen, lo cual dificulta tener más individuos"</i>
		<i>"Conseguir fitness más fácilmente"</i>
	Reproducción mejorada	<i>"Una fórmula de reproducción más sencilla: $(Ni/2*fitness)/100$"</i>
	Estructura del juego mejor delimitada (reglas, narración, alimento, mapa, atributos)	<i>"La manera de desplazarse por el mapa sea más sencilla"</i>
		<i>"Debe haber recursos visibles en el mapa"</i>
		<i>"Tener acceso al manual de juego y las reglas (PDF o impreso)"</i>
		<i>"Zonas seguras en el mapa en las que los eventos de cualquier tipo no afectaran"</i>
		<i>"Que haya cartas en el mapa «muchas veces olvidamos que mutaciones teníamos»"</i>
		<i>"Tiempos de acción mejor definidos"</i>
		<i>"Reproducción y alimentación dependa del lugar, si es un bosque hay más comida"</i>
<i>"El juego no tomó en cuenta como alimentarse"</i>		

		<i>"El ambiente (Bryan) no puede narrar lo que quiera si no que debe ligarse a la narración de los jugadores"</i>
		<i>"Las narraciones con una estructura clara para que sean más justas y aceptadas"</i>
	Criaturas propias	<i>"Cada criatura maneje sus propias estadísticas"</i>
		<i>"Poder utilizar nuestras propias criaturas en el juego (que no sea el mismo personaje para todos)"</i>
	Balance de eventos	<i>"Más eventos positivos para los jugadores"</i>
		<i>"Eventos más concretos y duraderos, para desarrollarlos mejor"</i>
		<i>"Suelen salir más eventos, organismos y mutaciones negativas, se podría revisar para que sea más balanceado"</i>
Aplicación del conocimiento en contextos nuevos	Ciclos biogeoquímicos	<i>"No sabía que los desechos podían cambiar el pH del agua"</i>
	Ciclos biológicos y efectos ambientales	<i>"La temperatura ayuda al crecimiento rápido de organismos como hongos" traducido</i>
	Anatomía general	<i>"No tenía idea de que las ranas tenían cloacas como las aves"</i>
	Biología de organismos	<i>"Aprendí que la «levadura» es un hongo unicelular y sus esporas están en el aire"</i>
		<i>"El hongo que vuelve a los organismos a su favor, es el que hace a las hormigas zombies"</i>
	Ecología general	<i>"La reproducción puede estar influenciada por factores ambientales, genéticos y demográficos"</i>

Propuestas de mejora del juego: Dentro de la retroalimentación obtenida a través de las bitácoras, una parte significativa de los comentarios de los estudiantes estuvo orientada a proponer mejoras para fortalecer la experiencia gamificada. Estas observaciones, formuladas desde su propia vivencia durante el juego, abarcaron aspectos de la mecánica, así como de los recursos utilizados. Se sugirieron, por ejemplo, simplificaciones en los mecanismos de conteos de puntos o reproducción (“una fórmula de reproducción más sencilla”) y una delimitación más clara de los componentes como el mapa, los tiempos y los turnos. También se propuso que “las narraciones tengan una estructura clara” y que se incorporen apoyos visuales que faciliten una mejor interacción con el entorno del juego.

Estas contribuciones no sólo evidencian el compromiso de los estudiantes con la dinámica, sino que reflejan su capacidad para analizar críticamente el diseño de la estrategia y sugerir cambios con argumentos pertinentes basados en su experiencia. Así, el estudiante deja de ser un receptor pasivo para convertirse en un participante activo en la construcción y mejora del proceso de gamificación.

Como resumen de la edición 2.0 podemos confirmar que:

- **Inputs:** El juego integró objetivos pedagógicos más estructurados, relacionados con procesos de adaptación, mutación y especiación. Se plantearon retos más cercanos a los conceptos científicos de la evolución.
- **Procesamiento:** La dinámica empezó a equilibrar cooperación y competencia, generando subpoblaciones. La mecánica se hizo más robusta con sistemas de puntos de *fitness*, mutaciones y eventos ambientales. Los componentes incluyeron fichas impresas en 3D, manual básico y cartas de mutación.
- **Outputs:** Los estudiantes desarrollaron mayor comprensión de modelos científicos y empezaron a trabajar pensamiento crítico frente a las decisiones del juego. Se evidenció mejor argumentación, aunque todavía dependiente de la guía docente.

3.1.3 Biodisea 3.0

Basado en la retroalimentación de la edición anterior, Biodisea 3.0 tuvo ajustes significativos en los componentes, dinámicas y mecánicas que tratan de ajustar la

estrategia de gamificación. Biodisea 3.0 mantiene el espíritu de las ediciones anteriores sin embargo tiene los siguientes ajustes:

Tabla 8. Resumen de los ajustes ejecutados para la edición 3.0 del juego Biodisea.

Ítem	Tipo	Modificación
Mapa	<i>Componente</i>	Nuevo mapa más específico con biomas concretos basado en un ecosistema específico. Zonas de juego claras y delimitadas. Un mundo de juego más pequeño y específico.
Tarjetas de mutaciones 1	<i>Componente</i>	Set de tarjetas físicas de mutaciones únicas contempladas en la guía de juego.
Tarjetas de mutaciones 2	<i>Componente</i>	Set de tarjetas con mutación generales o comunes contempladas en el juego.
Tarjetas de mutaciones 3	<i>Componente</i>	Set de tarjetas que habilitan los cambios de alelos entre los diferentes genes disponibles en el juego.
Tarjetas de eventos ambientales	<i>Componente</i>	Set de tarjetas con 20 eventos ambientales, con descripción general y efectos favorables y no favorables a diferentes características.
Formato de creación	<i>Componente</i>	Formato universal de creación de personajes que facilita las elecciones de diseño, habilidades y características físicas-genéticas de su avatar.
Manual de juego	<i>Mecánica</i>	Manual de juego completo con descripción de cada componente, mecánica y dinámica del juego en formato PDF disponible para los estudiantes.

Resultados y análisis

Avatar personalizado	<i>Dinámica</i>	Figura representativa de la criatura creada, basada en el formato de creación. Hecha por cada estudiante con materiales moldeables (arcilla, porcelanocrón, plastilina)
Tabla de genes del juego	<i>Mecánica</i>	Set de información de los genes completos disponibles dentro del juego, con su descripción, sus alelos posibles y la característica que forman.
Puntos de mutación	<i>Mecánica</i>	Puntajes para habilitar la obtención de nuevas cartas de mutaciones por parte de los jugadores
Puntos de alimentación (carnívoros/herbívoros)	<i>Mecánica</i>	Puntajes distribuidos en el mapa que determinan la alimentación disponible para efectos reproductivos. Esta puede ir desde la ausencia de reproducción por no alimento, reproducción parcial, reproducción total o reproducción aumentada
Turno dividido en 3 acciones	<i>Mecánica</i>	Los turnos permiten una elección de acciones viables facilitando la narración (alimentación, combate, desplazamiento, activación de mutación, narración abierta)
Sistema de combate entre organismos (por dados)	<i>Mecánica</i>	Los organismos pueden atacar a otros si esto representa una forma de alimentación.
Reproducción mediada por factores biológicos preestablecidos	<i>Mecánica</i>	La tasa reproductiva deja las fórmulas atrás y se hace una tabla de recambio de los organismos basados en el tamaño elegido, la estrategia reproductiva y el tipo de crecimiento.

Mapa: El mapa de Biodisea 3.0 representa un ecosistema rico en diversidad de biomas que sirve como escenario principal para las interacciones evolutivas entre las criaturas controladas por los estudiantes. En esta versión, el mapa muestra una estructura

fragmentada en biomas diferenciados, los cuales incluyen zonas como: *Swamp area* (pantano), *Wetland area* (humedal), *Lagoon area* (laguna), *Savanna area* (sabana), *Forest area* (bosque), *Ecotone* (zona de transición ecológica). Cada bioma contiene ventajas estratégicas específicas según las adaptaciones de las criaturas (por ejemplo, bonificaciones de supervivencia o combate), lo que obliga a los jugadores a considerar el ambiente al momento de tomar decisiones evolutivas (Figura 8).

Zonificación específica: Cada área tiene reglas particulares para el combate y la supervivencia, dependiendo de características morfológicas como el tipo de locomoción (volar, caminar, trepar) o adaptaciones fisiológicas (acuáticas, terrestres, camuflaje).

Reglas de ventaja contextualizadas: Las bonificaciones (por ejemplo: +3 en dados de supervivencia o +5 en combate) facilitan la comprensión de la selección natural y el proceso de la presión del ambiente sobre características específicas, ya que reflejan cómo ciertas características confieren ventajas en ambientes específicos.

Zona de ecotono: La inclusión de un ecotono como área de transición es un mecanismo de explicación y conceptualización ecológica clave, que permite transiciones de hábitat, conectando biogeografía y evolución.

Tarjetas de mutación y acceso al *pool* genético

Pool genético: Hace referencia al acervo genético del juego, es decir, al conjunto de genes disponibles y sus respectivos alelos, los cuales determinan las características anatómicas, fisiológicas y ecológicas de las criaturas que representan los avatares de los estudiantes (ver Anexo A).

Tarjetas de mutaciones del *pool* genético básico: Identificadas con color gris, estas cartas constituyen el conjunto genético inicial con el que todos los jugadores comienzan al completar la ficha de creación. Representan variaciones hereditarias frecuentes que definen rasgos físicos y funcionales de los organismos jugados. Una vez obtenida la carta, se debe seguir la instrucción correspondiente, por ejemplo, “lanza 1D10” (1 dado de 10 caras), lo que indica que el número resultante del dado determinará el gen asignado, según el orden establecido en la lista del *pool* genético (ver figura 9)

Tarjetas de mutaciones del pool genético extendido: Identificadas con color naranja, estas cartas representan una ampliación del pool genético disponible, modelan la aparición de mutaciones raras, nuevas adaptaciones o innovaciones evolutivas. La carta explica cuál es la característica nueva y sus funciones, también sus alelos disponibles. La dinámica consiste en un lanzamiento de 1D6 (1 dado de 6 caras) si el número es par será el alelo dominante, por el contrario, si es impar será el alelo recesivo (ver figura 9).

Tarjetas de mutaciones con cambio de alelos: Identificadas con color azul, estas cartas cumplen una función reguladora y estratégica: permiten al jugador modificar, intercambiar o rotar alelos del pool genético básico y del extendido para reorganizar su genotipo reconfigurar rasgos fenotípicos. La tarjeta describe el cambio disponible o posible a realizar por el jugar. No representan una mutación directa, sino una herramienta de edición genética dentro del juego (ver figura 9).

El propósito de las tarjetas es simular la variabilidad genética y los mecanismos de la evolución. A través del pool genético básico, el pool extendido y las cartas de alelos, los estudiantes exploran conceptos como herencia, mutación y adaptación, integrándolos en decisiones de juego. Su función principal es modelar procesos evolutivos de forma más participativa y elegible para ellos según el desarrollo del juego mismo dentro de una narrativa estratégica.

Cartas de evento ambiental: Las cartas de eventos ambientales constituyen un componente clave dentro de los elementos del juego, específicamente diseñadas para simular cambios ecológicos que afectan directamente la dinámica de las poblaciones de los estudiantes. Estas cartas se activan aleatoriamente al inicio de cada ronda y funcionan como disparadores de presión selectiva, modificando las condiciones del entorno de manera temporal pero significativa. Cada carta describe un evento climático o ecológico (como olas de calor, enfriamientos extremos o desertificación) acompañado de un conjunto de rasgos adaptativos que otorgan ventajas o desventajas a los organismos, según las características anatómicas, fisiológicas o de comportamiento que posean. Los efectos son aplicables a todo el mapa y suelen implicar reducción poblacional, restricciones reproductivas o competencia aumentada. Las tarjetas permiten representar de forma concreta conceptos como selección natural, adaptación, competencia por recursos y

posibles cambios en el nicho ecológico, buscando conectar los procesos evolutivos con contextos ambientales dinámicos (ver figura 10).

Formatos de creación: El formato de creación es un componente diseñado para facilitar el proceso de construcción de avatares o criaturas por parte de los estudiantes. Este recurso está estructurado de manera que les permite seleccionar, dentro de los parámetros establecidos por el juego, un conjunto de características anatómicas, fisiológicas, etológicas y ecológicas. De este modo, cada estudiante puede configurar una criatura con atributos coherentes que luego utilizará como representante en la dinámica del juego.

Figura 8. Mapa Biodisea 3.0. División de los biomas del ecosistema y de las delimitaciones que el juego ofrece. (Autoría propia)



Figura 9. Tarjetas de mutaciones usadas en las sesiones de gamificación. Azul: tarjetas de mutaciones de cambios de alelos de un gen específico. Gris: tarjetas de mutaciones del pool general. Naranja: tarjetas de mutaciones nuevas del pool extendido (*el modelo es en inglés por la aplicación del juego en una clase bilingüe*).

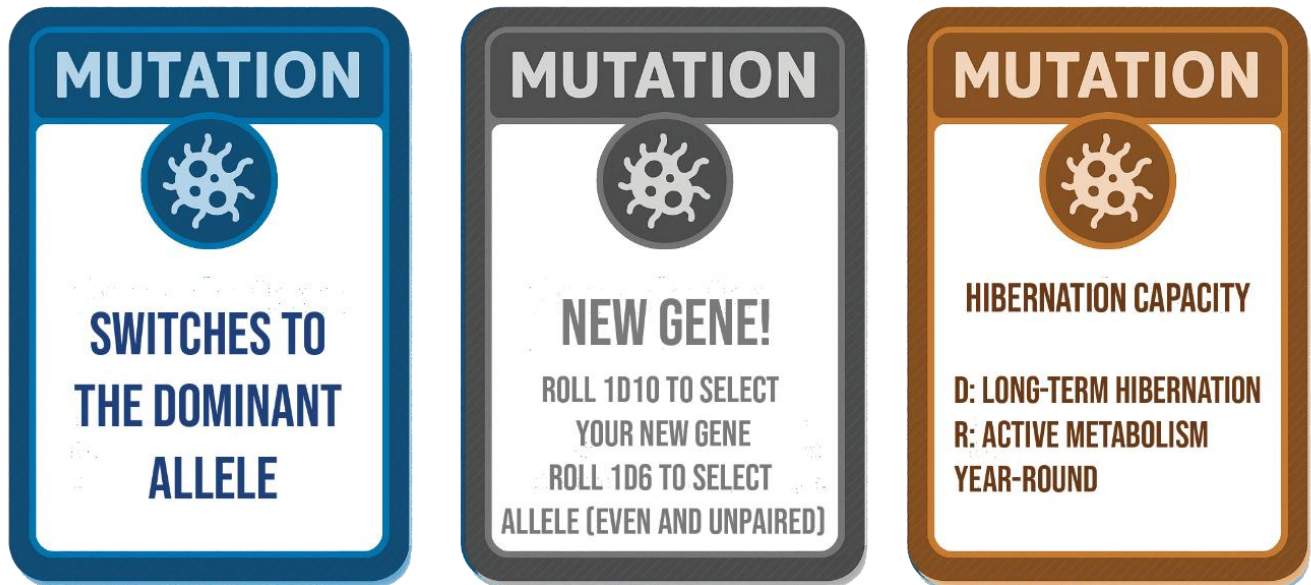


Figura 10. Tarjetas de eventos ambientales. (*el modelo es en inglés por la aplicación del juego en una clase bilingüe*).



Este formato de creación se organiza en cuatro secciones fundamentales: (ver Anexo B: Ficha de creación de personaje).

Rasgos físico-anatómicos: Los estudiantes eligen el tamaño corporal, tipo de locomoción, cobertura corporal (escamas, piel, plumas, etc.), estructuras especiales (branquias, garras, camuflaje, etc.) y habilidades sensoriales. Esta parte busca integrar elementos anatómicos y funcionales que afectarán directamente la interacción del organismo con el entorno del juego.

Rasgos metabólico-fisiológicos: En esta sección se definen estrategias reproductivas, tipo de dieta, tolerancias ambientales específicas (como resistencia al calor, acidez o bajos niveles de oxígeno) y patrones de desarrollo (por ejemplo, metamorfosis o desarrollo directo). Estas variables determinan cómo la criatura enfrentará procesos evolutivos simulados en el juego.

Identidad y comportamiento: Aquí los estudiantes asignan un nombre científico inventado a su criatura (respetando la nomenclatura binomial clásica biológica), y seleccionan su patrón de actividad (diurno, nocturno, etc.), organización social (solitaria, en grupo), y comportamientos defensivos (camuflaje, velocidad, agresión, etc.). Esta dimensión permite abordar la diversidad etológica y ecológica de los seres vivos.

Diseño visual: Finalmente, se incluye un espacio para que los estudiantes representen visualmente a su criatura mediante un dibujo y posterior una creación asistida por inteligencia artificial. Esto permite que exista un vínculo entre las decisiones biológicas tomadas y la identidad gráfica del avatar. Este diseño facilitara la creación del avatar en material moldeable como arcilla, plastilina o porcelanacrón para ser usado en el mapa de juego.

Manual de juego: (Anexo D) El manual de juego constituye una herramienta central en la consolidación de la experiencia gamificada; esto le da mayor profundidad y solidez a la experiencia. En términos funcionales y generales, el manual actúa como el documento rector del juego; especifica con claridad las reglas, el objetivo general, los roles que asumirán los participantes (estudiantes-jugadores y docente-GM), las fases de la partida, la interpretación de cartas y dados, la progresión por turnos, las condiciones de toma de decisiones o consulta de información relevante como el *pool* genético y las acciones permitidas o restringidas en cada momento. Esta estructuración ofrece estabilidad y equidad dentro del sistema de juego, evitando ambigüedades y conflictos durante el

desarrollo. Por otra parte el manual no solo guía, sino que empodera al jugador. Le permite ser quien esté al pendiente de cómo actuar dentro del juego, es decir de su propio proceso, y así mismo entender que pueden o no, hacer los otros jugadores dentro de cada partida. Al hacerlo, promueve el pensamiento estratégico, la planificación, el análisis de consecuencias y la argumentación. A su vez, posibilita que los estudiantes comprendan la lógica del sistema, se involucren con sus reglas y, eventualmente, proporcionen retroalimentación para su mejora, lo que refuerza el carácter participativo de la gamificación. Este manual fue compartido a los estudiantes de manera virtual en formato PDF, para su uso activo durante todas las sesiones gamificadas.

Mecánicas de puntajes: Como parte del proceso de mejora y refinamiento de la propuesta gamificada, se incorporaron dos sistemas de puntaje diferenciados: **los puntos de mutación** y los **puntos de alimentación**.

Puntos de mutación: se obtienen cada vez que un jugador realiza con éxito una acción durante su turno (como alimentarse, desplazarse o ganar un duelo entre criaturas). Por cada acción exitosa, se concede un punto, y al acumular dos puntos de mutación, el jugador puede reclamar una tarjeta de mutación aleatoria. Este sistema busca simular de manera más directa el concepto de éxito biológico, desligándose del anterior modelo basado únicamente en puntos de *fitness*, y facilitando la comprensión del papel de la variabilidad genética como consecuencia de la supervivencia y la reproducción.

Puntos de alimentación: funcionan como monedas físicas diferenciadas por color: verde para dieta herbívora y rojo para dieta carnívora. Estos puntos son distribuidos aleatoriamente al inicio de cada ronda (correspondiente a cinco generaciones del juego), siguiendo una proporción ecológicamente realista donde los recursos herbívoros son más abundantes que los carnívoros. En el caso de criaturas con dietas omnívoras, se habilita el uso indistinto de ambos tipos de recurso. Este sistema permite integrar elementos de ecología trófica y simular de forma tangible la competencia por el acceso a recursos limitados, generando escenarios que refuerzan la toma de decisiones estratégicas dentro del marco del juego.

Avatares: con base en los formatos de creación (anexo B), los estudiantes a través de material modelable (plastilina, arcilla o porcelanocrón) recrearon la criatura previamente

creada. Esta pieza se integró como la ficha de juego y representación física de personaje dentro del mapa de juego facilitando la ejecución del mismo. Estas figuras están hechas de materiales reciclables en su mayoría (plastilina y porcelanitrón reciclado) y tapas PET, lo cual se alinea con los objetivos pedagógicos del colegio donde se desarrolló la estrategia didáctica (ver Figura 11)

Figura 11. Fichas de juego personalizadas representando a los avatares. A. Fichas de juego en el mapa. B. Ficha de juego individual. C. Colección de avatares de grado noveno



Cerrando los resultados de Biodisea 3.0 podemos resumir que:

- Inputs: Los objetivos pedagógicos ya se orientaron explícitamente al desarrollo de competencias científicas: explicación, argumentación y comprensión sistémica de la evolución. Los conceptos se anclaron en biomas, genes y factores ambientales.
- Procesamiento: La dinámica combinó cooperación y competencia más definida. Las mecánicas incorporaron sistemas de combate, ventaja ecológica, reproducción y turnos con acciones claras. Los componentes se diversificaron: avatares físicos, mapas detallados, set completo de cartas, manual en PDF.
- Outputs: Se fortaleció el trabajo cooperativo y la argumentación científica; los estudiantes lograron comprender con mayor claridad los modelos de selección natural y mutación. El juego estimuló pensamiento crítico y motivación de forma más sostenida.

3.1.4 “Biodisea” reflexiones finales

Desde la creación de la primera edición de Biodisea y sus sesiones iniciales, se ha ido consolidando un sistema de juego más sólido, gracias a la retroalimentación directa de los estudiantes, a las observaciones sistemáticas del docente, y a diversos ensayos con nuevas dinámicas, mecánicas y componentes. Estos ajustes han mejorado progresivamente la experiencia de gamificación, desde el primer grupo que experimentó la estrategia hasta el más reciente en aplicarla. Si bien el hecho de que se trate de una dinámica distinta a la clase tradicional ya resulta atractivo para los estudiantes (lo que incrementa su motivación) la experiencia muestra que dicha motivación se fortalece aún más cuando el juego cuenta con una estructura clara, robusta y coherente. En particular, aspectos como la personalización de criaturas y la posibilidad de tomar decisiones estratégicas durante la partida les brindan mayor sentido de pertenencia y la conexión emocional. Este cambio se hizo evidente especialmente al observar las versiones 2.0 y 3.0 de Biodisea, donde fue notorio cómo los estudiantes se sentían más conectados con lo que ocurría en el juego.

Dado que uno de los enfoques centrales del proyecto es utilizar el juego como vehículo para el aprendizaje, resulta clave encontrar un equilibrio entre mecánicas ricas en contenido biológico y una estructura suficientemente simple como para no saturar ni desgastar las sesiones. Al tratarse de una experiencia diseñada dentro de contextos

escolares reales, el tiempo disponible para cada clase y el ritmo de avance deben ser cuidadosamente planificados. Partidas demasiado largas o que impliquen muchos turnos pasivos tienden a desconectar a quienes no están involucrados en cada ronda. Se observó una mejora en la edición 3.0 donde la estructura del turno dividida (donde deben elegir dos acciones máximo para jugar) facilitó que la ronda fuese más rápida y ayudara a la narración de los estudiantes.

Sin embargo, uno de los desafíos actuales es repensar cómo gestionar el tiempo de juego para que exista una percepción real de progreso sin sacrificar la comprensión de los conceptos clave. Se considera que al menos 10 rondas son necesarias para representar adecuadamente los procesos evolutivos dentro de la lógica del juego. Dentro de las observaciones hechas por el docente, el máximo de rondas fue menor a 10, pero se lograba acercar y ver ese proceso evolutivo. No obstante, la curva de aprendizaje del juego, sumada a las sesiones de preparación, puede hacer que el tiempo requerido exceda el margen disponible en una unidad didáctica típica para el tema de evolución.

Aun así, desde la experiencia docente, este formato representa una respuesta concreta a los problemas actuales de la enseñanza de la evolución. Permite que los estudiantes comprendan y apliquen los mecanismos evolutivos a través de una experiencia participativa, sin depender de enfoques tradicionales centrados en la historia del pensamiento o en memorizar fechas, que rara vez contribuyen a una verdadera comprensión del proceso evolutivo. La tabla 9 presenta una comparación de los cambios en el juego a través de sus tres versiones en cuanto a los tres elementos del proceso: mecánica, dinámica y componentes.

Tabla 9. Resumen final de la evolución del juego Biodisea.

Edición	Mecánicas	Dinámicas	Componentes
Biodisea 1.0	Turnos simples con activación, ejecución (dados) y resolución. No existían sistemas de puntos ni progresión formal.	Narración colectiva dirigida por el docente (<i>Game Master</i>). Cooperación grupal, sin competencia ni recompensas individuales.	Dados virtuales (6, 10 y 20 caras), mapa básico, fichas improvisadas, creación simple de avatares. No existía manual de juego.

Biodisea 2.0	Se introducen sistemas de puntos (), mutaciones ligadas a tiradas de dados, eventos ambientales con niveles de dificultad, procesos de especiación. Narrativa obligatoria integrada.	Todos los jugadores parten de la misma especie; surgen subpoblaciones. Equilibrio entre cooperación, competencia y decisiones de riesgo-beneficio.	Manual inicial de juego, fichas impresas en 3D, bitácoras estudiantiles, tarjetas de mutación y eventos, mapa más detallado.
Biodisea 3.0	Se crean puntajes diferenciados (mutación y alimentación), reglas de ventaja ecológica, sistema de combate, reproducción mediada por factores biológicos, turnos con tres acciones definidas.	Mayor personalización: cada estudiante diseña su avatar y controla su criatura. Competencia más clara, narración estructurada, decisiones estratégicas.	Nuevo mapa con biomas específicos, set completo de cartas (mutaciones, eventos, genes), formatos de creación, manual en PDF, avatares físicos hechos con plastilina/arcilla.
Biodisea 4.0 (síntesis)⁶	Organización más precisa y formalizada de todas las mecánicas previas, con orientación hacia la replicabilidad en otros contextos.	Consolidación de dinámicas anteriores con énfasis en progresión narrativa y estratégica.	Integración sistemática de todos los recursos (mapa, manual, cartas, fichas, avatares). Versión no aplicada aún en aula.

En cuanto al primer objetivo específico de la investigación: Diseñar un juego interactivo para clase, que cumpla con los requisitos de un modelo RPG enfocado en la “evolución biológica” para grado 9° y 10° como estrategia alternativa de la clase tradicional, el diseño progresivo de Biodisea permitió consolidar un modelo de juego de rol (RPG) con un buen enfoque pedagógico para la enseñanza de la evolución biológica en grado noveno y décimo. A lo largo de sus distintas ediciones, el juego integró mecánicas, dinámicas y componentes que fueron ajustándose en función de las necesidades de los estudiantes y del contexto escolar, hasta llegar a una propuesta estructurada que funciona en un contexto educativo que permita este tipo de estrategias. Esta construcción evidenció que es posible transformar los contenidos científicos en experiencias emocionantes, competitivas y ricas en motivación que no sacrifican el rigor conceptual, sino que lo traducen en experiencias significativas de aprendizaje.

⁶ Biodisea 4.0 como se mencionó anteriormente no fue lanzada o probada en el aula de clase, sin embargo actualmente está en construcción para ser probada en el periodo académico 2025-2026 con el grado noveno del Gimnasio Fontana. Sus actualizaciones, mejoras o innovaciones fueron agregadas al cuadro para mostrar el cambio en el tiempo del juego.

3.2 Las transformaciones de motivación en el aula gamificada

Como se ha mencionado previamente, desde la observación directa del aula, se percibe que las sesiones gamificadas generan un interés inicial o primario más elevado en comparación con las clases tradicionales. Sin embargo, ese entusiasmo inmediato no garantiza por sí solo una motivación sostenida a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. La curiosidad que despierta la estrategia de gamificación puede ser pasajera si no se acompaña de una experiencia estructurada y retadora que mantenga el compromiso del estudiante con los contenidos y las dinámicas propuestas. Por esta razón, resulta clave indagar cómo evoluciona la motivación a medida que avanza la implementación de Biodisea, y si esta estrategia logra realmente transformar el modo en que los estudiantes se involucran con el aprendizaje.

A continuación, se presentan los hallazgos vinculados al segundo objetivo específico de esta investigación: evaluar las transformaciones en la motivación de los estudiantes con respecto a las sesiones de clase gamificada. Para ello, se utilizaron tres fuentes complementarias de información: el diario docente, en el que se consignaron impresiones sobre la actitud y el comportamiento de los estudiantes durante el juego; los registros de las encuestas aplicadas durante distintas fases del proceso; y las entrevistas semiestructuradas, que permitieron recoger apreciaciones más profundas y personales sobre la experiencia vivida en el aula. Se hizo un muestreo por conveniencia donde se encuestaba de dos a tres estudiantes por sesión para hacer el seguimiento de la transformación de la motivación.

3.2.1 Motivación previa a la sesión

Los primeros indicadores que se evaluaron fue las intenciones de los estudiantes y como éstas predisponen o facilitan el proceso de gamificación y aproximación al aprendizaje.

Al revisar las respuestas de los estudiantes antes de iniciar el juego (tabla 10), se evidencian algunas tendencias claras que dan cuenta tanto de sus expectativas como de sus intereses frente a la estrategia de gamificación. En cuanto a lo que esperaban aprender, muchos mencionaron explícitamente la evolución y sus mecanismos (como la mutación, la adaptación o la supervivencia) como temas centrales. Otros se inclinaron por

aspectos relacionados con la genética, como los alelos o los *Punnett squares* (cuadros de Punnett), lo que sugiere que los estudiantes ya ven una conexión entre estos conceptos, aun sin antes haber comenzado de manera formal el juego, sin embargo y es un factor relevante en el análisis y es que éstas se dan luego de la etapa de creación y preparación del personaje.

Tabla 10. Organización por categorías temáticas de las intenciones recolectadas por parte de los estudiantes a partir de dos preguntas abiertas.

Categoría temática	¿Qué esperas aprender o experimentar en esta unidad de biología?	¿Qué tipo de retos te gustaría enfrentar durante un juego de biología?
Evolución y mutación	<ul style="list-style-type: none"> - Sobre la evolución - Sobre la evolución y mutación - La evolución a través del tiempo - Cómo funciona la evolución 	<ul style="list-style-type: none"> - Retos que provocan una adaptación en los animales para poder ver la evolución - Aprender sobre las mutaciones de nuevas generaciones
Relación evolución, genética, ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - El uso de los genes y las mutaciones que se crean por el ambiente - Espero aprender cómo ciertas mutaciones afectan a los animales - Las mutaciones y la selección natural gracias al medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Los cruces y los alelos cambian dependiendo del ambiente - Aprender qué cosas pueden hacer las especies en diferentes circunstancias
Genética y mecanismos hereditarios	<ul style="list-style-type: none"> - La genética - <i>Punnett squares</i> (cuadros de Punnett) - Alelos y genética - Saber más sobre genética 	<ul style="list-style-type: none"> - Más detalle en los genes y más desafíos
Interés por la conexión con la vida y lo visual	<ul style="list-style-type: none"> - Espero ver de forma más visual y experimental cómo se relaciona la evolución con el ambiente - La utilización de la biología en la vida 	<ul style="list-style-type: none"> - Retos realistas que se puedan evidenciar en la vida real
Sobrevivencia, PvP y estrategia adaptativa	NA	<ul style="list-style-type: none"> - Cómo sobrevivir en ambientes donde mi animal no puede - PvP (<i>player vs player</i>) - Que me intenten cazar pero poder sobrevivir - Dominancia - Caza de otros animales
Deseo de experimentar y jugar para aprender	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer una experiencia práctica para experimentar la evolución - Aprender sobre la evolución y la supervivencia de las especies 	<ul style="list-style-type: none"> - Ver cómo nuestro animal evoluciona o muta - Entender bien y divertirse en simultáneo
Interés por retos cognitivos o de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar y aprender nuevos temas - Entender más a fondo los cuadros de Punnet 	<ul style="list-style-type: none"> - Me gustaría desafiarme a mí mismo y aprender cosas nuevas - Enfrentar situaciones difíciles y aprender a manejarlas

Interés en la anatomía (fuera del foco principal)	- Información sobre anatomía humana - Sobre anatomía - Aprender más sobre el cuerpo humano	NA
Sugerencias sobre reglas o mecánica del juego	NA	- Me gustaría que las reglas estuvieran más claras
Respuestas generales o indiferenciadas	- Desarrollar nuevos temas del área	- Diferentes tipos de retos - De todo tipo, no tengo problema

También aparecen menciones más generales, como “*anatomía*” o “*la aplicación de la biología en la vida real*”, que muestran una disposición a aprender, incluso si aún no tienen una idea concreta de cómo se dará ese mecanismo de aprendizaje. En cuanto a los retos que deseaban enfrentar, hay una inclinación marcada hacia situaciones que impliquen supervivencia, adaptación y toma de decisiones estratégicas. Frases como “*retos que provocan una adaptación*”, “*cómo sobrevivir en ambientes donde mi animal no puede*” o “*ser cazado y sobrevivir*” indican que los estudiantes se sienten motivados por dinámicas de desafío y realismo evolutivo, si bien varias de estas opiniones se dan luego de conocer la mecánica o haber tenido una exposición directa a la estrategia gamificada

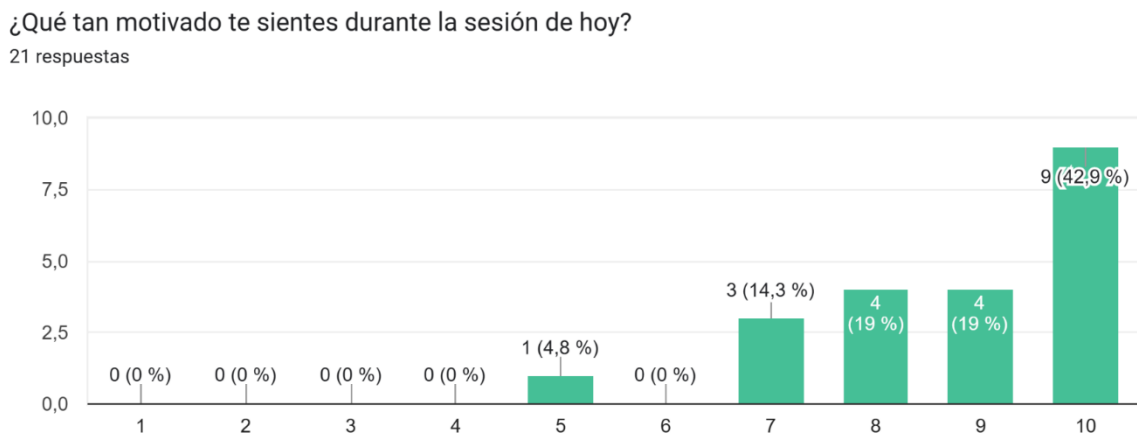
De otro lado, emergen intereses por el PvP (*player versus player* o combates entre personajes), los cruces genéticos y la dominancia, lo que confirma que esperan una experiencia activa y participativa, más allá de una clase tradicional. Este tipo de respuestas no solo muestran un deseo de jugar, sino, que reflejan antes de comenzar, una forma de pensar científicamente situada en el contexto del juego: tomar decisiones, evaluar riesgos y considerar consecuencias, que son habilidades clave dentro de las competencias científicas que se busca fomentar.

Finalmente un aspecto positivo que es relevante de reportar, es el hecho que al conocer que se están gamificando las sesiones de la clase de biología, esta expectativa capta la atención total, tan así que el 100% de los estudiantes encuestados previamente indicaron estar cómodos en la clase actual de biología; la distribución alcanza un resultado de 40% de estudiantes en 4 (de la escala de 1 a 5) y el 60% se reconoce en un 5 (en la escala de 1 a 5).

3.2.2 Motivación durante la sesión

La figura 12 muestra los resultados de la indagación por la motivación durante la sesión. Los estudiantes lograron mantener una motivación alta durante la sesión. Alrededor de casi el 80% de los estudiantes logró estar conectado en el desarrollo de la misma. Este resultado es acompañado de sus motivaciones puntuales presentadas en la siguiente tabla temática. La tabla 11 complementa estos resultados al mostrar las respuestas a las preguntas abiertas con el fin de profundizar en las emociones de los estudiantes durante la sesión de juego.

Figura 12. Grafica motivación durante la sesión escala 1 a 10 (eje Y representa el número de estudiantes, eje X indica escala de motivación 1-10).



Con estos resultados se pueden interpretar varias posiciones respecto a la motivación durante el desarrollo de la sesión.

Primero un grupo numeroso de estudiantes muestra una motivación más “del jugar” y afectiva. Valoran que el juego sea entretenido, dinámico, que no los aburra y que puedan explorar sin saber qué pasará después. En este grupo es común que los retos buscados se relacionen con la sorpresa, la supervivencia o los eventos inesperados que los obligan a pensar rápido y adaptarse. Varios incluso mencionan que les interesa “ver cómo evoluciona su animal”, lo que muestra una pertenencia y participación profunda con su propia criatura.

Luego están los estudiantes motivados por la competencia y la interacción social. Aquí es importante destacar su interés claro por los modos PvP, donde no solo hay que sobrevivir sino también superar a otros. Este perfil busca permanecer en el juego a un nivel mucho más competitivo, siendo actor importante en la supervivencia de sus compañeros de salón, buscando no solo alimentarse y dominar, si no eliminar jugadores, una dinámica que representa adecuadamente la competencia ecológica.

Tabla 11. Resumen de las motivaciones de los estudiantes durante el desarrollo de las sesiones.

Categoría temática	Razones del interés o motivación	Tipo de retos preferidos
Interés por aprender	<i>Me entusiasma aprender sobre distintas cosas La actividad está muy entretenida y siento que sí estoy aprendiendo</i>	<i>Muchos tipos de retos y desafíos Similares a los que estamos haciendo ahora (juegos de mesa)</i>
Interés lúdico y emocional	<i>Me gusta mucho porque es muy entretenido y no me aburro Porque se me hace muy interesante</i>	<i>Me gustaría ver mi animal cómo evoluciona y muta Un poco el miedo a perder mis individuos</i>
Diversión por la competencia (PvP)	<i>Estoy motivado por aprender mientras compito Es divertido ver a otros jugar</i>	<i>Un PvP Quisiera tener al menos 2 PvP PvP con varias criaturas a la vez</i>
Valoración de la dinámica del juego	<i>Me gusta la dinámica de la sesión El juego está organizado Me gusta mucho el tema Porque pudimos jugar y aprender</i>	<i>Retos ambientales que desafían Cómo los animales se adaptan Tal vez retos de evolución</i>
Curiosidad por el proceso evolutivo	<i>Me parece un juego con mucho pensamiento Me gusta jugar y aprender sin saber qué pasará</i>	<i>Retos realistas como en la vida real Eventos que afecten a la mayoría de especies</i>
Motivación situacional	<i>Porque nos estamos divirtiendo Porque estuvo corto de tiempo Era la primera sesión Me confundo un poco</i>	<i>Ver qué animales sobreviven Enfrentarme con otros individuos Diferentes situaciones biológicas</i>
Reconocimiento del aprendizaje y el reto	<i>El profe me cae muy bien El juego hace la clase más divertida y dinámica Materia interesante y divertida</i>	<i>Aprender a manejar situaciones difíciles Que la experiencia sea desafiante</i>

Relación con el contexto escolar actual	<i>Porque es chévere pero estamos terminando el colegio y es agotador</i>	<i>Más desafíos</i>
--	---	---------------------

Finalmente un grupo más pequeño de estudiantes tienen como motivación que van más allá del simple “jugar por jugar”. Muchos mencionan el aprendizaje como un motor importante para su participación. Hay un grupo que se siente entusiasmado con la posibilidad de adquirir conocimientos nuevos, de una forma distinta a la habitual. Para ellos, el interés está más en los elementos del conocimiento: aprender sobre evolución, mutaciones, adaptación y biología en general. En este sentido, prefieren retos relacionados con simulaciones reales, decisiones que aumenten su progreso en la materia o situaciones biológicas que tengan consecuencias lógicas dentro del juego.

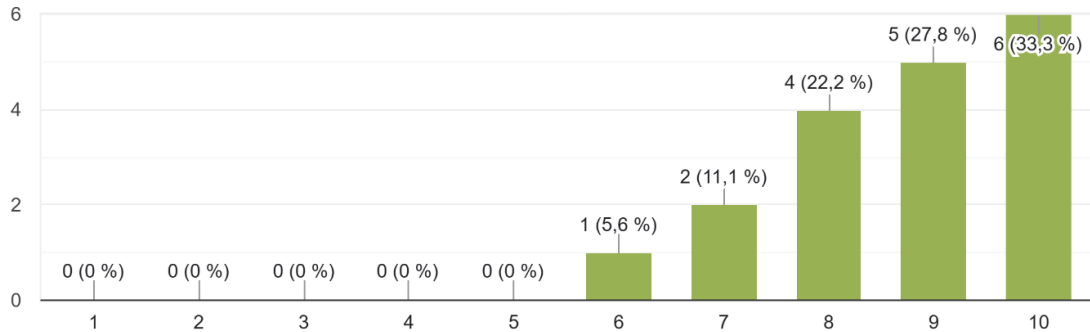
3.2.3 Motivación posterior a la sesión

Al finalizar la sesión, los estudiantes completaron la parte final del instrumento sobre su percepción de la motivación. Resulta especialmente interesante que todos los participantes (es decir, el 100%) afirmaron que el juego despertó un mayor interés por aprender biología. Esto sugiere que la estrategia de gamificación resulta significativamente más atractiva para los estudiantes y tiene el potencial de activar su curiosidad, facilitando así el proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo concordante por lo encontrado por Reinoso Espinosa (2022) y Calderón Qinchua (2024) que usando gamificación hallaron un incremento en la motivación y el interés por la clase y por los temas en biología. Es importante agregar que la tendencia de motivación reportada por los estudiantes se mantuvo estable, como se muestra en la figura 13. Esto podemos interpretarlo como la capacidad de la estrategia didáctica al mantener a los estudiantes motivados y siendo parte activa de este proceso.

Figura 13. Resumen de la percepción de los estudiantes frente a su interés al finalizar la sesión del día.

¿Qué tan motivado te sentiste durante la sesión de hoy?

18 respuestas



Calderón Qinchua (2024) reporta que un simple cambio metodológico hacia la gamificación generó un mayor interés en sus estudiantes, incrementando su motivación y sostenimiento en la clase. La disposición a asumir retos y a mantener la atención son indicadores claros de que las dinámicas gamificadas resultan más atractivas en comparación con las actividades tradicionales.

3.2.4 Reflexiones finales

Emociones vinculadas al aprendizaje: Durante la experiencia de Biodisea 2.0, los estudiantes verbalizaron a través de sus bitácoras diversas emociones asociadas tanto a los desafíos del juego como a sus logros. Aparecen frustraciones ligadas a las dinámicas del grupo ("me di cuenta que el juego no iba a ser tan sencillo") y tensiones propias de la mecánica ("me frustró, me mantuvo atento a cada jugada"). Sin embargo, estas emociones no limitaron la participación; por el contrario, se convirtieron en factores de compromiso. Los "efectos positivos", como lograr reproducirse o conseguir alimento, generaron expresiones de entusiasmo que refuerzan un vínculo con el proceso de aprendizaje. Estas emociones cumplen un rol importante en la consolidación del aprendizaje activo y reflejan una apropiación auténtica de la propuesta.

Ya en Biodisea 3.0, durante la observación docente se logró evidenciar tendencias emocionales de los estudiantes conforme avanzan en la experiencia gamificada. Esto se puede apreciar con mayor claridad al comparar las respuestas de las escalas de emoción

experimentadas o no experimentadas que los estudiantes reconocieron en cada uno de los momentos de las sesiones (Figura 14). En el caso de las emociones positivas, se logra apreciar que tanto la alegría, el interés como el asombro muestran un leve aumento desde el momento previo a la sesión hasta su finalización. Esto puede permitirnos sugerir que el juego no sólo logró captar la atención inicial, sino que también fue capaz de mantener e incluso fortalecer la conexión emocional de los estudiantes a medida que interactuaban con la actividad.

Por ejemplo, el interés no decae en ningún punto, lo cual indica que el componente narrativo y la forma en que se estructura el juego, su “jugabilidad” fue efectivo para sostener el compromiso. Del mismo modo, la satisfacción y el entusiasmo se mantienen relativamente estables, lo que puede interpretarse como una validación del equilibrio entre reto y disfrute dentro de la dinámica de gamificación.

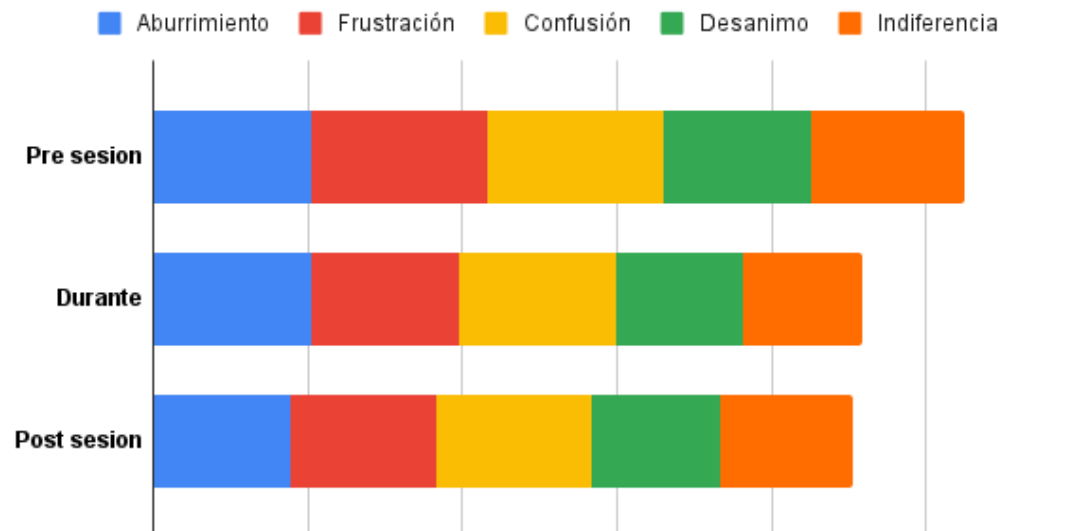
Por otra parte, las emociones negativas muestran un comportamiento inverso. Aburrimiento, frustración y especialmente la indiferencia disminuyen en la post sesión de manera mucho más evidente, lo que podría relacionarse con una percepción más activa y significativa del espacio de aprendizaje. Incluso emociones como la confusión o el desánimo (presentes en el diagnóstico inicial) llegan a estabilizarse o reducirse durante y después de la experiencia, lo que puede dar indicios que al igual que al entender las emociones positivas experimentadas por los estudiantes, la “jugabilidad” permitió que de manera adecuada los estudiantes no solo mantuvieran la motivación si no que redujeran otras emociones que pueden evitar un mayor vínculo con la clase gamificada.

Figura 14. Gráficos de barras apilados con base en el proceso de la sesión gamificada. Arriba las emociones positivas. Abajo emociones negativas.

Emociones positivas



Emociones negativas



Durante las preguntas finales al cerrar las sesiones los estudiantes expresan su forma de vincularse emocionalmente con la experiencia de aprendizaje. Comentarios como “*me sentí motivado a seguir jugando*” o “*sentí satisfacción ya que he entendido más de biología*” (ver Tabla 11) revelan que la sesión no solo tuvo valor cognitivo o disciplinar, sino también afectivo. Para este proceso y esta estrategia dinámica el manifestar sentirse conectados

con su criatura del juego, como si sus decisiones en el entorno simulado tuvieran un peso real; sugiere una apropiación del rol y una inmersión emocional significativa. Esta conexión es clave para sostener el interés en el aprendizaje a lo largo del tiempo, y da cuenta de que, más allá de cumplir un objetivo académico, el juego logró generar una experiencia auténtica de exploración, elección y pertenencia.

Los estudiantes manifestaron experiencias positivas derivadas de la dinámica del juego. Expresaron que *“me sentí motivado a seguir jugando”*, lo que evidencia el efecto de la gamificación en sostener su interés. Además, afirmaron: *“sentí satisfacción ya que he entendido más de biología”*, mostrando que la motivación estuvo ligada al aprendizaje de contenidos científicos. Otro comentario señala: *“siento que uno puede verse más conectado con el animal y que sus decisiones afectan cómo su vida es o cómo va a hacer las cosas”*, lo que refleja un vínculo emocional con la narrativa del juego y la percepción en la toma de decisiones. Estos elementos destacan cómo el juego logra combinar motivación, comprensión y conexión empática con los contenidos.

Para finalizar, al observar de manera integrada los diferentes instrumentos aplicados, se puede decir que sí se lograron transformaciones significativas en la motivación de los estudiantes como resultado de la estrategia de gamificación. Como se muestra en la figura 14, la tendencia al aumento de emociones positivas (interés, entusiasmo y alegría) y al mismo tiempo una disminución progresiva de emociones negativas, en especial el aburrimiento y la indiferencia, marca una diferencia frente al estado anímico inicial del estudiante en todo el proceso de gamificación.

Además, esto nos permite ver que el interés inicial que provocó la novedad del juego se convirtió, con el paso de las rondas, en una forma más profunda de compromiso con la estrategia y de manera directa con el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las respuestas espontáneas sobre lo que aprendieron, cómo lo aprendieron y lo que sintieron durante las sesiones, refuerzan la idea de que el componente emocional no solo estuvo presente, sino que actuó como un agente facilitador para sostener la atención, el esfuerzo y la conexión con los temas en evolución. Si bien hubo algunas observaciones relacionadas con los tiempos, la comprensión de reglas o la necesidad de ajustar dinámicas, éstas se expresaron más como deseos de seguir mejorando la experiencia, y no como rechazo o desmotivación.

Con respecto al objetivo específico número dos: *Evaluar las transformaciones en la motivación de los estudiantes con respecto a las sesiones de clase gamificada*, se evidenció un incremento en la motivación estudiantil, las sesiones gamificadas mostraron un impacto positivo y creciente frente a las clases tradicionales. La narrativa, la posibilidad de tomar decisiones y la incorporación de recompensas simbólicas favorecieron la participación activa y el compromiso sostenido de los estudiantes. Si bien en las primeras versiones se detectaron limitaciones en claridad de reglas y en la organización de componentes, estas fueron superadas con cada nueva edición, generando un ambiente de aprendizaje más dinámico, participativo y motivador.

3.3 Desarrollo de competencias científicas a través del juego

Si bien anteriormente se ha mostrado cómo las motivaciones y emociones de los estudiantes encontraron un espacio de expresión y crecimiento dentro de la propuesta gamificada (favoreciendo una participación más activa y conectada con la clase), también es necesario explorar si hubo una transformación de carácter disciplinar relacionado con el objetivo de enseñar la evolución biológica (objetivo específico tres de este trabajo). Vale la pena recordar que los estudiantes completaron un instrumento diagnóstico inicial que permitió reconocer cuáles eran sus saberes y percepciones frente a los conceptos estructurantes del tema, así como las ideas que desde su propio imaginario asociaban con el fenómeno evolutivo.

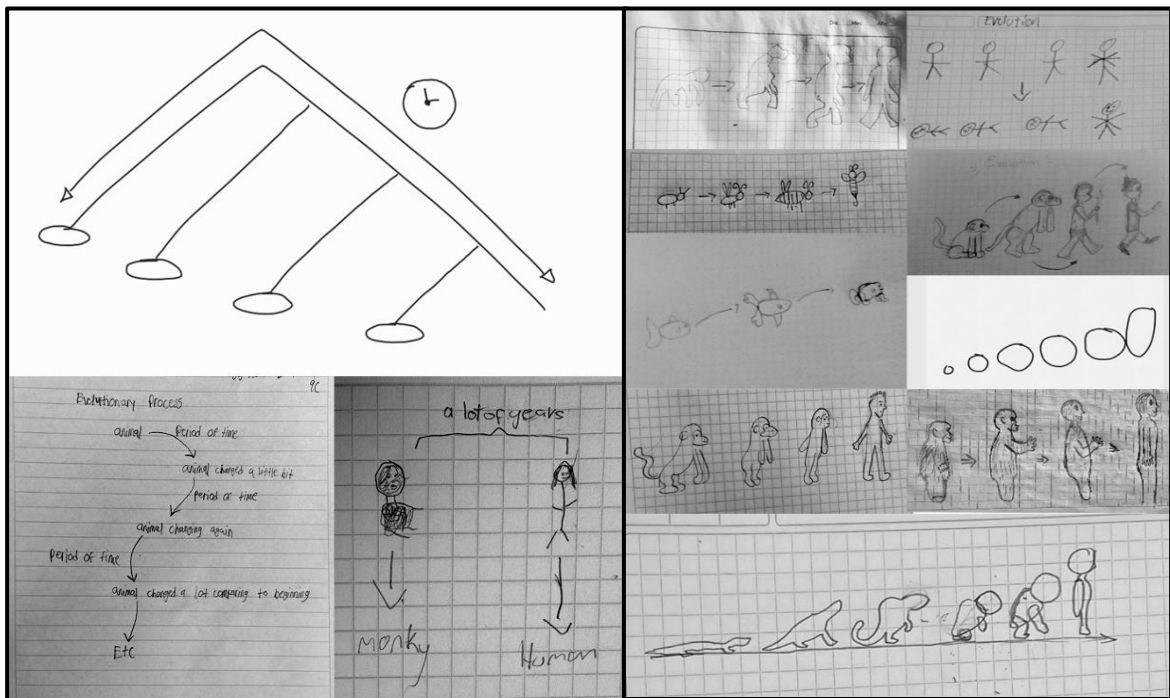
3.3.1 Lo que sabían los estudiantes

El imaginario de evolución: Para los estudiantes, la palabra *evolución* no se restringe exclusivamente al ámbito biológico. En muchos casos, el término está lleno de otros significados provenientes del uso cotidiano, donde suele emplearse de forma amplia y poco precisa. Por eso, antes de abordar directamente el contenido científico, era necesario explorar cómo construyen este concepto desde sus propios conocimientos y preconcepciones. Para ello, se les propuso como primera actividad representar gráficamente lo que entienden por evolución. Esta estrategia permitió identificar no solo sus ideas previas, sino

también los elementos que asocian de forma espontánea con el proceso evolutivo (ver figura 15 y Anexo C).

A continuación, se analizan esas representaciones iniciales para comprender con mayor profundidad desde dónde parten sus nociones y qué tan ajustados se encuentran de los referentes científicos esperados.

Figura 15. Descripciones graficas de lo que representa la “evolución” para los estudiantes de grado 9° previo a las sesiones de gamificación.



En primer lugar, se pueden apreciar dos tendencias bien marcadas a la hora de representar la evolución o los procesos evolutivos; la mayoría de las representaciones muestran una secuencia lineal de cambio, casi siempre enfocada en un “avance” desde estados menos complejos hasta unos más complejos, generalmente todos relacionados al proceso de cambio humano, lo cual es concordante con lo reportado por Chaves-Mejía (2016) en relación a los esquemas lineales de progresión que comparan la evolución con procesos de cambio como la metamorfosis descontextualizados de otros factores poblacionales más precisos para describir el cambio de las especies a lo largo del tiempo.

Este patrón visualiza la evolución como una progresión inevitable, continua y con dirección (Teleología), reflejando ideas populares pero poco precisas sobre el tema. Por otra parte hay una tendencia con pocos estudiantes, que representaron procesos de ramificación o diversificación (como lo sugiere un solo esquema con estructuras tipo árbol), y en general, las representaciones dan cuenta de una comprensión centrada en el cambio morfológico visible, más que en la variabilidad genética o el papel del ambiente. Estas evidencias gráficas sugieren que, al inicio, sus ideas estaban orientadas por las percepciones culturales que por una comprensión científica profunda del proceso evolutivo. Este punto de partida es clave para analizar cómo se transforman sus ideas tras la experiencia del juego.

Es interesante entender que la transformación es parte de la comprensión de la evolución, es decir, los estudiantes ya saben que hay transformación progresiva. Es una concepción más dinámica, sin embargo por la forma en que desarrollaron la diagramación de la evolución, esta transformación es lineal, lo cual se aleja de la realidad del concepto evolutivo.

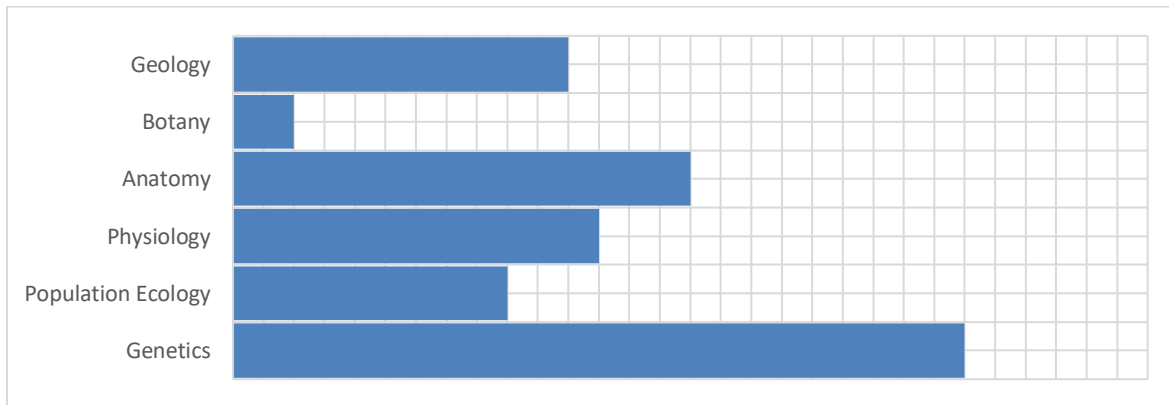
A partir de las respuestas de los estudiantes en el diagnóstico se hizo un análisis exploratorio de conceptos relevantes al núcleo de conocimientos de la evolución biológica (figura 16). Las preguntas formuladas aparecen en la tabla 3, para fines entendimiento en los resultados obtenidos se presenta una vez más a continuación:

1. ¿Qué papel juega el ambiente en la supervivencia de las especies?
2. ¿Qué significa el término adaptaciones?
3. ¿Cómo crees que los seres vivos desarrollan nuevas características?
4. ¿Cómo definirías la evolución con tus propias palabras, sin usar definiciones de libros?
5. ¿Cuáles son las fuerzas que permiten la evolución biológica?
6. ¿Por qué es importante el acervo génico en la evolución?
7. ¿Cómo describirías la función de la selección natural?
8. ¿Es correcto decir que “sobreviven los más fuertes”?

Con el programa *MXQDA 24* se generó una nube de palabras según la frecuencia de aparición en sus respuestas descartando “palabras vacías” y solo dejando aquellas relacionadas al ámbito evolutivo. Aunque no podemos establecer que hay un comprensión

de los seres vivos. Geología también tiene una presencia importante, lo que sugiere una relación con la comprensión del tiempo o los registros fósiles y la historia natural en general. Sin embargo, la ecología de poblaciones parece que no tiene una relación directa a la evolución en el imaginario de los estudiantes, esto puede deberse a dos razones importantes, desconocer lo que significa ecología de poblaciones como disciplina de la biología o directamente no reconocer las dinámicas poblacionales como parte de la evolución, manteniendo esta visión de la evolución como una transformación y cambios físicos individuales, sin contexto ecológico. Este tipo de percepciones ofrece pistas no solo sobre lo que entienden los estudiantes, sino también sobre los énfasis que predominan en las experiencias educativas previas.

Figura 17. Gráfico de frecuencia de mención de disciplinas científicas vinculadas al concepto de evolución por parte de los estudiantes.



Con el fin de explorar y conocer las nociones previas y el nivel de comprensión conceptual de los estudiantes frente a la evolución biológica, se organizó la información recolectada de las 7 siete preguntas abiertas en una matriz temática. La tabla 12 resume las ideas nucleares identificadas, ejemplos representativos de las respuestas estudiantiles y una interpretación general por cada pregunta. Esta organización cualitativa permite visibilizar tanto las aproximaciones correctas, aproximaciones parciales y los vacíos de conocimiento de los conceptos que se buscaban diagnosticar; también, los patrones de pensamiento intuitivo, confusiones y representaciones alternativas que emergen en el contexto estudiantil.

Tabla 12. Tabla de categorías emergentes en las respuestas estudiantiles sobre conceptos clave de evolución.

Pregunta	Ideas nucleares o centrales	Fragmentos de la respuesta	Interpretación general
¿Qué significa adaptación?	Cambio físico o de comportamiento para sobrevivir Ajuste al entorno Proceso biológico de transformación Confusión con "mejorar" o cambiar a voluntad Evolución por adaptación al ambiente	<i>"Change physical aspects of the species body"</i> <i>"Adaptation is like a way a species changes in order to survive"</i> <i>"Adaptations is where a specie change her behavior or physical appearance"</i>	Los estudiantes tienen una percepción intuitiva de adaptación como respuesta funcional al entorno, aunque algunos lo interpretan como una mejora voluntaria o genérica. Hay entendimiento funcional, pero es evidente que no hay un vocabulario científico profundo.
¿Cómo los organismos desarrollan nuevas características?	Mutaciones genéticas Necesidad de supervivencia Transmisión hereditaria	<i>"Depending on the needs of the living thing"</i> <i>"With the necessity of survive"</i> <i>"By mutations in the genes"</i>	Aquí emergen las ideas de mutación y evolución, aunque se presentan mezclas con visiones lamarkistas fáciles de reconocer por razones como "porque lo necesita". Varias respuestas sugieren que reconocen el ambiente como un impulsor del cambio, pero hay confusión sobre su rol real.
¿Cómo definirías evolución en tus propias palabras?	Proceso de cambio a lo largo del tiempo Transformación para sobrevivir Progreso o mejora Desarrollo personal (uso cotidiano del término)	<i>"The constant change"</i> <i>"Is like the change with the pass of years"</i> <i>"A change in how a specie develops and their morphology"</i> <i>"The ability to improve and learn to do something you didn't now before "</i> <i>"That something is transforming to other thing "</i>	Los estudiantes tienen una noción temporal y adaptativa clara de evolución. Sin embargo, algunas respuestas reflejan una interpretación cotidiana o difusa del concepto, vinculada al cambio personal o al progreso como mejora o solo al cambio de estado entre procesos no biológicos.
¿Por qué es importante el pool genético?	Diversidad genética Base de la herencia y variabilidad	<i>"Because genes are crucial to developing new traits"</i> <i>"To see the different types of alleles"</i>	Aunque esta respuesta tuvo una precisión en aquellos que lograba deducir el termino; esta fue la pregunta con mayor índice de desconocimiento explícito. Pocos estudiantes logran vincular el concepto de "gene pool" o "acervo genético" o "pool genético" con la idea de diversidad genética poblacional. La mayoría no lo reconoce o lo confunde con genes individuales.
¿Como describirías el funcionamiento de la selección natural?	Sobrevive el más adaptado Eliminación de los menos aptos Proceso vinculado al ambiente Características que dan ventajas o generan	<i>"The strongest one survives"</i> <i>"When the nature selects the strongest"</i> <i>"A process that selects the better and more resistant gene"</i>	La mayoría identifica la naturaleza competitiva de la selección, pero muchos lo asocian directamente con habilidades ventajosas. Algunas respuestas se acercan bien a la idea de adaptación, pero hay pequeños rasgos de pensamiento darwinista clásico tradicional y uso vago del término "selección".

<p>¿Es correcto afirmar que el "más fuerte" es el que sobrevive?</p>	<p>desventajas Darwinismo clásico</p>	<p><i>"No, because some insects survived to extinction"</i> <i>"Yes, or the ones that survive the longest"</i> <i>"Not the strongest but the one who fits better with the environment"</i></p>	<p>Esta pregunta permite ver pensamiento más crítico. Muchos estudiantes comprenden que la supervivencia no depende de la fuerza (tomada como ventaja o desventaja de los rasgos físicos), sino de adaptabilidad o inteligencia. Sin embargo, todavía hay quienes afirman y clasifican organismos en menos y más fuertes, señalando la persistencia del mito darwinista clásico y la visión aristotélica de la línea del ser.</p>
<p>¿Cuáles son las fuerzas que permiten la evolución?</p>	<p>Mutaciones Selección natural Genética Ecología</p>	<p><i>"Mutations, genetics, or even natural selection"</i> <i>"Extreme climate, invasive species"</i> <i>"The environment and changes in it"</i></p>	<p>Aunque hay varias respuestas correctas (mutación, ambiente, genética), existe un porcentaje mayor al 60% del grupo que no sabe o no reconoce las fuerzas evolutivas. Existe también el pensamiento segmentado de funcionar como mecanismo individuales peor no de un conjunto de mecanismos y condiciones que afectan en conjunto el proceso evolutivo por población.</p>

También podemos darnos una idea del estado de algunas de las competencias científicas de los estudiantes por ejemplo:

Conocimiento conceptual: parcial, no unificado y en desarrollo, ya que la mayoría de los estudiantes reconoce términos clave como adaptación, mutación o selección natural, pero los usan sin precisión científica o los confunden entre sí. Además existen en ellos ideas lamarckistas, como *"sobrevive el que lo necesita"* o *"los cambios aparecen porque se necesitan"*, lo cual indica una visión teleológica de la evolución. Pocos logran conectar la diversidad genética con los factores poblacionales. La claridad del concepto de *pool* genético o fuerzas evolutivas es muy baja.

Habilidad para razonar científicamente: no muy desarrollada, está formándose y muestra señales de estar creciendo de una manera crítica. Varios estudiantes expresan ideas críticas sobre el concepto del "más fuerte sobrevive", señalando excepciones o condiciones ambientales. Algunos comienzan a relacionar condiciones del entorno con la supervivencia, pero no siempre logran justificar estas condiciones con mecanismos netamente biológicos.

Uso del lenguaje científico: bastante intuitivo con confusiones por el contexto y el uso del lenguaje cotidiano. Las respuestas muestran una mezcla de lenguaje

informal con términos científicos incorrectamente aplicados. Términos como adaptación, evolución, mutación, genes o características, aparecen con frecuencia, pero se usan sin diferenciar entre individuo y población o entre cambio fisiológico y cambios genómicos.

Todo lo anterior nos permite interpretar ideas centrales de conceptos estructurantes y competencias científicas para comparar con los procesos posteriores a la gamificación de la clase y así conocer que transformaciones se produjeron en los estudiantes a nivel disciplinar.

3.3.2 Transformaciones en las competencias científicas posteriores a la gamificación

Posterior a la realización de la estrategia didáctica de gamificación Biodisea 3.0 con los estudiantes del Gimnasio Fontana de grado noveno en su último periodo académico, durante aproximadamente 7 ciclos académicos se presentan los hallazgos a nivel disciplinar realizados en pruebas específicas en evolución parte del proceso académico del colegio y notas del diario de campo del docente.

A los estudiantes dentro de su proceso curricular-escolar se les solicitaron evidencias que fueran acordes al modelo pedagógico de la institución, esto se logró a través de un taller final sobre evolución biológica. Este instrumento evaluativo, titulado *Evolution game final work*⁷, es una actividad integradora diseñada para que los estudiantes de noveno grado demuestren su comprensión sobre los procesos evolutivos a través de la experiencia del juego didáctico *Biodisea 3.0*. Evalúa específicamente la capacidad de los estudiantes para explicar el papel de las mutaciones en la variación genética, relacionar las fuerzas evolutivas y contrastar su impacto en la diversidad. El instrumento se estructura en cuatro componentes clave: una síntesis del desarrollo evolutivo del organismo dentro del juego, el análisis de mutaciones y el acervo génico, la representación de flujo génico y deriva genética a lo largo de generaciones simuladas, y una línea de tiempo sobre el cambio de

⁷ El instrumento *Evolution game final work*, se enmarca en los métodos como la evaluación formativa posterior a la implementación del juego, sobre las competencias en ciencias naturales. En principio no se nombró con este título, sin embargo para el lector es importante aclarar que ambos instrumentos son el mismo.

su organismo (figura 18). A través de preguntas abiertas, cuadros de análisis y registros de juego, se busca promover una evaluación auténtica y significativa (tabla 13).

Figura 18. Línea de tiempo de un estudiante sobre la evolución y transformación de su organismo en las rondas del juego.

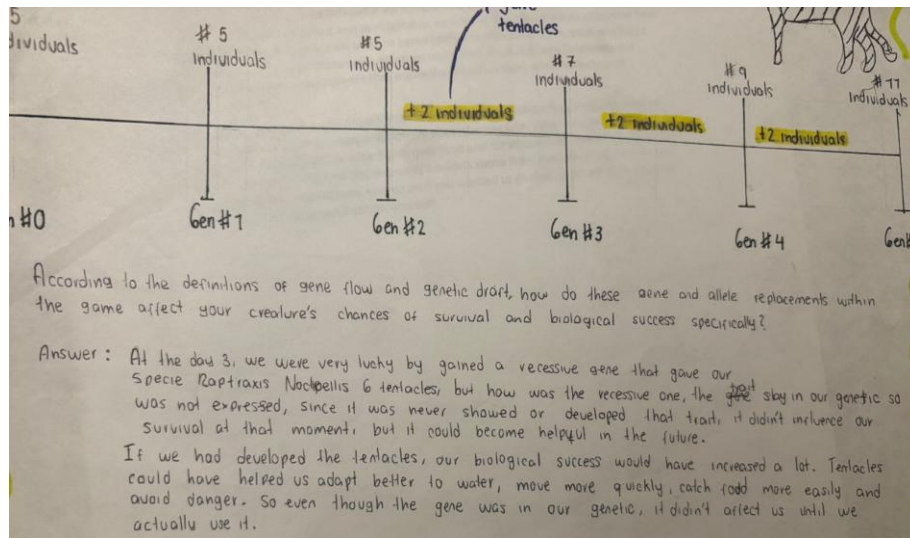


Tabla 13. Preguntas de análisis del instrumento evaluativo posterior a la gamificación.

Pregunta original	Traducción	Concepto de interés
<i>According to the game, how can the gain of mutations be represented in real life?</i>	Según el juego, ¿cómo puede representarse en la vida real la adquisición de mutaciones?	Mutación
<i>Based on your experience in the game, why can't every genetic change (mutation) be considered beneficial?</i>	Con base en tu experiencia en el juego, ¿por qué no puede considerarse beneficioso todo cambio genético (mutación)?	Mutación / Selección natural
<i>How could you explain the idea that a higher number of mutations might be related to survival success?</i>	¿Cómo podrías explicar la idea de que un mayor número de mutaciones podría estar relacionado con el éxito en la supervivencia?	Mutación / Adaptabilidad
<i>What is the importance of earning mutation points within the game?</i>	¿Cuál es la importancia de obtener puntos de mutación dentro del juego?	Mutación / Fitness
<i>According to the definitions of gene flow and genetic drift, how do these gene and allele replacements within the game affect your creature's chances of</i>	Según las definiciones de flujo génico y deriva genética, ¿cómo afectan estos reemplazos de genes y alelos en el juego las probabilidades de supervivencia y éxito biológico de tu criatura específicamente?	Flujo génico y deriva genética

Resultados y análisis

<i>survival and biological success specifically?</i>		
<i>How did the environment within the game determine whether or not your creature had an advantage in each round?</i>	¿Cómo el ambiente determina dentro del juego si tu criatura tenía o no una ventaja en cada ronda?	Selección natural / Presión ambiental
<i>What other "environmental" or "ecological" factors—besides the environmental events—existed in the game and created selective pressure on your creature?</i>	¿Qué otros factores "ambientales" o "ecológicos" —además de los eventos ambientales— existieron en el juego y generaron presión selectiva sobre tu criatura?	Selección natural / Presión de selección

A partir del conjunto de preguntas planteadas, fue posible explorar con mayor claridad la transformación conceptual sobre la evolución biológica, así como el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes (tabla 14). En el anexo D se presentan las respuestas correspondientes a cada ítem, lo cual permitió analizar en detalle la manera en que los participantes comprendían las fuerzas evolutivas antes del proceso de gamificación, identificando patrones, confusiones persistentes y avances significativos en su apropiación conceptual. Con respecto a los conceptos estructurantes se puede ver que:

Selección natural: Las respuestas muestran un avance valioso en la comprensión de la selección natural como un proceso regulador de los procesos internos poblacionales. Se destaca el reconocimiento de que no todas las mutaciones son ventajosas y que la supervivencia depende de la adaptación al ambiente, no de la “fuerza” en términos simples. Se citan ejemplos como el camuflaje, la tolerancia al ácido o la *tanatosis* mostrando que la relación de los componentes de mutaciones y cartas en función de la dinámica del juego por su ambiente específico les ha facilitado comprenderlo como el agente regulador ecológico.

En el proceso previo de diagnóstico, la mayoría de estudiantes equiparaban selección natural con "el más fuerte sobrevive", con ideas rígidas, finalistas y antropocéntricas. Ahora se evidencia una interpretación más contextualizada, y significativamente más cercana a la definición de la teoría sintética actual.

Mutaciones: Hay una fuerte apropiación del concepto de mutación como un evento aleatorio que puede ser beneficioso, neutro o perjudicial dependiendo del entorno. Se

asocia correctamente a cambios en el ADN, a diversidad genética y a posibilidades de adaptación. Se reconocen los puntos de mutación como “moneda evolutiva”, este hecho facilita entender que las mutaciones son como expresan autores de la teoría de la síntesis moderna “el motor de la evolución”. Aparecen analogías con bacterias resistentes y el proceso de prueba-error en sus respuestas lo cual da luz de una identificación a contextos reales de procesos de cambio motivado por mutaciones.

Al inicio, las mutaciones eran mencionadas de forma secundaria y con facilidad confundidas con las adaptaciones adquiridas o cambios deseados (no había diferencia entre la causa y el efecto). Ahora se evidencia una comprensión funcional sobre su aparición y sus orígenes y que hablamos de las causas, pero sin confundirlas con el efecto final. Algunos mencionan cosas como “cambios puntuales en el ADN”.

Deriva génica: Es evidente que es un concepto poco dominado para ellos como tal, pero algunas respuestas logran aproximarse a como sucede la pérdida aleatoria de rasgos o alelos en ciertas rondas. Esto se evidencia bastante en la manera como el juego en eventos puntuales (desertificación y radiación) redujo los genes disponibles en cartas de cada jugador. Sin embargo aún no hay claridad total de cómo funciona este concepto. En la prueba diagnóstica, la deriva no fue mencionada o reconocida por iniciativa de los estudiantes. Sin embargo, la aparición del concepto es ya un avance, señalando el inicio de una apropiación del concepto. Es importante resaltar que fue del grupo de preguntas que menos respondió los estudiantes.

Flujo genético: Se comprende como el intercambio de genes entre grupos o hábitats diferentes, cómo este puede aumentar la variabilidad genética y la adaptabilidad de la población gracias a estos recambios. Se mencionan los beneficios de moverse a otras zonas o interactuar reproductivamente, pero al igual que la deriva génica, no hay un desarrollo profundo sobre el concepto, solamente una mención por ser parte de la pregunta general. Inicialmente, no hubo mención directa al flujo génico y se notaba confusión entre herencia y reproducción. Sin embargo, igual que la deriva génica, individualización de este concepto y aproximación ya dan cuentas de un cambio favorable en la comprensión evolutiva.

Tabla 14. Comparación en las transformaciones de las competencias científicas antes y después de la gamificación.

Competencia científica	Diagnóstico inicial	Después de la intervención
1. Explicación de fenómenos		
Argumentar coherentemente mecanismos biológicos a partir de conceptos de evolución	Las respuestas eran en su gran mayoría superficiales y poco relacionadas a contextos reales de evolución, apoyadas en ideas intuitivas y teleológicas (“cambian porque lo necesitan”, “evolucionan para mejorar”). No se identificaban causas múltiples ni relaciones entre factores. El ambiente es parte pero no hay conexión entre los factores externos y los internos. No hay conexión de la selección natural más allá de ser un “facilitador” de las adaptaciones.	Se evidencia una mejora sustancial en la construcción de explicaciones más coherentes y articuladas. Los estudiantes integran conceptos como mutaciones, selección natural, ambiente y diversidad genética para explicar por qué unas criaturas sobreviven y otras no. Aparecen relaciones de causalidad más complejas. Si bien no todos los conceptos objetivo logran tener una gran claridad y apropiación en los estudiantes, los mecanismos de mutación y selección natural ya son conceptos claros y evidentes.
2. Uso comprensivo del conocimiento científico		
Conectar y aplicar saberes científicos en contextos simulados o reales	El conocimiento se aplicaba de forma descontextualizada o errónea. Todos los conceptos eran iguales: adaptación, evolución y mutación. Se evidenciaba una estructura lineal del conocimiento. La evolución sucedía de manera progresiva pero sin un claro porqué de cómo se daba esta variabilidad. Muchos conceptos que se confundían y no se usaban bien.	Se pasa a una estructura ramificada: los estudiantes conectan múltiples factores (clima, hábitat, competencia, tipo de genes) para justificar situaciones dentro del juego. Demuestran comprensión del carácter multivariable, el ambiente no es un solo “ambiente” si no un sistema lleno de factores que juegan un papel importante de los procesos evolutivos. Aplican su conocimiento a contextos simulados de forma significativa.

3. Indagación

Generación de preguntas y uso del juego como herramienta de exploración conceptual	La indagación estaba ausente o limitada. Las respuestas no expresaban curiosidad ni un genuino espíritu por buscar profundizar en lo ya conocido, o entender lo que es cotidiano. Predominaba una aceptación pasiva de ideas generales sobre evolución. Existían vacíos conceptuales en temas puntuales evolutivos.	Tras el juego, los estudiantes expresan inquietudes y exploraciones implícitas. Cuestionan por qué ciertas mutaciones son útiles o no, por qué algunas estrategias fallan, o cómo afecta el ambiente. La experiencia de gamificación despierta preguntas y justificaciones que guían procesos de consulta y de comprensión más profundos. Para el docente es evidente su entusiasmo al opinar y relacionar eventos del juego con la cotidianidad y el contexto real.
--	---	--

3.3.3 Reflexiones finales sobre la estrategia de gamificación en proceso de enseñanza-aprendizaje

Esta sección se centra en las reflexiones finales derivadas de la implementación de la estrategia de gamificación en las clases de biología, a partir de las entrevistas realizadas con los estudiantes. El propósito fue explorar cómo percibieron el aprendizaje y qué cambios identificaron en su comprensión de conceptos que previamente les resultaban difíciles. A partir de sus testimonios, se evidenció que la dinámica del juego permitió que los conceptos se volvieran más claros, ya que los estudiantes pudieron experimentarlos activamente con un objetivo como es el de “ganar” dentro del juego. Al final más allá de los contenidos específicos, los estudiantes resaltaron que esta estrategia convirtió la clase en un espacio más enriquecedor y motivador que las metodologías tradicionales, fortaleciendo tanto su interés como su capacidad de reflexión sobre los procesos evolutivos.

Las entrevistas realizadas posterior a la aplicación de la estrategia didáctica Biodisea 3.0 permitieron identificar transformaciones significativas en las percepciones, actitudes y comprensiones de los estudiantes frente al aprendizaje de la evolución biológica (Tabla 14). Para la mayoría de ellos, esta fue la primera vez que participaron en una clase basada en el uso de un juego formalmente constituido, lo cual fue valorado como una experiencia novedosa e innovadora en contraste con metodologías tradicionales centradas en charlas

magistrales, las guías o el uso de recursos digitales básicos como simuladores o videos explicativos. La participación activa en el juego generó altos niveles de motivación y compromiso emocional, al punto de expresar entusiasmo por asistir a clase y una disposición genuina por comprender el contenido, resaltando que se “*metían en el cuento*” sin darse cuenta de que estaban construyendo aprendizajes.

Es importante resaltar que se identificaron dificultades al principio de la gamificación relacionadas con la comprensión de las reglas, la administración de puntos de mutación y las mecánicas de reproducción y alimentación. Estos contratiempos fueron fácilmente superados con el pasar de las rondas, lo cual sugiere que hay un proceso auténtico de apropiación cognitiva y aprendizaje basado en una experiencia construida colaborativamente.

En cuanto a los contenidos disciplinares, todos los estudiantes manifestaron haber mejorado su comprensión del proceso evolutivo, pasando de visiones planas o someras (como “*evolucionar es ganar poderes*”) a interpretaciones más complejas que reconocen la interacción entre ambiente, mutaciones, selección natural, adaptación y competencia entre especies.

Tabla 15. Resumen de las entrevistas en un muestreo a conveniencia de estudiantes de grado 9° posterior a la estrategia de gamificación aplicada en las clases.

Pregunta	Entrevista 1	Entrevista 2	Entrevista 3	Entrevista 4	Entrevista 5
¿Alguna vez has participado en clases donde se usaron juegos para apoyar el aprendizaje?	<i>La verdad, no. He tenido clases interactivas, como con videos o experimentos, pero nunca así con un juego tan completo como este. Fue la primera vez.</i>	<i>No, nunca. O sea, habíamos hecho cosas creativas, pero así con juegos tan elaborados, con cartas, y muñecos, no.</i>	<i>No, esta fue la primera vez. Siempre es como leer, copiar o hacer guías.</i>	<i>Nunca. Lo más parecido cuando hacemos es Quizzys o Kahoot.</i>	<i>No, esta fue mi primera vez y me pareció muy innovador.</i>

<p>¿Cómo describirías tu experiencia participando en el juego sobre evolución?</p>	<p><i>Muy chévere, me gustó mucho. Al principio pensé que iba a ser solo una actividad más, pero me di cuenta que en serio tocaba pensar, tomar decisiones, y estar pendiente de todo. A veces me estresaba, pero era ese estrés de estar metida en el juego.</i></p>	<p><i>Me gustó. Fue como estar en un videojuego en clase, pero entendiendo cosas de biología.</i></p>	<p><i>Bien. Me gustó mucho porque uno se mete en el cuento y no se da cuenta que está aprendiendo, pero sí aprende.</i></p>	<p><i>Divertida y distinta. Sentí que por fin una clase de biology no era tan aburrida. Se me pasaba la clase rápido.</i></p>	<p><i>Al principio fue raro, pero después se puso muy bueno. Uno termina metido en el juego.</i></p>
<p>¿Hubo algo que te resultara difícil de entender o de hacer mientras jugabas?</p>	<p><i>Las reglas al principio eran un poquito confusas, especialmente lo de las mutaciones y cómo se ganaban. Pero ya con la segunda ronda todo iba fluyendo. También me costaba no frustrarme cuando mi criatura no ganaba mutaciones.</i></p>	<p><i>Al principio me enredé con las reglas y los genes, como que no entendía muy bien qué mutación servía y que podía hacer en el turno.</i></p>	<p><i>Porque no podía tener una ventaja en los eventos de ambiente.</i></p>	<p><i>Al comienzo me costó entender cómo funcionaban los puntos de alimentación y porque no me reproducía al final de la ronda.</i></p>	<p><i>No, la verdad no estaba complicado. Los dados para pelear son difíciles pero luego ya es fácil.</i></p>
<p>¿Sientes que entiendes mejor cómo funciona el proceso evolutivo? ¿Por qué?</p>	<p><i>Sí, muchísimo. Antes solo pensaba en evolución como lo normal, que evolucionan y ya pero también depende del ambiente, de cómo te adaptas, y de la competencia. Lo viví en el juego.</i></p>	<p><i>Sí, demasiado. La genética es importante para que los animales evolucionen.</i></p>	<p><i>Sí, porque todo depende del ambiente y de las mutaciones que uno tenga. No tenía como hacer algo sin mutaciones.</i></p>	<p><i>Sí, porque lo viví con mi criatura.</i></p>	<p><i>Sí, porque vi que evolucionar no es ganar poderes, sino adaptarse. Y que a veces una mutación buena puede no servir si el ambiente cambia.</i></p>
<p>¿Qué conceptos de evolución te quedaron más claros gracias al juego?</p>	<p><i>Lo de la selección natural, clarísimo. También el tema de mutaciones, cómo a veces te ayudan. Y entender que no siempre sobrevive el más fuerte, sino el que se adapta mejor.</i></p>	<p><i>Las mutaciones, lo de los genes dominantes y cómo el ambiente puede afectar. Lo vi cuando mi criatura casi se extingue jaja.</i></p>	<p><i>Lo de la adaptación y que no siempre sobrevive el más grande o con más poderes.</i></p>	<p><i>Mutaciones, selección natural, competencia por recursos, así.</i></p>	<p><i>Mutación, adaptación, supervivencia, extinción.</i></p>

<p>¿Te sentiste más motivado o motivada a participar en la clase gracias al juego?</p>	<p><i>Sí, me daban ganas de llegar a clase para seguir jugando y ver qué pasaba con mi animalito. No es como una clase normal donde solo escuchas y ya.</i></p>	<p><i>Sí, total. Uno como que quiere seguir jugando, pero también va entendiendo y preguntando más cosas.</i></p>	<p><i>Sí, no podía perder.</i></p>	<p><i>Sí, me pareció chévere que las clases no fueran solo teoría. Participé mucho más.</i></p>	<p><i>Sí, me daban ganas de ir a clase para jugar y entender qué más podía pasar.</i></p>
<p>¿Qué cambiarías (quitar, añadir o re pensar) del juego para hacerlo aún mejor para aprender evolución?</p>	<p><i>De pronto el tiempo. A veces sentía que nos faltaba una ronda más para desarrollar bien todo. Pero de resto, me parece excelente.</i></p>	<p><i>Tal vez más tiempo en cada ronda.</i></p>	<p><i>Menos reglas complicadas. Algunas cosas pueden ser más sencillas.</i></p>	<p><i>Creo que podríamos tener más o que nos dejaran más tiempo para jugar fuera de clase.</i></p>	<p><i>Más tiempo y menos presión en las decisiones. A veces uno quiere pensar más.</i></p>

Entre los conceptos que quedaron más claros gracias al juego se destacan la selección natural, las mutaciones, la adaptación, la extinción, la competencia por recursos y la supervivencia de los organismos en función de factores internos y externos, todos ellos vinculados a las dinámicas del juego y a las decisiones que tomaron los jugadores basados en su conocimiento, experiencia y objetivos de juego. A continuación, exploramos con mayor profundidad algunas ideas centrales que resultan de las entrevistas.

Comprensión conceptual de la evolución: Aquí los estudiantes evidencian una apropiación significativa de conceptos clave de la biología evolutiva, como la variabilidad genética, la selección natural o la dinámica poblacional. A través del juego, expresan nociones complejas con lenguaje propio, como al afirmar que *“las mutaciones genéticas son eventos aleatorios”* o que *“evolucionar no es ganar poderes, sino adaptarse. Y que a veces una mutación buena puede no servir si el ambiente cambia”*. En los registros de campo también se evidencian analogías que surgen de manera espontánea durante las sesiones, donde los estudiantes discutían cómo ciertas mutaciones o adaptaciones inexistentes podrían resultar útiles en las condiciones del juego; fueron capaces de proponer y dialogar sobre posibles variaciones genéticas imaginarias, vinculándolas con las dinámicas del juego y explorando su potencial funcional dentro de las dinámicas de la partida. Estas observaciones sugieren una comprensión situada, que emerge de la experiencia concreta de juego y se conecta con aprendizajes previos. Esto es concordante con trabajos similares en el área de la química como el de Castro González (2023) que señala que los estudiantes lograron una mejor apropiación de conceptos complejos como la estequiometría y las reacciones químicas, especialmente en la fase de evaluación,

donde se evidenció una evolución muy positiva tanto en los resultados cuantitativos como cualitativos. Por otra parte, Reinoso Espinosa (2022) relata que en el caso específico de la evolución fue poca la apropiación de conceptos, pero que esto se debía a lo complejo en cómo se organizaron los contenidos gamificados y no en la estrategia propia. Esto muestra que no solo desarrollar elementos del juego es vital, si no buscar una buena distribución u objetivo pedagógico que acompañe esos elementos.

Aplicación del conocimiento en contextos nuevos: Los estudiantes justificaron sus acciones usando datos internos del juego (“*No podíamos hacer nada sin mutaciones*”) y razonaron sobre las consecuencias esperadas. También mostraron pensamiento estratégico, reconociendo la necesidad de mutaciones adaptativas o de planear su ubicación en el mapa. Estas respuestas reflejan un pensamiento que integra procesos de uso no solo del conocimiento científico si no del contexto actual del juego, vinculado a procesos como modelación, predicción y análisis de consecuencias.

Algunos comentarios de la entrevista y dinámicas durante el juego, observadas directamente muestran cómo los estudiantes trasladaron lo aprendido a contextos más amplios. Se mencionan conceptos de ecología general y anatomía. Durante la sesión aparecieron comentarios alrededor de reconocer dinámicas ecológicas que daban explicación a las limitaciones de un evento ambiental para ciertas características o incluso el tomar acciones nuevas por deducción de cómo se comporta el ambiente y apoyarse en su mutación aleatoria para favorecer. También se reconoce cómo la reproducción depende de factores alimenticios y que se les convirtió en una opción de ataque a otros. Estas observaciones, aunque menos frecuentes, indican una transferencia del conocimiento que va más allá del contexto inmediato del juego, uno de los objetivos clave en la enseñanza de las ciencias.

Motivaciones de los estudiantes: Uno de los aspectos más destacados en las entrevistas fue el aumento en la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la evolución. La mayoría expresó haber sentido entusiasmo por asistir a clase, impulsado por el deseo de continuar participando en el juego y conocer qué ocurriría con su criatura, lo que contrasta marcadamente con sus experiencias previas de clases centradas en actividades más tradicionales.

Es importante aclarar que los estudiantes del Gimnasio Fontana suelen estar más expuestos a didácticas innovadoras, ya que su modelo pedagógico basado en preguntas permite que los docentes puedan probar o experimentar en el aula. Aun así con este antecedente, los estudiantes sí encontraron atractiva la dinámica. Expresiones como “*me daban ganas de llegar a clase para seguir jugando*” o “*uno quiere seguir jugando, pero también va entendiendo y preguntando más cosas*” evidencian un tipo de motivación propia que se genera de manera orgánica por el reto y el juego vinculada no solo al disfrute, sino también al interés (en más baja proporción) por comprender los contenidos. Esta forma de conexión afectiva y cognitiva sugiere que el juego actuó como un medio o vehículo que generó un sentido de propósito en el aula, transformando la participación en un acto activo de exploración y construcción de conocimiento.

Da Silva Teixeira et al. (2022), en su metaanálisis de diez años sobre distintos estudios de gamificación en biología, concluyen que esta estrategia es altamente efectiva para generar motivación en estudiantes de cualquier edad. Señalan que incluso pequeñas adaptaciones en la clase, como la incorporación de puntajes o recompensas, activan la motivación de los estudiantes y facilitan una conexión muchísimo más sólida con el contenido, favoreciendo así el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, el testimonio de los estudiantes revela, además, un cambio en su motivación intrínseca hacia el aprendizaje de la biología, esto es evidenciado en las expresiones como el deseo de seguir asistiendo a clase para “ver qué pasaba con su animalito” o para continuar explorando escenarios posibles. Finalmente, las sugerencias o mejoras que puede tener el juego se enfocan no en críticas estructurales, ya que el juego logró tener una dificultad retadora sin ser imposible, sino en aspectos más operativos, como la duración de las rondas o la lograr simplificar algunas reglas. En conjunto, las entrevistas permiten afirmar que la gamificación no solo enriqueció la comprensión conceptual de la evolución, sino que también promovió una experiencia de aula más significativa, participativa y emocionalmente positiva para los estudiantes.

Como cierre de esta sección y retomando el alcance de los objetivos, el tercer objetivo específico es: *Evaluar el desarrollo de competencias específicas en ciencias naturales, a través de la observación de los logros y desafíos de los estudiantes en el juego*. Se observó que en términos de habilidades, hubo un desarrollo en la argumentación y explicación

científica, pues los estudiantes justificaban decisiones de juego apelando a conceptos biológicos, y en la capacidad de resolución de problemas, al enfrentar escenarios de riesgo, adaptación y competencia ecológica. No obstante, persistieron desafíos en la integración de procesos evolutivos complejos, ya que algunos estudiantes tendieron a simplificar la dinámica a mutación-selección, dejando en segundo plano la deriva génica y el flujo génico. El juego contribuyó al fortalecimiento de competencias en ciencias naturales vinculadas al pensamiento crítico, la modelación biológica y la explicación de fenómenos evolutivos, aunque se reconoce la necesidad de pulir y perfeccionar estrategias para abordar con mayor profundidad y mejor conexión conceptual los procesos evolutivos menos intuitivos.

3.3.4 Reflexiones y perspectivas del docente

Después del proceso que dio vida y "evolución" a Biodisea hay un buen número de reflexiones para mi quehacer docente. Inicialmente, La gamificación se evidencia como un enfoque integrador que trasciende la simple actividad lúdica. No basta con adaptar elementos externos de un juego, como cartas o loterías; es necesario definir con precisión los objetivos pedagógicos y cómo se pretende que los estudiantes los alcancen. Su implementación requiere un dominio profundo del contenido por parte del docente (lo que en evolución biológica puntualmente puede resultar más retador ya que no todos los docentes logran comprender la evolución de manera correcta), junto con la identificación de los elementos del juego que faciliten la motivación sin caer en el *recreacionismo*. El aprendizaje significativo se produce cuando los estudiantes se encuentran inmersos en la dinámica del juego y deben aplicar los conceptos para avanzar, logrando así una conexión directa entre la comprensión teórica y la acción concreta dentro del entorno gamificado.

Romper con los esquemas de la clase tradicional representa un desafío, pero los resultados muestran que las estrategias gamificadas que fomentan la conexión activa de los estudiantes con los contenidos justifican los ajustes y reestructuraciones continuas. La experiencia revela que ningún diseño resulta completamente infalible para todos los grupos ni para todos los estudiantes, lo que obliga a revisar y adaptar constantemente los elementos y la dinámica del juego, así como al reconocimiento de los distintos estilos de aprendizaje. No obstante, se observa un aumento significativo en la motivación, así como

una mejor comprensión de conceptos complejos y un aprendizaje efectivo. Este proceso demanda tiempo, paciencia y perseverancia, ya que los errores son frecuentes, pero constituyen oportunidades de aprendizaje tanto para los estudiantes como para el docente.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Se concluye que la implementación de Biodisea evidenció que un RPG educativo bien diseñado puede consolidar el aprendizaje de conceptos de evolución, fortalecer competencias científicas y motivar a los estudiantes de manera sostenida. La observación de las sesiones mostró avances en comprensión de mutación, selección natural, deriva génica y flujo génico, así como en habilidades de argumentación, resolución de problemas y uso de modelos, mientras que el diseño progresivo del juego permitió integrar mecánicas, dinámicas y componentes adaptados a las necesidades del aula, manteniendo el carácter lúdico sin perder rigor conceptual. Asimismo, la narrativa del juego, la toma de decisiones y las recompensas simbólicas como lo es sobrevivir, generaron un entorno participativo y motivador, confirmando que la gamificación estructurada constituye una estrategia eficaz para involucrar activamente a los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias naturales.

Es importante destacar que este proceso comenzó como una estrategia de gamificación pero que, según diversos investigadores en el estudio de los juegos, con adaptaciones más robustas y elementos más estructurados Biodisea podría convertirse en un juego serio que esté enfocado en la educación y la enseñanza de la evolución biológica.

4.2 Recomendaciones

A partir de la experiencia vivida con Biodisea, se plantean recomendaciones finales que busquen consolidar y ampliar los efectos positivos observados con la implementación de Biodisea 3.0, fortaleciendo tanto la motivación como la apropiación de los contenidos.

En primer lugar, es aconsejable mejorar y ajustar los elementos de mecánicas, dinámicas y componentes del juego, explorando versiones más simples que permitan centrarse en una fuerza evolutiva a la vez, o bien optimizar la experiencia para mantener un equilibrio

entre simplicidad y complejidad. Este refinamiento garantizaría que los estudiantes continúen comprendiendo conceptos clave, como mutaciones y selección natural, sin perder el interés ni la interacción que caracteriza la estrategia gamificada.

Asimismo, se sugiere estructurar el juego en campañas⁸ por clase, lo que permitiría una segmentación más adecuada y una exploración progresiva de los contenidos. Esta estrategia facilitaría que los conceptos se articulen como un sistema lógico, tal como evidenciaron los estudiantes en la investigación, y permitiría alcanzar un mayor nivel de complejidad en la comprensión de la evolución.

Es fundamental probar esta estrategia en otros contextos educativos, particularmente en aquellos con menor presión curricular o con estudiantes de distintos perfiles socioemocionales. Aplicarla en escuelas rurales o en entornos donde se cuente con más flexibilidad de tiempo permitiría ajustar la dinámica, identificar nuevas necesidades y validar la adaptabilidad de Biodisea como herramienta de aprendizaje.

Otra recomendación consiste en implementar misiones o campañas más cortas, ampliando los grados y edades de los participantes. De esta manera, sería posible integrar módulos previos de ecología y diversidad biológica, asegurando una progresión coherente del aprendizaje y permitiendo un seguimiento más amplio de la participación y los logros de los estudiantes.

Finalmente, se sugiere explorar nuevas herramientas TIC que complementen la estrategia de gamificación. La integración de recursos digitales podría facilitar la interacción, ofrecer retroalimentación inmediata y fortalecer la personalización del aprendizaje, consolidando Biodisea como un modelo flexible, motivador y efectivo para enseñar biología evolutiva en distintos niveles educativos.

⁸ Una campaña es un modo de juego estructurado en misiones o escenarios cortos y secuenciales, diseñados con objetivos concretos y segmentados. A diferencia de una partida larga o abierta, la campaña ofrece un recorrido más acotado, donde cada segmento contribuye al logro de una meta general, permitiendo al jugador avanzar progresivamente y mantener una experiencia clara, focalizada y alcanzable.

Bibliografía

Aberšek, B. (2016). Schola Ludus. *Journal of Baltic Science Education*, 15(5), 556-558.

<https://doi.org/10.33225/jbse/16.15.556>

Acosta-Medina, J. K., Torres-Barreto, M. L., Álvarez-Melgarejo, M., & Medina, M. C. P.

(2020). Análisis de la gamificación en relación a sus elementos. Hal Open Science

02548860. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24975.82081>

Adinolf, S., & Turkey, S. (2011). Collection, Creation and Community: A discussion on

collectible card games. [*GLS'11: Proceedings of the 7th international conference on Games +*](#)

[*Learning + Society Conference.*](#)

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2022). *Informe de caracterización y diagnóstico de colegios*

privados de Bogotá. Recuperado 10 de julio de 2025, de

https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/Informe-colegios.pdf

Alite Yáñez, L. (2024). *Análisis de la gamificación y el aprendizaje basado en juegos en el*

Dpto. de Fol [Tesis]. Universidad Miguel Hernández.

Alvarez, F. (2007). "El libro de los animales" de Al -Jahiz, un esbozo evolucionista del

siglo IX. *eVOLUCIÓN* 2, 1, 25-29.

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and

assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. En *Longman*

eBooks. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA56711765>

Andrade, E. (2011). *La ontogenia del pensamiento evolutivo* (1.^a ed.) [Virtual].

Universidad Nacional de Colombia Vicerrectoría académica.

https://www.researchgate.net/publication/283719480_La_Ontogenia_del_Pensamiento_Evolutivo_Libro_Coleccion_Obra_Selecta_Universidad_Nacional_de_Colombia_2009

Antonio, P. L. (2020, 14 enero). *Ludificación y gamificación en el aula de secundaria: desarrollo de las competencias lingüísticas a través del juego*. Universidad de Burgos. <http://hdl.handle.net/10259/5208>

Araujo Llamas, R., & Ramírez Olaya, L. (2014). Obstáculos al aprendizaje del concepto estructurante evolución biológica. *Bio-grafía*, 231. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia231.244>

Atlantic Academic Press Limited. (s. f.). *View of Interdisciplinary Integration theory and practice paths in Middle School Biology Education*. <https://www.atlantic-press-journals.com/index.php/IJETR/article/view/206/270>

Baeza Lugo, V. N. (2022). La gamificación en el aula: breve revisión histórica. *Archivos En Medicina Familiar, Volumen 24 (3)*. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medfam/amf-2022/amf223i.pdf>

Beltrán, W. M. (2020). La clase de Religión en los colegios públicos de Bogotá: estado de la investigación. *Theologica Xaveriana*, 70. <https://doi.org/10.11144/javeriana.tx70.crcpb>

Borgerding, L. A., Klein, V. A., Ghosh, R., & Eibel, A. (2015). Student Teachers' approaches to Teaching Biological evolution. *Journal of Science Teacher Education*, 26(4), 371-392. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9428-1>

Calderón Quinchua, M. Á. (2024). *La gamificación como estrategia de enseñanza de la adaptación biológica: una propuesta desde la revisión documental* [Tesis, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/20126/La%20gamificaci%c3%b3n%20como%20estrategia%20de%20ense%c3%b1anza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cárdenas Chica, A. D., & Mosquera, J. A. (2020). La enseñanza de la evolución biológica, una perspectiva alternativa en la educación rural: aproximación a una revisión teórica. *Revista Electrónica EDUCyT, Extra*, 537-550. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/65>

Cárdenas-Nava, A. M., & Martínez-Rivera, C. A. (2021). Contenidos escolares en ciencias naturales desde el currículo oficial de Colombia. *Revista Científica del Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 42(3), 328-338. <https://doi.org/10.14483/23448350.17614>

Castaño Araque, G. (2011). *Aspectos de la historia de los dinosaurios como estrategia pedagógica en la enseñanza de algunos conceptos relacionados con la teoría de la evolución* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia]. [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10902/gladyscasta%
c3%b1oaraque.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10902/gladyscasta%c3%b1oaraque.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Castro González, L. M. (2023). *La gamificación como mediación para el desarrollo de competencias científicas y el aprendizaje de conceptos básicos de química enfocados a la preparación de la prueba saber 11* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83786/30399155.2023.pdf?sequence=4>

Chatwattana, P., & Wanglang, C. (2023). The Project-Based Learning Model using gamification to enhance 21st century learners in Thailand. *Journal of Education And Learning*, 12(2), 99. <https://doi.org/10.5539/jel.v12n2p99>

Chaves Mejía, G. A. (2012). *Contribuciones a la enseñanza de la evolución biológica desde la revisión epistemológica de algunos aspectos contemporáneos de la misma*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/items/9134c5af-2d41-4868-b511-3031e1b575a8>

Chen, P., Kuo, R., Chang, M., & Heh, J. (2009). Designing a trading card game as educational reward system to improve students' learning motivations. En *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 116-128). https://doi.org/10.1007/978-3-642-11245-4_11

Da Paixão, W. B., & Cordeiro, I. D. E. (2021). Práticas de gamificação em turismo. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Turismo*, 15(3), 2067. <https://doi.org/10.7784/rbtur.v15i3.2067>

Da Silva Teixeira, J., Angeluci, A. C. B., Prates, P., & Martin, J. G. P. (2022). 'Let's play?' A systematic review of board games in biology. *Journal Of Biological Education*, 1-20.

<https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2041461>

De Alda, J. A. G. O., Marcos-Merino, J. M., Gómez, F. J. M., Jiménez, V. M., & Esteban, M. R. (2019). Emociones académicas y aprendizaje de biología, una asociación duradera. *Enseñanza de las Ciencias Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 37(2), 43-61. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2598>

De Alda, J. A. G. O., Merino, J. M., Gómez, F. J. M., Jiménez, V. M., & Esteban, M. R. (2019). Emociones académicas y aprendizaje de biología, una asociación duradera. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 43-61. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2598>

De Carvalho, Í. N., El-Hani, C. N., & Nunes-Neto, N. (2020). How should we select conceptual content for biology high school curricula? *Science & Education*, 29(3), 513-547. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00115-9>

Deliyannis, I., Kaimara, P., Poulimenou, S. M., & Lampoura, S. (2023). Introductory chapter: Games, gamification, and ludification, can they be combined? En *IntechOpen eBooks*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109101>

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. E. (2011). From game design elements to gamefulness. *Conference: Proceedings of The 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*.

<https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

Dickins, T. E., & Dickins, B. J. (2023). Evolutionary Biology: Contemporary and historical reflections upon core theory. En *Evolutionary Biology/Evolutionary biology*.

<https://doi.org/10.1007/978-3-031-22028-9>

Ding, Q. (2024). Interdisciplinary Integration theory and practice paths in middle school biology education. *International Journal of Educational Teaching And Research*, 1(2).

<https://doi.org/10.70767/ijetr.v1i2.206>

Ekanayake, V. (2016). *Getting started with the Pokemon Trading Card Game (TCG) for parents* | Virantha Namal Ekanayake. <https://virantha.com/2016/07/06/parent-guide-to-starting-pokemon/>

Fauzi, A., & Mitalistiani, M. (2018). High school biology topics that perceived difficult by undergraduate students. *Didaktika Biologi*, 2 (2), 73.
<https://doi.org/10.32502/dikbio.v2i2.1242>

Fleischmann, K., & Ariel, E. (2016). Gamification in Science Education: Gamifying learning of microscopic processes in the laboratory. *Contemporary Educational Technology*, 7(2). <https://doi.org/10.30935/cedtech/6168>

Funa, A. A., & Ricafort, J. D. (2019). Validation of gamified instructional materials in Genetics for Grade 12 STEM students. *International Journal of Sciences: Basic And Applied Research*, 47(2), 168-180.
<https://gssrr.org/index.php/JournalOfBasicAndApplied/article/download/10163/4418>

Futuyma, D. J. (2009). *Evolution* (2.^a ed.). Sinauer Associate.

Gallego, E. R. (2021). Estrategia didáctica basada en gamificación para el proceso de enseñanza de la genética molecular. *Repositorio Universidad Nacional de Colombia*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79842>

Gallego, E. R. (2021). Estrategia didáctica basada en gamificación para el proceso de enseñanza de la genética molecular. [Tesis, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79842>

García Herrera, A. (2022). *Contribuciones a la enseñanza de la evolución biológica por medio de un proyecto de aula Que desde la revisión epistemológica de los teóricos actuales articulen la evolución biológica con la genética* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83115/1128457864.2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

García, P. a. R. (2020). La configuración de la enseñanza de la biología: una inquietud por la pedagogía. *Praxis & Saber*, (11), 27.e200.

<https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.10819>

Gómez, B. R. (2004). *La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico*. *Educación y Educadores*, (7), 45-55.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400706>

Gomez Vargas, W. A. (2013). *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de la evolución* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20383/71634009.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González Otálora, H. (2014). *La enseñabilidad de la evolución biológica en la institución Educativa Académico de Guadalajara de Buga* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].

https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/53060/14888582_Harold.pdf?sequence=1

Hernandez Rojas, C. F. (2013). *Implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza de la biología en el grado 9° mediante las nuevas tecnologías: estudio de caso en el Colegio María Auxiliadora del municipio de Medellín* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20820/15444039.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hortal, J., Diniz-Filho, J. A. F., Low, M. E. Y., Stigall, A. L., & Yeo, D. C. J. (2023). Alfred Russel Wallace's legacy: an interdisciplinary conception of evolution in space and time.

Npj Biodiversity, 2(1). <https://doi.org/10.1038/s44185-023-00010-w>

Lanka, J., Hild, P., & Beniermann, A. (2024). Fit to teach evolution? Pre- and in-service teachers' knowledge and acceptance of evolution. *International Journal Of Science Education*, 1-26.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2416594>

London, L. S. O. (2022, 18 agosto). *Alfred Russel Wallace (1823–1913)*. The Linnean Society. <https://www.linnean.org/the-society/history-of-science/alfred-russel-wallace#:~:text=Mientras%20recolectaba%20espec%C3%ADmenes%20e%20investigaba,Wallace%20y%20Darwin%2C%20respectivamente>).

Lupton, D., & Thomas, G. (2015). Playing Pregnancy: The ludification and gamification of expectant motherhood in smartphone apps. *M/C Journal*, 18(5).
<https://doi.org/10.5204/mcj.1012>

Machado Silva, H. (2024). Tensiones entre ciencia y religión: percepciones de profesores latinoamericanos sobre la evolución biológica y Dios [Virtual]. En *Enseñar y aprender evolución: Perspectivas Latinoamericanas*. Lito-Grapo.
<https://doi.org/10.1590/1516731320240009>

Marco, B., Borrás, S., & Mocholí, C. S. (2011). La evolución biológica en los libros de texto españoles de educación secundaria y bachillerato. Situación actual. *Revista de Educación En Biología*, 14(1). <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v14.n1.22320>

Marente-Lemus, M. L. (2020). *Uso de la gamificación en la asignatura de Biología y Geología para abordar los contenidos de la célula, el ciclo celular y la herencia genética en 4o de ESO*. [Tesis de Maestría Universidad Internacional de la Rioja]
<https://reunir.unir.net/handle/123456789/10614>

Merino, J. M. (2018). Análisis de las relaciones emociones-aprendizaje de maestros en formación inicial con una práctica activa de biología. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1-14.
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1603

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa Boletín de Estudios E Investigación*, 6, 83-102. <https://doi.org/10.37382/indivisa.vi6.379>

Morera-Huertas, J., & Román, J. J. M. (2019). Empleo de la gamificación en un curso de fundamentos de Biología. *Revista Electronic@ Educare*, 23(2), 1-13.
<https://doi.org/10.15359/ree.23-2.10>

Navarro-Sempere, A., García, M., García, E. M., Jiménez, D., Pinilla, V., López-Jaén, A. B., Martínez-Peinado, P., Pascual-García, S., Sempere, J., & Segovia, Y. (2022). Gamificación Educativa en el Laboratorio de Biología Celular. *International Journal Of Morphology*, 40(6), 1426-1433. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022022000601426>

Niño Ampudia, K. J. (2024). *Enseñanza de la evolución biológica en relación con saberes como el creacionismo y las cosmogonías indígenas a partir de la sistematización de la práctica pedagógica* [Tesis Universidad Pedagógica Nacional]. <https://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/20684>

Ochoa, C. (2025). Introduction: Hierarchical Evolutionary-Developmental Theory (H-Evo-Devo Theory). En *Evolutionary Biology/Evolutionary biology* (pp. 1-13). https://doi.org/10.1007/978-3-031-88723-9_1

Ochoa Estrada, L. M. (2019). *Enseñanza del proceso histórico de construcción científica de la genética y evolución biológica en educación básica secundaria*. [Tesis, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77238/1035417152.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ortega, F. J. R., & Rodríguez, J. M. R. (2023). Emociones al enseñar Biología y enseñar a argumentar en Biología. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 18(2), 71-93. <https://doi.org/10.17151/rlee.2023.18.2.4>

Osorio Vanegas, H. D. (2012). *Propuesta didáctica para articular la problemática ambiental y la sobrepoblación humana con la enseñanza de la evolución a estudiantes de noveno grado* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10491/henrydavidosoriovanegas.2012.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Pedraza Giraldo, K. S. (2019). *Enseñanza de la selección natural utilizando herramientas TICs* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75862/1032405187.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peña, J. J. C., & Osorio-Mesa, J. (2022). Intervención educativa para la enseñanza de la temática Evolución en estudiantes con Necesidades Educativas Especiales. *Cultura Educación y Sociedad*, 13(1), 269-282. <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.13.1.2022.16>

Pérez, A. J., & Mollá Vayá, R. P. (2016). Open World Streaming: Automatic memory management in open world games without loading screens. *Escola Tecnica Superior D'Enginyeria Informatica Universitat Politecnica de Valencia*.
https://www.researchgate.net/publication/303998274_Open_World_Streaming_Automatic_memory_management_in_open_world_games_without_loading_screens

Plutzer, E., Branch, G., & Reid, A. (2020). Teaching evolution in U.S. public schools: a continuing challenge. *Evolution Education And Outreach*, 13(1).
<https://doi.org/10.1186/s12052-020-00126-8>

Ravanal, E. (2021). *1B118 Dificultades de la enseñanza de la biología según el análisis crítico del profesor*. Memorias del VIII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias <http://hdl.handle.net/20.500.12209/15912>

Reina-Guzmán, N. D., Sandoval-Parra, K. X., Ortiz-Moreno, M. L., & Guerrero, S. C. (2022). Gamification in the microbiology classroom for biology students during the COVID-19 pandemic. *Entramado*, 18(1). <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.7674>

Reinoso Espinosa, J. D. (2022). *Enseñanza de los mecanismos de cambio evolutivo empleando el juego como estrategia didáctica en estudiantes de séptimo grado* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/82977/1019042780.2022.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Rocha Bravo, M. (2012). *La enseñanza del concepto de evolución en estudiantes de la básica secundaria* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11668/50900061.2012.pdf?sequence=1>

Rodrigues, L. F., Oliveira, A., & Rodrigues, H. (2019). Main gamification Concepts: A systematic mapping study. *Heliyon*, 5(7), e01993.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01993>

Rodríguez-Abrunheiras, P. (2024). ¿Juegos o gamificas? Del enredo terminológico al análisis de una propuesta didáctica basada en los juegos serios. *Pratica: Revista Multimedia de Investigación En Innovación*, 7(1), 100-113.

Santander Altamar, K. (2014). *Propuesta de un objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la evolución de las estructuras y mecanismos de respiración en vertebrados A estudiantes de grados octavo y noveno de la Institución Educativa Distrital Santa Librada*. [Tesis Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/51866/22549122.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sarmiento Mora, Y. C. (2020). *Mecanismos genéticos como fundamento del proceso evolutivo - el caso de los seres humanos* [Tesis, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78814/Yeimmy%20Consuelo%20Sarmiento%20Mora.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Shan, L. (2020). Research on the Path of Reform and Innovation of Biology Teaching Mode in Middle School. *2020 International Conference On Social Science, Education And Management (ICSSEM 2020)*. <https://doi.org/10.23977/icssem2020.038>

Sloan, P. (2024). Evolutionary thought before Darwin. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2024 Edition)*.

<https://plato.stanford.edu/archives/spr2024/entries/evolution-before-darwin>

Soto-Sonera, J. (2009). Influencia de las creencias religiosas en los docentes de ciencia sobre la teoría de la evolución biológica y su didáctica. *Revista Mexicana de*

Investigación Educativa/Revista Mexicana de Investigación Educativa, 14(41), 515-538.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3052935.pdf>

Stahi-Hitin, R., & Yarden, A. (2023). Evolution education in light of religious science teachers' and scientists' conceptions of evolution and religion. *Evolution Education And Outreach*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12052-022-00167-1>

Tole Ruiz, E. A. (2013). *Enseñanza del tema Evolución en una institución de contexto religioso* [Tesis, Universidad Pedagógica Nacional].
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/161/TO-15693.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Turkay, S., Adinolf, S., & Tirthali, D. (2012). Collectible card games as learning tools. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, 46, 3701-3705.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.130>

U.S. Embassy in Colombia. (2023). Informe sobre la libertad religiosa internacional de 2023: Colombia. In *U.S. Embassy in Colombia*. Consultado en Julio 10, 2025, de <https://co.usembassy.gov/wp-content/uploads/sites/57/2024/07/Informe-sobre-la-Libertad-Religiosa-Internacional-de-2023-1.pdf>

Vallejo Ovalle, C. (2010). Planteamientos en Textos Escolares de Ciencias Naturales relacionados con Evolución por Selección Natural, que pueden generar Obstáculos Epistemológicos. *Bio-grafía*, 3(4), 55-71.
<https://doi.org/10.17227/20271034.4biografia55.71>

Vargas, I. R. P., & Silva, J. A. R. (2019). La ludificación como herramienta pedagógica: algunas reflexiones desde la psicología. *Revista de Estudios y Experiencias En Educación*, 18(36), 161-175. <https://doi.org/10.21703/rexe.20191836perdomo9>

Wood, L. C., & Reiners, T. (2014). Gamification. In *Advances in information quality and management*. Encyclopedia of Information Science and Technology. 3 Ed. pp. 3039–3047.
<https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5888-2.ch297>

Anexo A: tabla de pool genético del juego.


Gen	Característica afectada	Alelos posibles	Función	Trait
G1	Tamaño corporal	TT (grande)	Determina el tamaño de la criatura	Body size
		Tt (mediano)		
		tt (pequeño)		
G2	Desarrollo de aletas accesorias	AA-Aa (con aletas)	Permite el desarrollo de aletas accesorias pectorales y dorsales para movimientos y vida acuática	Main movement Swim
		aa (sin)		
G3	Formación de extremidades locomotoras	EE-Ee (sí)	Permite el desarrollo de extremidades para el movimiento terrestre	Main movement walk, jumps, crawls, burrows
		ee (no)		
G4	Paridad de extremidades locomotoras	PP-Pp (pares)	Se requiere usar con G3 y G5 en caso de necesitar o buscar tener más extremidades	Main movement walk, jumps, crawls, burrows and flies
		pp (no hay pariedad)		
G5	Desarrollo de alas	WW-Ww (sí)	Permite el desarrollo de alas y estructuras membranosas alares extra para el vuelo (no es necesario tener plumas)	Main movement Flies
		ww (no)		
G6	Regulación térmica	QQ-Qq (Endothermic)	En las versiones dominantes permite control de temperatura dependiente de la alimentación y no del ambiente.	Temperature regulation
		qq (Ectothermic)		
G7	Producción de cobertura corporal	BB (Scales)	Permite el desarrollo de estructuras de cobertura. Siendo las escamas la base original y las demás son derivaciones de las mismas	Body covering
		b'b' (Fur)		
		b*b* (Feathers)		
		bb (Skin)		
		bb'-bb*-b'b* (Slime)		
Bb-Bb'-Bb* (Exoskeleton)				
G8	Branquias	GG-Gg (Sin branquias)	Permite el desarrollo de branquias accesorias para la respiración en el agua	Gills
		gg (Branquias)		
G9	Patras palmeadas	ÑÑ-Ññ (patas palmeadas)	Permite el desarrollo de membranas interdigitales en los dedos de las extremidades. Facilita desplazamientos en agua o vida anfibia.	Webbed feet
		ññ (patas no palmeadas)		
G10	Aleta caudal	FF-Ff (no aletas)	Determina el desarrollo de aletas caudales accesorias que facilita el desplazamiento acuático.	Tail fin
		ff (Desarrollo de aleta caudal)		
G11	Piernas largas	LL-Ll (Piernas largas)	Determina la longitud de las extremidades de la criatura.	Long legs
		ll (piernas cortas)		
G12	Garras	CC (Uñas)		Claws

		Cc (garras)	Determina el crecimiento de las uñas. Las versiones garras permite la caza efectiva de presas. Las garras robustas permiten acciones como excavar con mayor facilidad.	
		cc (Garras robustas)		
G13	Caparazón	HH (Caparazón óseo)	Desarrolla una protección dura contra los depredadores. Las versiones dominantes y heterocigotas. Dominante agrega mayor defensa (2 dados), la heterocigota (1 dado)	Shell
		Hh (Caparazón dérmico)		
		hh (Sin Caparazón)		
G14	Tentáculos	TT-Tt (6 tentáculos)	Desarrolla tentáculos accesorios en la criatura facilitando defensa y ataque.	Tentacles
		tt (8 tentáculos)		
G15	Piel camuflada	MM-Mm (sin camuflaje)	Desarrolla cromatóforos que le permite adaptar el color y texturas de su piel, escamas, pelo o plumas al ambiente que lo rodea. (da ventaja de un dado, si no es afectada por heat sensing)	Camouflage skin
		mm (camuflaje)		
G16	Espinas	K'K' (Espinas largas)	Desarrolla espinas de origen dérmico, queratinosas que facilitan la defensa de los organismos (+2D6)	Spikes
		K'k (espinas cortas)		
		kk (sin espinas)		
G17	Visión nocturna	RR-Rr (desarrolla visión nocturna)	Facilita el desarrollo de unos bastones especializados que funcionan con bajas condiciones de luz	Night vision
		rr (sin visión nocturna)		
G18	Termorrecepción	T'T'-T't' (desarrolla termovisión)	Termorreceptores especializados en los ojos para captar longitudes de onda en infrarrojos. Versión recesiva solo percibe huellas térmicas, con su cuerpo.	Heat sensing
		t't' (desarrolla rastreo térmico bajo)		
G19	Producción de ultrasonido	VV-Vv (Vocalización normal)	La criatura puede crear sonidos especializados en ultrasonido en la versión recesiva. Necesita la G21 para la habilidad completa.	Echolocation
		vv (Vocalización especializada en frecuencia ultrasónica)		
G20	Captación de ultrasonido	UU- Uu (Escucha normal)	La criatura puede captar con ayuda de estructuras accesorias los ultrasonidos. Necesita G20 para la habilidad completa.	Echolocation
		uu (Escucha de ultrasonido)		
G21	Ojos compuestos	C'C'-C'c' (ojos compuestos)	Los ojos compuestos facilitan ver color completo y el campo completo (evita el camuflaje y ventaja defensa en depredación); recesivo visión normal.	Wide field of view & Color vision
		cc (ojos sencillos)		
G22	Dieta	C*C* (Carnívoro)	Determina el tipo de alimentación que la criatura comerá. Los carnívoros y omnívoros dependerán del territorio. Detritívoros y filtradores (alimento infinito)	Diet
		H*H* (Herbívoro)		
		H*C* (Omnívoro)		
		hc (detritívoro-filtrador)		
G23	Tolerancia a humedad	H'H' (Resistencia alta humedad)	Glándulas para conservar agua	Humidity tolerance
		H'h' (no hay resistencia)		
		h'h' (Resistencia desecación)		

G24	Tolerancia a inundaciones	RcRc-RcRc (no respiración cutánea)	Desarrolla una mucosa adaptable a la dermis y subdermis que permite la toma de oxígeno en condiciones de inundaciones.	Floods
		rcrc (respiración cutánea)		
G25	Tolerancia a temperaturas altas	F°F°-F°f° (tolerancia al calor)	Facilita el sistema de regulación homeostática a través de proteínas resistentes a las altas temperaturas y manejo del agua	Heat
		f°f° (no hay tolerancia)		
G26	Tolerancia a temperaturas bajas	F°F*-F*f* (no hay tolerancia)	Facilita el sistema de regulación homeostática a través de lípidos que aíslan del frío	Cold
		f*f* (tolerancia al frío)		
G27	Tolerancia a agua ácida	PHPH-PHph (glándulas alcalinas)	Glándulas que generan una solución de tipo buffer que facilita la inmersión en aguas ácidas	Acidic water
		phph (sin glándulas)		
G28	Tolerancia a bajo oxígeno	OO-Oo (hipoxia)	Dominante muestra hemoglobinas con mayor eficiencia de transmisión de O ₂ y mayor cantidad de hemoglobina. Recessivo muta la hemoglobina para facilitar el transporte de metano.	Low oxygen levels
		oo (resistencia al metano)		
G29	Patrón de actividad circadiana	JJ-Jj (diurnos)	Determina los patrones de actividad y ventajas que tiene cada organismo. Facilidades en ciertas ocasiones.	Activity pattern
		J'J'-J'j' (nocturnos)		
		J'J (crepuscular)		
		jj (siempre alerta)		
G30	Tipo de veneno	XX-Xx (hemotóxico)	Son sustancia generadas por las criaturas para la defensa contra la depredación. Hemotóxico y neurotóxico elimina 2 individuos. Hemoneurotóxico elimina 4 individuos. Citotóxico 1 individuo.	Poison
		X'X'-X'x' (neurotóxico)		
		X'X (Hemo-neurotóxico)		
		xx (citotóxico)		
G31	Velocidad	V'V'-V'v' (alta velocidad)	Producción de corticoides en exceso lo cual general un alza en el metabolismo y acelera la velocidad de respuesta y ataque del organismo (+1 dado def/ata)	Speed
		v'v' (velocidad normal)		
G32	Comportamientos de camuflaje	YY-Yy (sin comportamiento)	Elige una zona y el organismo imita un objeto para camuflarse. Si se trae el G15 activo se fortalece el camuflaje (+1D6 def)	Camouflage
		yy (comportamiento camuflaje)		
G33	Agresividad/Evasión	R'R' (agresividad)	Este gen controla producción de cortisol. Domínate sobre producción de cortisol, heterocigoto cortisol normal, recesivo cortisol bajo, facilita la función de escondate.	Aggression - hiding
		R'r' (normal)		
		r'r' (evasivo)		
G34	Metabolismo lento	M'M' (metabolismo acelerado)	La versión acelerada facilita el desplazamiento, ventaja en la defensa (+1d6). Requiere más alimento (x2) La versión lenta requiere menos alimento para funciones vitales (x1/2), vulnerable a cambios ambientales	Metabolism
		M'm' (metabolismo normal)		
		m'm' (metabolismo lento)		

G35	Patrones migratorios	II-li (sedentarismo)	<p>Migración cíclica estacional (anticipa eventos ambientales). Sedentarismo territorial (defiende zona estable). Zonas inestables como ecotonos o durante eventos de cambio extremo (inundaciones, olas de calor, sequías).</p> <p>Ventaja narrativa: ii: puede moverse antes de que se resuelva una carta ambiental. II-li: obtiene bonificaciones de defensa o alimentación si permanece en el mismo lugar varias rondas.</p>	<i>Migration</i>
		ii (migración cíclica)		
G36	Caza por acecho o emboscada	ZZ-Zz (acechar)	Comportamiento de acecho facilita la caza por emboscada (+1d6). Si G15 está activo aumenta (+2d6). Si G15 y G32 están activos (+3d6)	<i>Ambush</i>
		zz (no acechamiento)		
G37	Campo eléctrico paralizante	Q'Q' (no genera campo)	<p>La versión heterocigota del gen facilita la generación de campo eléctrico paralizante en el momento de cazar organismo. Permite eliminar un 1d6 del contrincante</p>	<i>Electical field</i>
		Q'q' (campo eléctrico)		
		Q'Q' (no genera campo)		
G38	Nube de esporas	NN-Nn (Nube)	Desarrolla una bolsa de esporas que facilita la huida y le impide al depredador lograr cazar. Elimina 2d6 del atacante.	<i>Spore wall</i>
		nn (sin nube)		
G39	Vibraciones de alta potencia	UU-Uu (no vibración)	<p>Genera vibraciones que bloquean e inhiben a los depredadores. Lanza 1d20 si la tirada es ≥ 15 el ataque se evade.</p>	<i>Vibration</i>
		uu (generación de vibraciones)		
G40	Conducta parasitaria	P'P'-P'p' (no parasita)	<p>El organismo puede hacer uso de su habilidad parasita para eliminar uno o dos organismos de una especie próxima. Para parasitar debe lanzar 1d20 y obtener ≥ 15 para parasitar.</p>	<i>Parasitism</i>
		p'p' (parasita)		

Anexo B: Formato y hoja de creación de personajes.



BIODISEA

Biodisea: Character creator.

Making your character Sheet

Students name: _____

Date: _____ **Grade:** _____

Creature Creation Sheet

Instructions: Design your original organism. These traits will affect how your creature survives and evolves in a "XXXX" ecosystem. Mark with a X the option you choose.

<p>1. Physical traits (phenotype)</p> <p><i>Body size:</i></p> <p><input type="checkbox"/> Tiny (e.g., insect) <input type="checkbox"/> Small (e.g., frog)</p> <p><input type="checkbox"/> Medium (e.g., turtle) <input type="checkbox"/> Large (e.g., crocodile)</p> <p><i>Main movement type:</i></p> <p><input type="checkbox"/> Swims <input type="checkbox"/> Walks <input type="checkbox"/> Jumps <input type="checkbox"/> Flies <input type="checkbox"/> Crawls <input type="checkbox"/> Burrows</p> <p><i>Body covering:</i></p> <p><input type="checkbox"/> Scales <input type="checkbox"/> Skin <input type="checkbox"/> Fur <input type="checkbox"/> Feathers <input type="checkbox"/> Slime <input type="checkbox"/> Exoskeleton</p> <p><i>Special structures (choose 2):</i></p> <p><input type="checkbox"/> Gills <input type="checkbox"/> Webbed feet <input type="checkbox"/> Tail fin <input type="checkbox"/> Long legs <input type="checkbox"/> Claws <input type="checkbox"/> Shell <input type="checkbox"/> Tentacles</p> <p><input type="checkbox"/> Camouflage skin <input type="checkbox"/> Spikes</p> <p><i>Sensory abilities (choose up to 2):</i></p> <p><input type="checkbox"/> Night vision <input type="checkbox"/> Heat sensing <input type="checkbox"/> Echolocation <input type="checkbox"/> Vibration detection <input type="checkbox"/> Wide field of view <input type="checkbox"/> Color vision</p>	<p>2. Genetic traits (genotype)</p> <p><i>Reproductive strategy:</i></p> <p><input type="checkbox"/> High offspring, low care <input type="checkbox"/> Few offspring, high care <input type="checkbox"/> External fertilization <input type="checkbox"/> Internal fertilization</p> <p><i>Diet:</i></p> <p><input type="checkbox"/> Herbivore <input type="checkbox"/> Carnivore <input type="checkbox"/> Omnivore <input type="checkbox"/> Detritivore (feeds on dead matter) <input type="checkbox"/> Filter feeder</p> <p><i>Environmental tolerances (choose 2):</i></p> <p><input type="checkbox"/> High humidity <input type="checkbox"/> Floods <input type="checkbox"/> Heat <input type="checkbox"/> Cold nights <input type="checkbox"/> Acidic water <input type="checkbox"/> Low oxygen levels</p> <p><i>Growth pattern:</i></p> <p><input type="checkbox"/> Metamorphosis <input type="checkbox"/> Direct development <input type="checkbox"/> Egg-laying <input type="checkbox"/> Live birth</p>
---	---

3. Identity and behavior

Scientific name (invented): _____

Activity pattern:

Diurnal Nocturnal Crepuscular (active at dawn/dusk) Always alert

Social behavior:

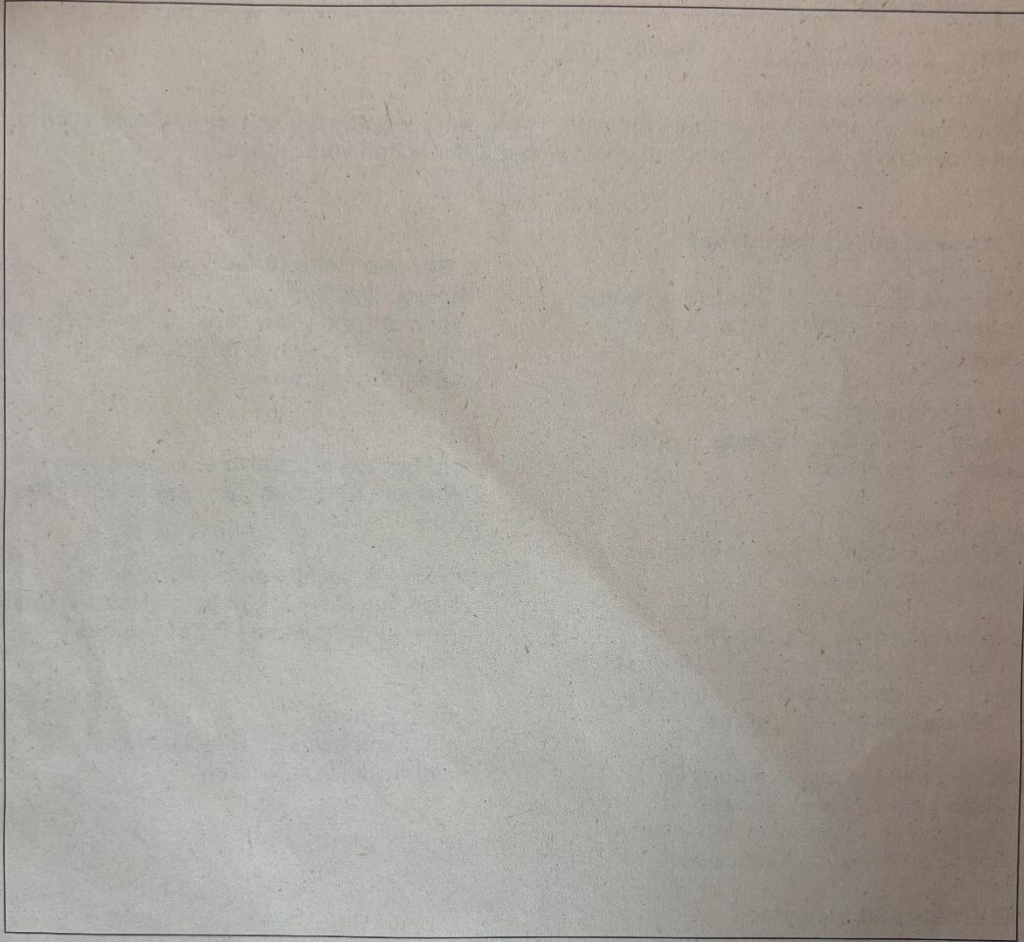
Solitary Pairs Small groups Large colonies

Defensive behavior:

Camouflage Poison Speed Hiding Aggression

4. Creature design

Draw a picture of what your creature looks like, according to the previously selected characteristics. You can design a first sketch and then help yourself with the AI tools to make it with higher quality and color. Print and paste in this space your result.



Anexo C: Respuestas test diagnóstico de los estudiantes previo a la estrategia de gamificación.

What role does the environment play in the survival of species?	What does adaptations mean?	How do you think living things develop new characteristics?	Select, as you consider, which of the following disciplines are strongly related to evolution.
Because the environment is when species live and it could be the cause of their extinction.	Means that you change something you are doing because things change and for surviving or for living well you need to change to fit.	I think by the reason or maybe by genetics they evolve and they develop new things that make them adapt or to be better in something.	Genetics
can influence food availability, habitat stability, and inter-species relationships.	when the body adapt to the type of environment	because they adapt, so they faced new dares, and with time they develop new characteristics	Physiology
In my opinion a lot because the environment defines what resources they can get.	That you change how you are depending on your environment	By the need of new things	Genetics
Depending on environmental conditions and their changes, species must adapt to survive.	a change of skills that are usually improvements for survival	I think that when trying something new like standing up, they acquire a new characteristic that begins to be passed down through generations.	Genetics
The environment is important because makes species adapt to its conditions.	Adaptation means how you are going to change to fit in a different environment.	Because they need to adapt to a different environment.	Anatomy
On the evolution it evolves depending on change of the environment if it goes to water they start on changing to survive on the waters.	Adapt to environment to survive.	Depending on the environment and what it needs to survive	Geology

Depending on the environment can change conditions which species can be affected, it also has to be sustainable.	Adaptation means the species changes to live in the environment.	They develop by evolution, a little change that will be more prominent by time.	Genetics
The environment affects how species live and in what conditions they have to adapt to	adaptations are when species or even humans have to adapt to their environments and how their body's change based on temperatures and food chains and more	maybe when a generation lives in an environment where they don't need for example their tongs well they stop using them so their offspring will develop a useless tongs that they don't need so as time passes their offspring will start having shorter tongs which will eventually lead to no tong	Genetics
In how contaminated is the environment where the species is	How a species adapts to the new habitat of an environment or simply the changes of their body	I think that the living things developed new characteristics when they start to adapt to a new environment so they need or look for new characteristics to survive.	Anatomy
the role that it plays is that there are some species need to live with a specific aspect and if the environment doesn't have it could die	it means how someone have to get use to something that is not use to and make it something "normal"	I don't know	Anatomy
environment play in the way they live by the climate conditions some conditions are that species could live in some environment because of oxygen, food, size.	adaptions mean when you have something and you put something better or less to improve it or not improve it in the way or adaptions are thinks that you need to modificate to be good be well.	living thing develop characteristics like environment, place to life, conditions, food, surroundings.	Geology
If an environment is suitable for a species, its survival becomes much easier because it has the tools and advantage to accommodate its needs	Being able to change oneself to accommodate one's situation or surroundings	Suppose a species lives in a situation where a trait gives an advantage to the species. In that case, that species has greater chances of survival, thus having more probabilities of having offspring who then will have the same advantageous trait and be able to carry it.	Genetics
In my opinion the role that the environment play is crucial because depending on it can change the future of the specie and their extinction	The adaptation means the capacity of anything to adjust their self into any new conditions or situations	No se	Genetics
That the environment helps all the species with food or water.	Adaptation means that a specie needs to have the same need.	I don't know	Genetics
I don't know	When the species adapt in a new environment	When ass time passes the living things evolution	Genetics

The environment plays a crucial role in the survival of a species, depending on the characteristics of the environment the species need to adapt and evolve to survive the conditions. If the environment is too harsh the species might not have enough time to adapt and will die due to the environment.	To adapt means to change something according to what is happening in your surroundings, in the case of evolution it might be a mutation or change in a gene to allow the specie to survive.	Depending on the needs of the living thing it will slowly change its genes to create mutations that are better fit for survival.	Genetics
The species needs to adapt to the environment for survive, without adaptation, the animals or species wouldn't survive, because of that, is essential the evolution, the evolution can help the species on survive easily, making them survive. Actually, the environment is essential for evolution and survival of the species	Change physical aspects of the species body for adapt, if the animal needs to adapt but he can't do it, the own body does.	With the necessity of survive or adaptation, the necessity makes the animals body change for survive or adapt in environments or situations	Anatomy
The environment has a big role because in some cases of evolution the species need to survive	when a specie adapts to an environment. Usually adaption is for a specie to survive	millions of years need to pass but usually living things develop new characteristics for adapt to the environment	Genetics
The environment plays a crucial role in the survival of species as it is made for specific species depending on the temperature, food etc. therefore what is found in this environment is what helps survive those specific species	When an animal lived all his life in an environment but then he moves to another different environment he was not prepared but he still finds the way to adapt and survive with what the environment gives.	I think by the time if they somehow change thanks to radioactive things or changes in the environment that make those living things adapt and change	Genetics
from the climate and the food that each species needs, if they eat a type of plants and they stop growing, the specie will not survive.	adaptations are something that helps the specie to adapt better to the environment.	adapting and with evolution.	Physiology, Anatomy, Population Ecology, Genetics.
no sé	cuando te adaptas a algo o sea por ejemplo cuando alguien que vivia en el calor luego pasa a vivir en el frio esa persona se adspta al frio	no sé	Anatomy, Physiology, Geology.
I think it plays a very important role because some species have some advantages in certain biomes to camouflage.	I don't know	I don't know	Genetics,Physiology,Anatomy,Geology.
It helps them adapt	Adaptation means that a specie changes to survive better in its environment.	By their environment and experience	Genetics;Anatomy;Geology;Physiology;

The environment play a very important sole in the survival of species because if the environment have good conditions in where is very easy to survive the animals are going to survive easy , instead if the environment is very difficult to sustain themselves is going to be so hard	Adaptations is where a specie of an animal change her behavior or their physical appearance to change for adapt and survive to the environment	By evolving, many generations had to died thanks that where not adapted so new living think develop new characteristics by improving what their asncestors have wrong	Geology;Popul ation Ecology;Geneti cs;
Play a big role, because due to the environment the animals behave in a different way.	Adaptation means learn to live in a new environment	I think that the living things develop new characteristics due to their environment and the adaptation they do to know how to live in new spaces	Population Ecology;Geology;
The environment and play an important role in the survival of species since they adapt or die if the conditions or life are apt to the animals, some of them can adapt but some other can just simple not and die.	An adaptation means the way of an animal to change itself to coexist and live in a habitat	By millions and millions of years trying to adapt, and that's evolution itself	Genetics;Physi ology;Anatomy ;
It dictates the characteristics an organism must present in order to survive. Those organisms that aren't suited for the specific conditions the environment present won't survive long Time.	Changes in a specie that favor survivor depending on the environment	Mutations.	Genetics;Physi ology;Anatomy ;Population Ecology;
the environment plays a really important role, it provides everything that living things need to survive it also provides the temperature so this is crucial for the species.	Adaptation means the changes that helps living things live better in their environments	The evolution and mutation contribute to new characteristics of the living things	Geology;Genet ics;Population Ecology;Anato my;
In how they develop they relationship between prey and Predator and the climate circumstances that can affect how they specie can survive	How a specie adapts to different chances on how they live	By adapting to changes in their environment	Population Ecology;Physio logy;Anatomy; Geology;Genet ics;
Set the conditions were the species live and need to adapt	I don't know	By mutations in the genes	Genetics;Popul ation Ecology;Geology;Botany;Anat omy;Physiolog y;
The environment plays an important role in the species because the habitat gives all the resources for an organism to live.	Is how our body can change to be able to survive in different circumstances.		Genetics; Physiology;

The environment is important because its like the habitat and the place where species are going to basically live, so its like their safe place, where they adapt and lige their life.	Means like when something, it can be a specie, adapts to the environment in which it has to live or in which they are, for this their body or their original aspects might change in orther to survive in those different environments.	Because new things start being discovered, and new things, bring changes, thats whythere is allways a development in something, and offcors it has to make new characteristics to adpat to new things.	Anatomy; Population Ecology;Genetics;Physiology;
The environment plays an important role as the creature must adapt to the environment in order to survive and with time maybe changing its characteristics.	Adaptation is like a way a species changes in order to survive in an ecosystem	Based on their survival needs and to make things easier,	Genetics; Population Ecology;Anatomy;Geology;Physiology;Botany;

How would you define evolution in your own words, without using book definitions?	What are the forces that enable biological evolution?	Why is the gene pool an important factor in evolution?	How would you describe the function of natural selection?	Is it correct to say that the strongest survive?
I would define that is like the change with the pass of years of something to something new.	I don't know.	I don't know.	The ability of species of surging maybe.	I don't think so because some insects survived to extinction for example and I think is more related to the ability to survive.
The ability to improve and learn to do something you didn't now before	i don't know	because it represents some kind of total genetic diversity	i don't know	no
The constant change	I don't know	Because are what define how you are	A process that select the better and more resistant gen	Yes
It is the way in which a species changes according to its needs, it may be favorable or not and is directly related to time and changes in the environment.	Maybe the forces that cause change, and genetic issues	I don't know	I don't know	For the most part, yes, because usually the strongest one might have greater abilities to fight, get food, and more. But it's not always correct. It's a general statement, but it depends on what you're referring to.

Evolution is how you change in a long time to adapt to the environment and become better	I think that genetics.	Because it's the genes you have available to change and evolve	Natural selection is when the stronger creatures or the ones that have the facilities to live in condition normally the predators eat the weak ones and survive	Sometimes but the weak ones sometime have more facilities to live in hard environments and survive easier than the stronger ones
It functions on the necessities of any living thing to survive	The new environment to live on another environment to survive	N/A	It functions on depending in where the living thing is living to select the best environment for it	No, because also the little ones could have a constant change to survive
Evolution is the change of a species to adapt to it's environment to survive and be useful.	The environment.	I don't know	The function of natural selection is to permit the fittest to survive and be adapted easily for the survival of the most.	Sometimes the strongest survive according to natural selection but it can also happen randomly.
Evolution is how every generation adapts to their environments and develop as time passes new features they need or don't	Environments and genes	because without it the generations will all be different	I don't know	yes
I will define evolution as a specie looking to adapt to a new place and the specie need to look for new stuff in their body's so they can survive in the new environment, which could be climate change, or moving from a place, etc...	I don't know	I don't know	The function of a natural selection I will describe it as selection for natural stuff to happen	No, I think this because is the more intelligent who survive thanks to the fact that is the one who knows how to use it resources or body intelligently

for mi is how something that live star having changes in a long time		because this can change and the gene is basically what make you		no, because if you are strong but if the environment doesn't have the thing that you need to live you die
evolution for me is to change from one think to other but making it better also evolution is to improve on face we have to convert it to another.	the cells and the organism	don't know	I describe the function natural section as something that is related to the environment and the conditions we live.	no
A species developing new traits that make survival easier in their environment	Mutations(?)	Because genes are crucial to developing new, improved traits	A situation being disadvantageous to a certain trait group, which in turn makes their survival lower and ends up either the extinction of that gene of the species as a whole.	Yes.
The act of life to change in a time lapse of a lot of years and to create and finds new ways of living	No se	No se	No se	Well it depends a lot because if you are the strongest and the biggest but you need to hide yourself, I think it wouldn't be so use full
That something is transforming to another thing	I don't know	Because the gene is important	I don't know	Yes
Cuando a medida del tiempo las especies de animales van cambiando hasta crear una nueva especie	No se	The anatomy	No se	No entendí
How a specie changes in order to adapt to the environment or needs in order to survive.	Maybe the environment and the changes in it, also the need for survival in those environments.	It determines the genes on which a specie can rely on to change.	How nature selects the strongest or fittest to be able to survive.	Maybe not the strongest but the one with characteristics that allow it to adapt to the situation.
For me the evolution created through the time and is created because the necessity of adapt and survive	I dont know	I dont know	Surviving	For me yes
Evolutios: when a living thing adapts for years to survive in a enviroment	enviroment?	dont know	when the nature selcts the strongest to survive	yes

When an animal after long period of time thanks to changes in its environment need to adapt making that specie to evolve for survival	I don't know	I don't know what is gene pool	I don't know	It is correct but not the best answer as the most intelligent ones can find the way to survive.
a change in something	i don't know	because it contains the genetic information.	i don't know	i don't know
Something changes	i dont know	i dont know	i dont know	yes
A process in which something or someone changes over time to be better and more capable of things	I don't know	To see the different types of alleles and traits that the animals can have	The strongest one survives and the weaker ones dies	Yes
Evolution is how living things can change to adapt to its environment	I dont know	The gene pool is important because more genes mean more chances to adapt better.	Natural selection means the ones that fit best in the environment can survive.	Not like the strongest but like the one who fits better with the environment can survive in the environment.
Evolution is when the species change step by step to improve and adapt to new conditions	Would be like mutation, genetics or even natural selection	I don't know	Natural selection is when thanks to environment and conditions the species can adapt and produce offensive	Yes
Evolution in my words is advance and learn		Don't really know	I would say that is a really important process	Depends on the situation
Evolution is the years of a process of an animal changing to adapt in a ecosystem	I don't know	I don't know what is that gene	I don't remember well	Maybe millions of years it was correct to affirm that, but also, nowadays it can be present that affirmation, but also the most intelligent, agile and with other capacities that can help with the survival
The transformations species suffer in order to be preserved over time and survive longer time.	The environmental conditions, mutations and the death of weak individuals.	Because it enables the possibility of abundant possible mutations	As the death of the individuals which aren't strong enough, leaving only those which are able to survive behind and able to survive.	Yes, or the ones that may survive the longest.
Evolution is the process of change in a really long period of time	Mutation	i dont know		

A change and how a specie develops and they're morphology thanks to a change in their environment and they're necessities	Extreme climate, invasive species, low food factors in their environment	No sé	No me acuerdo q era...	No, some species that aren't the highest in the food chain can survive and develop, that's how prey and Predator relationship works
Adaptation through the pass of the time		I don't know	The most adapted to the environment conditions would survive	Yes
Evolution is the way how an organism change itself in its life cycle.				I think that yes, the livings things that are stronger than other have much more possibilities because they have more resistance that can help them to survive in different cases.
I think evolution is a type of change and mutation in any specie, and not only that but in any aspect, because I think that everything can evolute, but it's basically a transformation and development in something.	I dont know	I dont know	I dont know	Not always, because it may be stronger but that doesn't mean that it has many survival aspects, and also strength doesn't solve everything.
Evolution is a way in which the body of a species changes over time in order to survive, and to achieve its needs easier	I think mutation and like natural selection	No se	I think it's when a specie adapts in order to survive or	I don't know

Anexo D: Manual final de juego.

Manual de juego "Biodisea"

Conceptos clave

Poblaciones

Grupo de individuos de la misma especie que habitan una misma área geográfica y tienen la capacidad de reproducirse entre sí. Las poblaciones son la unidad básica de la evolución, ya que en ellas se acumulan y distribuyen los cambios genéticos a lo largo del tiempo.

Mutación

Cambio aleatorio en la secuencia del ADN de un organismo. Las mutaciones pueden generar nuevos alelos y, aunque muchas son neutras o perjudiciales, algunas ofrecen ventajas adaptativas que pueden heredarse y propagarse en la población.

Selección natural

Proceso mediante el cual ciertos rasgos hereditarios se vuelven más comunes en una población porque confieren ventajas en la supervivencia o reproducción. Actúa sobre la variabilidad genética, favoreciendo los rasgos mejor adaptados al ambiente.

Deriva génica

Cambio aleatorio en la frecuencia de los alelos de una población de una generación a otra. Tiene un efecto más notable en poblaciones pequeñas, donde puede llevar incluso a la pérdida o fijación de alelos sin que medie la selección natural.

Flujo génico

Transferencia de genes entre poblaciones distintas de una misma especie, generalmente por migración de individuos o intercambio de gametos. Este proceso tiende a homogeneizar las poblaciones, reduciendo diferencias genéticas entre ellas.

1. Antes de iniciar y al inicio del juego

1.1 iPad

Para dar inicio a las partidas, cada estudiante debe contar con un dispositivo electrónico autorizado por la institución educativa. En este caso, se utilizará el iPad asignado como material escolar. Este dispositivo será fundamental para realizar el seguimiento del puntaje, la evolución de cada criatura y el progreso individual de los jugadores dentro del juego. Se requerirá la instalación y uso de dos aplicaciones específicas en el iPad.

1.1.1 Glide.

La aplicación Glide será utilizada como plataforma central para el seguimiento del juego. A través de ella, cada estudiante podrá visualizar la información actualizada de su criatura, incluyendo los puntos de alimentación, supervivencia, reproducción y el número de individuos en su población. Además, el docente podrá gestionar los datos de cada jugador, modificar puntajes, y registrar eventos clave del desarrollo evolutivo. Requisito: El enlace de descarga y acceso será proporcionado por el docente. La aplicación debe estar instalada y vinculada o usar la versión web.

1.1.2 Aplicación de dados virtuales

Esta es una aplicación de libre elección que los estudiantes deberán descargar en sus dispositivos para resolver las acciones que dependen del azar dentro del juego, como los desplazamientos, enfrentamientos y mutaciones. La aplicación debe cumplir con los siguientes requisitos funcionales mínimos:

- a. Permitir la elección de dados de distintas caras (por ejemplo, D6, D10, D20).
- b. Posibilitar el lanzamiento simultáneo de múltiples dados, sin límite de cantidad.

El uso de esta herramienta es obligatorio, ya que garantiza el desarrollo ágil, equitativo y estructurado de las dinámicas del juego. El docente podrá sugerir aplicaciones específicas confiables si se requiere una opción estándar para todo el grupo.

1.2 Ficha de juego.

Cada estudiante contará con una ficha física que representará a su criatura personalizada dentro del juego. Esta ficha será elaborada manualmente utilizando plastilina moldeable y una tapa plástica reciclada tipo PET, cumpliendo con criterios de creatividad, sostenibilidad y funcionalidad.

La criatura debe reflejar las características biológicas que el estudiante ha definido previamente, incluyendo su forma de locomoción, adaptaciones, estructuras defensivas, y otros rasgos evolutivos relevantes. La ficha servirá como marcador físico en el mapa y como símbolo visual de identidad durante toda la partida.

Requisitos mínimos de la ficha de juego: Uso de materiales permitidos: plastilina y tapa PET reciclada. La criatura debe estar claramente diferenciada de las de otros jugadores. Debe poder desplazarse sobre el mapa de forma práctica (no exceder dimensiones exageradas). Su diseño debe representar fielmente los rasgos definidos en la hoja de creación.

Este elemento busca fortalecer la conexión entre el estudiante y su criatura, fomentando la apropiación del proceso evolutivo a través de la representación tangible.

1.3 Mapa de juego.

El mapa constituye el espacio geográfico en el que se desarrollan todas las interacciones ecológicas y evolutivas del juego. Está dividido en zonas ecológicas diferenciadas, cada una con condiciones particulares que influyen directamente en la supervivencia, el desplazamiento, la reproducción y el combate de las criaturas.

1.3.1 Diseño del mapa

El diseño del mapa representa un ecosistema compuesto por múltiples biomas interconectados. Cada zona está codificada visualmente con colores y nombres específicos, y presenta ventajas o desventajas particulares para las criaturas, dependiendo de sus adaptaciones. Las zonas están delimitadas de forma clara para facilitar el movimiento, el posicionamiento estratégico y la interpretación de las reglas ambientales.

Las zonas principales del mapa incluyen:

Zona de laguna (*Lagoon area*): Ventajosa para criaturas con adaptaciones acuáticas. +3 dados adicionales en tiradas de supervivencia. +5 en batallas contra criaturas no acuáticas.

Zona de pantano (*Swamp area*): Similar a la laguna, pero con énfasis en ambientes de transición entre agua y tierra. +3 dados en supervivencia. +5 en combates contra criaturas terrestres sin adaptación acuática.

Zona de humedal (*Wetland area*): Ideal para criaturas anfibias. +2 en batallas contra acuáticas o terrestres. +3 dados de supervivencia adicionales.

Zona de sabana (*Savanna area*): Favorece criaturas voladoras de cualquier tamaño, así como animales terrestres grandes o medianos. +4 en batalla y supervivencia para ambas categorías.

Zona de bosque (*Forest area*): Favorece criaturas pequeñas o medianas con camuflaje y habilidades de escalada. +5 en batalla y supervivencia para criaturas trepadoras con camuflaje. +1 en batallas y supervivencia para criaturas voladoras pequeñas o medianas.

1.3.2 Explicación de las zonas

Cada zona del mapa influye en los resultados del juego, ya que interactúa directamente con los rasgos evolutivos de cada criatura. La adaptación al hábitat es una ventaja clave: moverse o sobrevivir en zonas donde la criatura no está adaptada puede generar penalizaciones o dificultar ciertas acciones.

Además, el mapa contiene una zona de transición ecológica denominada ECOTONO, la cual actúa como un punto de conexión entre diferentes biomas. Esta zona representa un entorno de alta variabilidad ambiental y presión evolutiva, donde:

- a. Se pueden presentar eventos aleatorios más frecuentes.
- b. Las ventajas y desventajas pueden cambiar rápidamente.
- c. Las especies adaptables pueden obtener beneficios adicionales, pero también enfrentan mayores riesgos.

El mapa cumple una función pedagógica al representar de forma tangible las relaciones entre organismos y ambiente, fomentando la toma de decisiones basada en la ecología evolutiva.

1.4 Tarjetas del juego

Es un mecanismo que permite que los mecánicos de selección natural, deriva génica y flujo génico puedan suceder dentro del juego. Existen 2 tipos principales de cartas, Ambiente y Mutaciones (que incluye tres tipos de tarjetas diferentes para mutaciones distintas)

1.4.1 Cartas de ambiente

Estas cartas introducen situaciones ambientales aleatorias que afectan a todas o algunas poblaciones durante la generación actual. Simulan eventos reales como sequías, inundaciones, plagas, incendios, cambios climáticos o competencia entre especies. Cada carta indica claramente los efectos positivos o negativos sobre las criaturas, dependiendo de sus adaptaciones, tamaño corporal, hábitat o tipo de locomoción. Su objetivo es representar la presión del entorno sobre la evolución, estimulando la toma de decisiones adaptativas.

1.4.2 Cartas de mutaciones nuevas

Estas cartas permiten la aparición de nuevas características genéticas inéditas dentro de las poblaciones. Cada carta representa un gen no disponible en el banco inicial y proporciona dos posibles alelos con efectos fenotípicos distintos (dominante y recesivo). Ejemplos incluyen capacidades como: hibernación prolongada, lengua extensible, producción de proteínas antimicrobianas, reproducción asexual, camuflaje multisensorial o glándulas odoríferas. Para activarla, el jugador debe lanzar un dado especial (D10, D20 o 2D20) para seleccionar el gen, y un D6 para determinar el alelo expresado. Estas mutaciones enriquecen la diversidad del juego y pueden ofrecer ventajas estratégicas relevantes.

1.4.3 Cartas de mutaciones normales

Estas cartas activan genes que ya existen dentro del pool genético del juego, es decir, mutaciones "conocidas" y disponibles desde el inicio. Permiten que criaturas que aún no poseían ciertas características adquieran nuevos rasgos mediante recombinación genética o activación tardía. El jugador también utiliza dados (D10, D20 o 2D20 y un D6) para determinar qué gen se activa y con qué alelo. Estas cartas refuerzan el principio de variabilidad genética constante y permiten que diferentes combinaciones evolutivas emerjan generación tras generación.

1.4.4 Cartas de cambio de alelos

Estas cartas permiten modificar la expresión fenotípica de un gen ya existente en una criatura, sin introducir nuevos genes. Se puede cambiar de un alelo dominante a uno recesivo, o a formas intermedias como codominancia o dominancia parcial. Los efectos pueden alterar significativamente la supervivencia, el comportamiento o la estrategia de

combate/reproducción de la criatura, dependiendo del entorno. Simulan procesos como la epigenética o la plasticidad fenotípica, fundamentales en la evolución adaptativa.

1.4.5 Función de las cartas en el juego

Las cartas cumplen un rol central en el dinamismo evolutivo del juego, al introducir eventos aleatorios, presiones de selección y cambios genéticos que transforman a las poblaciones en cada generación. Su propósito es facilitar y representar el cambio biológico continuo, permitiendo a los estudiantes experimentar de forma activa los mecanismos de la evolución: mutación, selección natural, deriva génica y flujo génico.

2. Desarrollo o durante el juego

2.1 Turnos.

La dinámica de turnos se desarrollará de la siguiente manera: cada turno representa una generación reproductiva de los organismos en juego. Durante este periodo, los estudiantes deberán construir narrativas que describan las interacciones de sus criaturas con el entorno, así como los eventos colectivos que se presenten. Estas narraciones deben realizarse respetando las reglas del juego, las condiciones impuestas por el mapa y las capacidades o limitaciones propias de cada criatura. Este componente narrativo es clave para contextualizar las acciones evolutivas dentro de un escenario ecológico coherente. La secuencia de narración es desde el *game master* a la derecha hasta volver al punto inicial. Para lograr este objetivo por turno deben suceder los siguientes requisitos:

2.1.1 Individuos y poblaciones.

Esta sección define la cantidad inicial de individuos con los que comienza cada especie en el juego. El número de individuos por población no es aleatorio, sino que depende de las características biológicas y reproductivas definidas durante la creación de la criatura.

El objetivo es simular de forma realista cómo ciertos rasgos —como el tamaño corporal, la estrategia reproductiva o el comportamiento social— influyen directamente en la densidad poblacional y en la dinámica evolutiva.

2.1.1.1 Función de los individuos por población

Cada individuo representa un organismo activo dentro de la población de la criatura. A nivel mecánico, la cantidad de individuos incide directamente en:

- La capacidad de alimentación (más individuos pueden recolectar más recursos).
- Las posibilidades de reproducción (más individuos = mayor potencial reproductivo).
- La resistencia al riesgo de extinción (poblaciones grandes son más estables).
- La presión sobre el ecosistema (más competencia y más interacción con el entorno).

Este sistema también permite modelar el impacto de la selección natural y la deriva génica, ya que las poblaciones pequeñas están más expuestas a perder diversidad genética o ser eliminadas por eventos aleatorios.

2.1.1.2 Tabla de cálculo de los individuos iniciales

La cantidad inicial de individuos se define a partir de una matriz de puntuación basada en los siguientes factores clave:

Rasgo	Categoría	Final
Tamaño corporal	Pequeño	2
	Mediano	0
	Grande	-2
Estrategia reproductiva	Alta descendencia (<i>high</i>)	2
	Poca descendencia (<i>few</i>)	-2
Tipo de reproducción	Ovíparos (huevos)	1
	Vivíparos (parto)	-1
Comportamiento social	Social (<i>pairs, colonial</i>)	1
	Solitario	-1

Puntuación total = suma de todos los factores.

Número inicial de individuos según el total en la siguiente tabla a continuación:

Puntuación total	Nº inicial de individuos
5	20
4	18
3	17
2	15
1	13

0 11
 -1 9
 < -2 7

2.1.1.3 Lista de los tamaños de población según características de la criatura.

La siguiente tabla indica el número de individuos necesarios para considerar que una población está completa al inicio del juego. Este número varía según el comportamiento social, el nivel de cuidado parental y el tamaño corporal de la especie:

Nota: Estos valores representan el mínimo necesario para que una población esté activa en el juego.

Si durante el juego la población cae por debajo de la mitad de su número base, se considera en estado vulnerable y puede estar en riesgo de extinción.

Sociabilidad	Cuidado parental	Tamaño corporal	Nº ind/pobl
Solitario	High care	Pequeño	8
Solitario	High care	Mediano	10
Solitario	High care	Grande	12
Solitario	Low care	Pequeño	10
Solitario	Low care	Mediano	12
Solitario	Low care	Grande	14
Social	High care	Pequeño	6
Social	High care	Mediano	8
Social	High care	Grande	10
Social	Low care	Pequeño	8
Social	Low care	Mediano	10
Social	Low care	Grande	12
Colonial	High care	Pequeño	4
Colonial	High care	Mediano	6
Colonial	High care	Grande	8
Colonial	Low care	Pequeño	6
Colonial	Low care	Mediano	8
Colonial	Low care	Grande	10

2.1.2 Rondas y generaciones por ronda

El juego está estructurado en tres rondas principales, cada una compuesta por cinco generaciones. Esto significa que cada jugador podrá experimentar un total de 15 generaciones evolutivas a lo largo de la partida. Cada generación representa un ciclo completo en la historia de la especie, en el cual se desarrollan las acciones de alimentación, desplazamiento, reproducción, mutaciones y eventos ambientales. Al finalizar cada generación, los jugadores evalúan el estado de su población, registran cambios evolutivos y se preparan para el siguiente ciclo.

Al completar las cinco generaciones de una ronda, se realiza una pausa de revisión donde se pueden reflexionar los cambios ocurridos, ajustar estrategias, resolver conflictos o introducir variaciones ambientales mayores antes de iniciar la siguiente ronda.

Resumen de la estructura temporal del juego:

- Ronda 1: Generaciones 1 a 5
- Ronda 2: Generaciones 6 a 10
- Ronda 3: Generaciones 11 a 15

Este diseño permite observar con claridad los efectos acumulativos de la evolución, facilitando la comprensión de los procesos adaptativos y de selección natural en escalas generacionales.

2.2 Narración

2.2.1 Cómo narrar

La narración es el componente central que conecta la mecánica del juego con la comprensión científica. A través de ella, los estudiantes deben dar sentido ecológico y evolutivo a las acciones realizadas por sus criaturas durante cada generación. Cada jugador o grupo construye una breve historia que describe cómo su población enfrenta los desafíos del entorno: cómo se alimenta, cómo se desplaza, cómo reacciona ante eventos ambientales, cómo se defiende o ataca. Estas narraciones deben estar basadas en los datos del juego (puntos, mutaciones, adaptaciones, cartas, zona del mapa, etc.) y deben respetar las limitaciones biológicas de su criatura.

Propósitos de la narración:

- Estimular la comprensión contextualizada de los conceptos evolutivos y ecológicos.
- Permitir la expresión del pensamiento científico de forma creativa.
- Fomentar la coherencia entre decisiones, adaptaciones y consecuencias.
- Visibilizar los efectos de la selección natural y las condiciones ambientales en la historia evolutiva de cada especie.
- Recomendaciones:
 - La narración debe ser breve, concreta y coherente con los eventos del turno.
 - Puede ser contada oralmente o registrada por escrito.
 - El equipo debe acordar una sola voz narrativa por generación.
 - El guía o docente puede intervenir para orientar, hacer preguntas críticas o enriquecer la narrativa con nuevos desafíos.

Ejemplo:

“Nuestra criatura, un reptil semiacuático con escamas resistentes y camuflaje visual, se desplazó hacia la zona de humedal tras detectar una disminución de recursos en el pantano. Gracias a su lengua extensible y a su comportamiento cooperativo, logró alimentarse antes que otras especies. Sin embargo, la aparición de una plaga fúngica afectó a algunos individuos sin protección dérmica, lo que redujo nuestra población en un 20 %. Aun así, los sobrevivientes lograron reproducirse al inicio del siguiente turno.”

2.2.1.1 Alimentación

La alimentación es una de las acciones principales que realizan las poblaciones durante cada generación. Representa el acceso exitoso a los recursos disponibles en el entorno y tiene efectos directos sobre la supervivencia, reproducción y ganancia de puntos de mutación.

Distribución de los recursos

Cada zona del mapa tiene una cantidad fija de recursos por generación, representada por fichas, tokens u otro marcador visual (ej. 6 recursos en bosque, 4 en sabana, etc.). Estos recursos se colocan al inicio de cada generación y no se reponen hasta la siguiente. El número de recursos por zona depende del tipo de ecosistema.

Cada individuo puede intentar alimentarse una vez por turno, lanzando un dado (1D20) modificado por sus adaptaciones facilitando. El éxito se determina por una tirada de

alimentación, comparada con una dificultad base, mayor dificultad exigen un número más difícil (ejemplo ambiente o condiciones no favorable una tirada ≥ 15 en un D20, una condición normal sin ventajas, una tirada de un D20 ≥ 10 . Por el contrario, en ambientes favorables o con ventajas, una tirada de un D20 ≥ 5). El guía puede ajustar según condiciones del ambiente o competencia.

Por cada individuo alimentado con éxito:

- La población gana puntos de alimentación.
- El recurso consumido se retira del área.
- Si no hay más recursos, los individuos restantes no pueden alimentarse (obliga a cazar o a desplazarse).

Al final del turno, los puntos de alimentación determinan:

- Reproducción de la especie en el siguiente turno
- Si se gana o no puntos de mutación extra.
- Si la población puede reproducirse en la siguiente generación (mínimo de alimentación requerido).

Los puntos de alimentación están basados en recursos con plantas (monedas verdes) y Organismos (moneda roja), lo cual cubre necesidades de las dietas carnívoras, herbívoras y omnívoras. Para la dieta detritívora o filtradora, no hay límite de recurso, siempre y cuando este sea en ambientes acuáticos o donde haya facilidad de obtención de material orgánica.

Requisitos de alimentación

Los animales según su tamaño tendrán que cumplir con unos mínimos de alimentación para su propio mantenimiento. Si estos no se cumplen de manera exacta, afectara su tasa reproductiva bajándola a un 75%, 50% o menos. Los requerimientos se distribuyen así:

- Organismos grandes (Large): 10 puntos por turno
- Organismos medianos (Medium): 5 turnos por turno
- Organismos pequeños (tiny/Small): 2 Puntos por turno

2.2.1.2 Desplazamiento

El desplazamiento representa la capacidad de las criaturas para moverse entre zonas del mapa en busca de alimento, refugio o mejores condiciones de supervivencia. Esta acción

es clave para simular procesos reales como la migración, el expansionismo territorial, el flujo génico y la presión selectiva por cambio ambiental.

Cada población puede intentar desplazarse una vez por generación, con base en su tipo de locomoción, adaptaciones y condiciones del entorno.

Tablas de probabilidad de desplazamiento

El éxito del desplazamiento se resuelve con una tirada de dado (generalmente D6 o D10) modificada por el tipo de movimiento de la criatura y la dificultad del terreno. Aquí una tabla base:

Tipo de locomoción	Movimiento permitido por turno	Modificadores
Caminan	1 zona adyacente	+1 si terreno es abierto (sabana)
Trepan/escalán	1 zona tipo bosque o montaña	+2 si hay estructuras verticales
Nadan Solo	entre zonas acuáticas	+2 si es pantano o laguna
Vuelan	Hasta 2 zonas en línea recta	-1 en zona de tormenta / evento
Saltan/reptan	1 zona adyacente (solo si es de baja pendiente)	sin modificadores

Ejemplo de resolución: Un jugador con criatura voladora desea moverse 2 zonas. Lanza un D6. Requiere un 4 o más, pero tiene +1 por vuelo y -1 por tormenta en ecotono. Resultado final ≥ 4 = desplazamiento exitoso.

Restricciones generales de movimiento

- Cada criatura solo puede desplazarse una vez por generación.
- No se puede desplazar hacia una zona ocupada al máximo por otra población (si ya hay 3 especies, por ejemplo).
- Algunas zonas tienen restricciones ecológicas específicas (ej. criaturas terrestres no pueden entrar en laguna sin adaptación acuática).
- Desplazamientos fallidos no se repiten: si no logran moverse, deben quedarse en su zona actual.

Consecuencias del desplazamiento

- Puede facilitar el acceso a recursos no explotados.
- Permite evadir condiciones ambientales adversas.
- Favorece el flujo génico si se comparte hábitat con otra especie compatible.

- Aumenta el riesgo de competencia o combate si varias especies se concentran en una zona rica.
- Aumenta el riesgo de pérdida de individuos en desplazamientos largos o en condiciones no favorables.

2.2.2 Cómo cerrar la narración

El cierre de la narración marca el final de una generación en el juego. Es el momento en que cada población deja constancia de sus decisiones ecológicas, sus logros o fracasos, y se prepara para el inicio del siguiente ciclo evolutivo.

Acciones narrativas obligatorias y opcionales

Durante cada generación, los jugadores deben narrar al menos dos acciones clave realizadas por su criatura o población:

A. Acción obligatoria: alimentación

Cada población debe describir cómo sus individuos buscaron y accedieron a los recursos disponibles en su zona. Esta acción es fundamental para determinar si la especie podrá reproducirse, sobrevivir o incluso ganar puntos de mutación.

Ejemplo: “Nuestra criatura, al detectar la presencia de frutos altos en los árboles del bosque, utilizó su lengua extensible para alimentarse antes que los competidores. La mitad del grupo logró nutrirse correctamente.”

B. Acción libre (a elección del grupo):

Puede ser cualquiera de las siguientes:

-Desplazamiento: moverse a otra zona del mapa.

-Interacción con otras poblaciones: cooperación, competencia, camuflaje.

-Comportamiento creativo o estratégico: construir madrigueras, patrullar el territorio, desarrollar rituales de apareamiento, explorar.

-Uso de una carta, mutación o habilidad especial.

Ejemplo: “Al finalizar la jornada, dos individuos jóvenes de la población se desplazaron al ecotono buscando refugio. Su camuflaje visual les permitió evadir a un depredador.”

Estado de espera

La narración debe cerrarse con una breve escena que indique que la población entra en reposo hasta el inicio de la próxima generación. Este momento representa la noche, el descanso, la digestión, el refugio o cualquier comportamiento pasivo.

Ejemplo: “La criatura se oculta entre las raíces húmedas del pantano, descansando con sus ojos semienterrados en espera del próximo amanecer.”

Objetivo del cierre narrativo:

- Registrar de forma estructurada lo que ocurrió.
- Dejar clara la situación ecológica actual de la especie.
- Crear un vínculo entre turnos, reforzando el carácter evolutivo secuencial del juego.

2.3 Tarjetas de ambiente

2.3.1 Descripción amplia de cada situación ambiental.

Las tarjetas de ambiente representan eventos ecológicos temporales, pero de gran impacto. Cada carta genera condiciones que modifican los resultados del turno: favorecen a ciertas criaturas, afectan negativamente a otras, y pueden determinar qué poblaciones sobreviven, se reproducen o entran en crisis.

A continuación, se describirán el primer set de cartas de ambiente compuesto por 16 cartas.

2.3.2 STRATIFIED SKIES

Durante lustros enteros, una densa capa de nubes se instaló sobre el ecosistema. No es lluvia, no es tormenta: es una costra de vapor que bloquea la luz solar y retiene la humedad, creando un mundo sombrío, de cielos grises perpetuos. El ritmo circadiano se vuelve caótico, la vegetación lucha por sostenerse, y muchas especies vegetales han entrado en un letargo profundo o se han extinguido.

El día y la noche ya no se diferencian. Algunas criaturas olvidan el color, otras evolucionan nuevos sentidos, y muchas simplemente desaparecen. Lo que era una red ecológica basada en la luz, se convierte ahora en una selva de sombras, oportunismo y estrategias desesperadas.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: cuerpos con depósitos de grasa o estructuras de almacenamiento interno de energía. Mandíbulas adaptadas al consumo de carne o materia orgánica en descomposición.

Fisiológicas: metabolismo lento o flexible; mecanismos de reproducción retardada (ej. diapausa). Regulación hormonal para activarse en ausencia de luz.

Etológicas: hábitos carroñeros u oportunistas, tolerancia a la escasez, reducción de actividad física, comportamiento agresivo por recursos.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: ojos desarrollados para visión diurna, estructuras pigmentadas dependientes del sol (como crestas solares o escamas fototérmicas).

Fisiológicas: ciclos reproductivos estrictamente sincronizados con luz solar. Dependencia metabólica de plantas verdes.

Etológicas: cortejo visual, comportamiento territorial diurno, dependencia de migraciones estacionales solares.

Claves narrativas para los estudiantes:

Describir cómo se afecta la reproducción y la búsqueda de alimento.

Justificar un cambio de dieta o una modificación conductual.

Mostrar cómo los individuos lidian con la oscuridad: ¿mutaron?, ¿desarrollaron otro sentido?, ¿se volvieron más agresivos?

2.3.3 COLD SNAP

Un cambio climático abrupto ha sumido las noches en un frío extremo. No es invierno: es un colapso térmico de origen incierto. La escarcha cubre hasta el interior de madrigueras, el agua se congela en capas delgadas, y los vientos cortan como cuchillas invisibles.

Los cantos desaparecen. La actividad se detiene. Cada noche puede costar decenas de vidas, sobre todo a quienes no pueden conservar el calor o moverse con rapidez. Las especies sociales se apiñan. Algunas criaturas cavan en busca de suelo cálido; otras solo esperan... o mueren.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: pelaje denso, plumaje aislante, grasa subcutánea, tamaño corporal mediano a grande (menor relación superficie-volumen).

Fisiológicas: hibernación, endotermia, regulación metabólica para producir calor (termogénesis).

Etológicas: hibernación prolongada, madrigueras profundas, comportamiento gregario (apretamiento para conservar calor).

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: cuerpos pequeños o delgados, piel desnuda o escamosa, extremidades expuestas sin aislamiento.

Fisiológicas: ectotermia (reptiles, anfibios), metabolismo acelerado sin fuentes de calor, ovíparos con huevos vulnerables.

Etológicas: actividad nocturna sin refugio, aislamiento social, dependencia de fuentes térmicas externas.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿Dónde se refugian sus criaturas? ¿Se agrupan o se aíslan?

¿Hay una adaptación para reducir la pérdida de calor?

¿Qué ocurre con las crías o los huevos? ¿Sobreviven? ¿Cómo?

2.3.4 HEAT WAVE

Décadas de calor incesante han elevado la temperatura del ecosistema a niveles extremos. La humedad es constante, el agua se evapora con rapidez, y las criaturas colapsan al mediodía. Las plantas pierden capacidad de transpiración y muchas hojas se caen. Las madrigueras profundas, las aguas subterráneas y la noche se convierten en refugios vitales. El calor también altera las relaciones entre especies: se reducen los contactos sociales, la agresividad aumenta, y muchas criaturas simplemente se “apagan” durante el día para conservar energía.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: cuerpos pequeños o delgados, coloración pálida, piel con capacidad evaporativa, glándulas sudoríparas o recubrimiento mucoso.

Fisiológicas: resistencia a deshidratación, tolerancia a alta temperatura corporal, ritmos biológicos nocturnos.

Etológicas: actividad nocturna o crepuscular, uso de madrigueras, reducción de interacciones sociales.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: plumaje o pelaje denso, cuerpos grandes, estructuras aislantes que retienen calor.

Fisiológicas: baja tolerancia térmica, necesidad constante de hidratación.

Etológicas: actividad diurna, dependencia de cortejo en horas calurosas, agresividad prolongada.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿Cómo se modifica el ciclo de actividad de la criatura?

¿Cómo obtiene y conserva agua?

¿Es posible que cambie su estructura social o territorial por el calor?

2.3.5 MOONLESS SEASON

Ha comenzado una larga estación sin luna. Las noches son tan oscuras que incluso los cazadores nocturnos se extravían. Las estrellas no bastan. Se pierde la capacidad de orientación, de comunicación visual, de rituales. Las criaturas que antes dependían del brillo lunar para cortejar o cazar están en crisis. Sin embargo, quienes oyen, huelen o vibran encuentran en esta oscuridad una ventaja competitiva: moverse sin ser vistos, atacar sin ser detectados, o simplemente sobrevivir sin depender de la vista.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: estructuras sensoriales no visuales: narinas, pabellones auditivos grandes, sensores vibrátiles, barbas, antenas.

Fisiológicas: neuroplasticidad sensorial (desarrollo compensatorio de sentidos alternos), sincronización hormonal nocturna.

Etológicas: comportamiento dependiente del tacto, química, vocalizaciones o ecolocalización.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: ojos grandes para visión nocturna, estructuras pigmentadas para comunicación visual.

Fisiológicas: reproducción o alimentación activadas por luz lunar.

Etológicas: cortejo visual, migraciones sincronizadas con ciclos lunares.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿Cómo se orienta la criatura en completa oscuridad?

¿Cómo encuentra pareja o alimento sin señales visuales?

¿Evita a sus depredadores o cae en sus trampas?

2.3.6 STAGNANT WATER

Los arroyos y lagunas han dejado de fluir. Lo que antes era un oasis ahora es un pozo fétido y denso. El agua se vuelve espesa, turbia, con olor a descomposición. Las capas superficiales se calientan, mientras el fondo se vuelve anóxico. Las especies más vulnerables empiezan a flotar.

Pero dentro del caos, otras prosperan: las que comen detritos, las que excavan el lodo, las que no necesitan oxígeno constante.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: estructuras excavadoras, branquias internas, cuerpo compacto y resistente.

Fisiológicas: tolerancia a bajos niveles de oxígeno, digestión de materia orgánica, intercambio gaseoso cutáneo.

Etológicas: vida bentónica, permanencia en zonas profundas, conducta oportunista alimenticia.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: branquias externas, ojos expuestos, cuerpos frágiles.

Fisiológicas: alta demanda de oxígeno, metabolismo rápido.

Etológicas: caza visual, alimentación filtradora en aguas claras, necesidad de movimiento constante.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿La criatura escapa, se adapta o colapsa?

¿Cambia su dieta? ¿Se entierra? ¿Emigra hacia otra zona?

¿Sobrevive por sus mutaciones, o porque los demás mueren?

2.3.7 FUNGAL EPIDEMIC

Un brote silencioso se extiende por el ecosistema. No hay fuego ni depredadores, sino esporas. Invisibles al principio, pero implacables. Los hongos cubren superficies, penetran

tejidos, invaden madrigueras, y colonizan incluso organismos vivos. En poco tiempo, los suelos se llenan de filamentos y las criaturas más vulnerables comienzan a mostrar infecciones visibles: piel ulcerada, letargo, dificultad para moverse o respirar. Las poblaciones entran en pánico biológico. Quienes carecen de defensas inmunológicas caen primero. La guerra ya no es por alimento, sino por espacio limpio.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: pieles con glándulas antimicrobianas, superficies lisas y no porosas, estructuras de muda frecuente (como caparzones).

Fisiológicas: sistema inmune robusto, producción de péptidos antimicóticos, microbiotas simbióticas protectoras.

Etológicas: limpieza constante del cuerpo, comportamiento social higiénico (lamido, baños de tierra, aislamiento de individuos enfermos).

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: pliegues cutáneos profundos, mucosas expuestas, heridas frecuentes.

Fisiológicas: inmunodepresión, piel húmeda o muy delgada.

Etológicas: alta densidad poblacional sin higiene, madrigueras compartidas, comportamiento caníbal.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿Tu criatura es infectada? ¿Puede defenderse o necesita aislar a individuos?

¿Cómo modifica su comportamiento para evitar contagiarse o salvar a su grupo?

¿Desarrolla estrategias de higiene, muda, secreciones o cambia de hábitat?

2.3.8 DRYING PONDS

Lo que eran espejos de agua se convierten en círculos de barro. La evaporación prolongada ha reducido charcas y estanques a grietas secas. Peces, anfibios y organismos acuáticos quedan atrapados en micro charcos donde el oxígeno escasea y la competencia se vuelve brutal. Los depredadores terrestres merodean cerca de lo que ahora son “pozos de caza”, y los pocos animales que logran excavar o migrar se vuelven testigos del colapso de la vida acuática superficial.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: patas excavadoras, estructuras resistentes a la deshidratación (tegumentos gruesos), formas aplanadas para retener humedad.

Fisiológicas: estivación, reducción metabólica en sequía, intercambio gaseoso cutáneo.

Etológicas: conducta migratoria hacia fuentes subterráneas o más profundas, enterramiento, producción de huevos encapsulados.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: branquias expuestas, piel permeable, aletas grandes sin soporte estructural.

Fisiológicas: necesidad constante de agua, metabolismo activo continuo.

Etológicas: reproducción en charcas temporales, permanencia prolongada en cuerpos de agua poco profundos.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿Tu criatura escapa o queda atrapada? ¿Puede excavar o entrar en reposo?

¿Qué ocurre si otros organismos aprovechan esta debilidad?

¿Es una oportunidad para los carroñeros o los cazadores?

2.3.9 SUFFOCATING MUD

La tierra ha dejado de respirar. La mezcla de sedimentos, humedad, detritos y materia orgánica crea un lodazal profundo y denso que se traga a quienes lo pisan sin precaución.

Madrigueras colapsan, raíces se pudren, cuerpos quedan atrapados en el barro.

Los organismos que se desplazan por superficie blanda se hunden lentamente, como si un predador invisible los jalara hacia abajo. Solo los que excavan, flotan o se mueven con precisión sobreviven.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: cuerpos compactos, extremidades potentes, superficies hidrófobas, apéndices de anclaje.

Fisiológicas: respiración a través de sifones o cutánea, bajo requerimiento de oxígeno.

Etológicas: locomoción controlada (pasos cortos, reptación), vida subterránea o en los bordes de hábitats fangosos.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: patas largas y delgadas, peso corporal alto sin distribución, estructuras adhesivas.

Fisiológicas: branquias expuestas que se obstruyen fácilmente.

Etológicas: actividad veloz o errática en superficies inestables, nidificación en suelo húmedo.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿Cómo se desplaza su criatura en lodo? ¿Evita el barro o lo domina?

¿Pierde individuos por atrapamiento o logra adaptarse con nuevas técnicas?

¿Aprovecha el barro para emboscar o esconderse?

2.3.10 SUDDEN FLOOD

Las lluvias han sido implacables. Un diluvio repentino arrasa con todo a su paso. No hay tiempo para migrar ni para adaptarse. Madrigueras se llenan de agua, huevos son arrastrados, y las criaturas terrestres que no saben nadar luchan por no ahogarse. Los árboles caen, la tierra se remueve, y nuevos lagos aparecen donde antes había sabanas. Es un caos acuático y un reordenamiento ecológico.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: patas palmeadas, cuerpos hidrodinámicos, estructuras para flotar o adherirse.

Fisiológicas: respiración aérea y acuática, regulación osmótica.

Etológicas: desplazamiento en grupos, nado activo, flexibilidad de hábitat.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: cuerpos densos, sin flotabilidad, estructuras expuestas fácilmente desgarrables.

Fisiológicas: intolerancia al cambio hídrico, necesidad de ambientes secos.

Etológicas: nidificación en suelo plano, alimentación terrestre especializada.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿La criatura es arrastrada o se adapta al nuevo entorno acuático?

¿Qué pierde y qué gana con este cambio?

¿Explora nuevos territorios o busca refugio?

2.3.11 ACIDIC WATER

Los cuerpos de agua han cambiado químicamente. Por causas naturales o biológicas, su pH se ha desplomado. Las aguas se tornan ácidas, irritantes y letales para tejidos no protegidos. Organismos con piel sensible o huevos sin protección sufren quemaduras, infecciones o muerte directa. Pero algunas criaturas parecen inmunes: aquellas que han evolucionado en ambientes extremos o que poseen mecanismos de protección interna o externa.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: piel gruesa o cubierta con mucosa protectora, escamas queratinizadas, huevos encapsulados.

Fisiológicas: homeostasis ácido-base eficiente, secreciones neutras, órganos excretores especializados.

Etológicas: comportamiento evasivo, permanencia en zonas con menor exposición, reproducción terrestre.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: piel delgada o expuesta, embriones de desarrollo externo sin cápsula.

Fisiológicas: osmorregulación débil, desequilibrio en pH interno.

Etológicas: alta dependencia de zonas acuáticas abiertas, interacción constante con agua.

Claves narrativas para los estudiantes:

¿La criatura evita el agua o desarrolla tolerancia?

¿Aprovecha la baja competencia en zonas ácidas o las evita?

¿Qué pasa con sus crías, si nacen en ese ambiente?

2.3.11 CO₂ AND CH₄

El aire se ha vuelto denso y pesado, cargado con niveles crecientes de dióxido de carbono y metano. La atmósfera, antes equilibrada, ahora atrapa el calor con una eficiencia letal, transformando el entorno en un horno sofocante. Los cuerpos de agua se acidifican, y el oxígeno escasea, obligando a las criaturas a adaptarse o perecer. Las noches son más cálidas, y la respiración se ha vuelto un desafío para aquellos no preparados. En este

mundo asfixiante, solo los más eficientes en el uso del aire sobrevivirán, mientras que otros sucumbirán al estrés respiratorio.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: Branquias más eficientes o piel altamente vascularizada para maximizar el intercambio gaseoso.

Fisiológicas: Hemoglobina modificada con mayor afinidad por el oxígeno, metabolismo anaeróbico facultativo.

Etológicas: Reducción de actividad física en horas de mayor calor, búsqueda de refugios frescos y húmedos.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: Estructuras respiratorias poco eficientes (pulmones pequeños, branquias no especializadas).

Fisiológicas: Dependencia estricta de altos niveles de oxígeno, intolerancia al calor.

Etológicas: Hábitos diurnos en zonas expuestas, altos requerimientos energéticos.

Claves narrativas para los estudiantes:

Describir el aire como "espeso y difícil de inhalar".

Mencionar criaturas jadeantes o buscando sombra.

Destacar la ventaja de especies que se entierran en el lodo fresco.

2.3.12 METEOR SHOWER

El cielo estalla en llamas mientras una lluvia de meteoritos impacta la superficie. Las explosiones sacuden la tierra, generando cráteres y ondas de choque que arrasan con todo a su paso. Los incendios se propagan rápidamente, devorando la vegetación y dejando un paisaje carbonizado. Solo aquellos lo suficientemente pequeños para esconderse bajo tierra o en aguas profundas tienen una chance de sobrevivir. Los menos afortunados enfrentan una destrucción instantánea.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: Tamaño diminuto, cuerpos aerodinámicos para cavar rápidamente.

Fisiológicas: Resistencia a altas temperaturas, capacidad de entrar en estado de latencia.

Etológicas: Comportamiento de huida rápida hacia madrigueras o agua.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: Grandes y pesados, estructuras frágiles (alas largas, cuerpos no protegidos).

Fisiológicas: Incapacidad para soportar cambios bruscos de presión o temperatura.

Etológicas: Hábitos de vida en superficie sin refugio.

Claves narrativas para los estudiantes:

Describir el cielo como "una tormenta de fuego".

Mencionar el sonido ensordecedor de los impactos.

Destacar la suerte de las criaturas que logran esconderse a tiempo.

2.3.13 DOMINANT PREDATOR

Un nuevo depredador ha emergido, cazando sin descanso día y noche. Sus sentidos agudos y su velocidad letal han redefinido los momentos de seguridad. Las criaturas que antes confiaban en la oscuridad o la luz del día ahora no tienen tregua. Solo aquellas con camuflaje perfecto o hábitos crepusculares logran evadirlo. El miedo se ha instalado en el ecosistema, y cada movimiento debe ser calculado.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: Camuflaje activo, espinas o caparazones defensivos.

Fisiológicas: Metabolismo adaptable para actividad en cualquier hora.

Etológicas: Comportamiento sigiloso, vida en madrigueras ocultas.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: Colores llamativos, movimientos lentos.

Fisiológicas: Necesidad de largos períodos de descanso.

Etológicas: Hábitos ruidosos o territoriales.

Claves narrativas para los estudiantes:

Describir al depredador como "una sombra silenciosa".

Mencionar el aumento de avistamientos de cadáveres.

Destacar la ventaja de las especies que cambian de color.

2.3.14 INVASIVE PLANTS

Una maleza extraña ha crecido descontroladamente, ahogando la luz y los recursos. Las plantas nativas luchan por sobrevivir, y los animales que dependen de ellas enfrentan hambruna. Solo aquellos con adaptaciones para la penumbra prosperan, mientras otros desaparecen en la densa oscuridad vegetal.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: Ojos grandes, cuerpos delgados para moverse entre la maleza.

Fisiológicas: Visión nocturna mejorada, metabolismo lento.

Etológicas: Búsqueda de alimento en niveles bajos del bosque.

Adaptaciones en desventaja:

Anatómicas: Dependencia de luz solar (ej: fotosíntesis).

Fisiológicas: Necesidad de altos niveles de energía.

Etológicas: Hábitos diurnos exclusivos.

Pistas narrativas para los estudiantes:

Describir el ambiente como "un laberinto verde impenetrable".

Mencionar la desesperación de herbívoros por encontrar comida.

Destacar la ventaja de los cazadores de sombras.

2.3.15 DESERTIFICATION

El pantano se seca, el agua retrocede y la tierra se agrieta bajo un sol inclemente. La vida se concentra en los últimos oasis, donde la competencia es feroz. Los que no logran adaptarse al calor y la escasez perecen rápidamente.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: Reservas de agua (ej: jorobas), piel impermeable.

Fisiológicas: Tolerancia a la deshidratación.

Etológicas: Actividad nocturna, excavación de madrigueras frescas.

Adaptaciones en desventaja

Anatómicas: Piel permeable, gran tamaño.

Fisiológicas: Alta demanda de agua.

Etológicas: Hábitos diurnos en áreas abiertas.

Pistas narrativas para los estudiantes:

Describir el paisaje como "un espejismo de muerte".

Mencionar la lucha por los últimos charcos.

Destacar la ventaja de los sobrevivientes resistentes.

2.3.16 SOLAR FLARE

Una explosión solar baña el mundo en radiación, mutando genes y alterando la esencia misma de la vida. Algunas especies sufren terribles deformaciones, mientras otras adquieren habilidades inesperadas. La biodiversidad nunca será la misma.

Adaptaciones favorecidas:

Anatómicas: Piel o escamas engrosadas con melanina o compuestos metálicos que bloquean radiación.

Ojos con protecciones naturales (membranas nictitantes, cristalino opaco).

Estructuras corporales redundantes (ej: órganos duplicados) para compensar daños.

Fisiológicas: Reparación rápida de ADN, resistencia a radiación.

Etológicas: Reproducción acelerada para compensar pérdidas.

Adaptaciones en desventaja

Anatómicas: Piel delgada o transparente (ej: anfibios, larvas).

Estructuras expuestas sin protección (alas membranosas, antenas largas).

Fisiológicas: ADN inestable, baja tasa de mutación beneficiosa.

Etológicas: Ciclos reproductivos largos.

Pistas narrativas para los estudiantes:

Describir el cielo como "una aurora mortal".

Mencionar criaturas con mutaciones visibles.

Destacar la incertidumbre genética.

2.4 Tarjetas de mutaciones

2.4.1 Tarjetas mutaciones nuevas:

Dinámica: Estas cartas representan la aparición de nuevas mutaciones en la historia evolutiva del juego. No se trata de genes previamente disponibles, sino de rasgos completamente inéditos que emergen por azar en una población. Son la fuente principal de innovación evolutiva.

Mecánica: Al recibir esta carta, el jugador debe lanzar 1D10, 1D20 o 2D20 (según lo que indique la carta) para determinar el gen nuevo que aparece.

Luego lanza 1D6 para definir cuál de los alelos posibles se expresa: par (dominante), impar (recesivo).

El rasgo solo puede aplicarse a la población si cumple con dos condiciones:

La población ha alcanzado un evento clave de supervivencia o reproducción.

El ambiente favorece directa o indirectamente su activación (según lo indique el narrador o la carta ambiental).

Ejemplo: una carta permite la mutación “hibernación estacional”. Si el dado determina que aparece en una criatura no adaptada al frío, y justo entra una carta ambiental como “Cold snap”, la mutación puede ser activada inmediatamente, cambiando el destino de la población.

2.4.2 Mutaciones normales (mutaciones conocidas del sistema)

Dinámica:

Estas cartas hacen referencia a mutaciones que ya están presentes en el banco genético base del juego. Pueden aparecer como resultado de recombinación genética, migración o manifestación tardía en una población.

Mecánica:

Se lanza 1D10, 1D20 o 2D20 para elegir un gen ya existente.

Luego se lanza 1D6 para definir el alelo activo (como en las mutaciones nuevas).

Esta mutación puede sumarse al perfil genético de la criatura incluso si ya tiene otra forma del mismo gen, generando situaciones como heterocigosis o expresión intermedia.

El jugador puede activar esta mutación de inmediato, siempre que su criatura sobreviva al turno.

Importancia:

Este tipo de carta permite aumentar la diversidad genética interna, crear variantes dentro de la misma especie y generar diferencias entre poblaciones hermanas. Es clave para el flujo génico y la variabilidad.

2.4.3 Cambios de alelos (cambio de expresión de un gen)

Dinámica:

Estas cartas permiten modificar la expresión genética sin introducir nuevos genes. Simulan fenómenos como plasticidad fenotípica, epi-mutaciones, activación ambiental o efectos hormonales. Se utilizan para representar la capacidad de un organismo de adaptarse rápidamente a un cambio de ambiente o presión selectiva.

Mecánica: El jugador escoge uno de los genes que su criatura ya posee.

Luego, lanza 1D6 para determinar si el cambio de alelo será exitoso.

Si el cambio es válido, puede:

Cambiar de alelo dominante a recesivo, o viceversa.

Adoptar una forma heterocigota, codominante o de dominancia parcial si el sistema de juego lo permite.

Esta modificación puede alterar significativamente las capacidades de la criatura en respuesta a una carta de ambiente, combate o migración.

Ejemplo: Una criatura con un gen de “camuflaje visual (recesivo)” puede activar la forma “dominante” justo antes de una batalla en bosque, obteniendo una bonificación inesperada.

2.5 Batallas

El entorno no es solo un espacio para adaptarse: también es un campo de conflicto. La competencia por alimento, territorio, pareja o supervivencia da lugar a enfrentamientos entre especies o con amenazas del entorno. Las batallas permiten representar interacciones ecológicas agresivas como depredación, defensa territorial o escape de eventos ambientales extremos.

2.5.1 Tipos de batalla

PvP (jugador vs. jugador):

Se da cuando dos poblaciones se encuentran en la misma zona y entran en conflicto directo por un recurso limitado (alimento, refugio, espacio de reproducción). Solo puede haber una batalla PvP por zona y turno.

PvE (jugador vs. entorno):

Ocurre cuando una población enfrenta un evento ambiental agresivo, como un depredador externo, una plaga o un fenómeno físico (ej. “sudden flood”, “fungal epidemic”, etc.). El entorno actúa como una amenaza no controlada por otro jugador.

2.5.2 Dinámicas de batalla

Sistema de dados inspirado en "Risk", y se adapta según corresponda a las ventajas o desventajas que existan según la creatura atacante.

Ejemplo:

- Atacante: lanza 3 dados (D6).
- Defensor: lanza 2 dados (D6).

Se comparan los dados mayores de ambos lados:

Si el dado del atacante es mayor el defensor pierde un dado

Si el dado del defensor es mayor o igual entonces el atacante pierde un dado.

Al final el que termine sin dados es el perdedor de la batalla. Inmediatamente debe lanzar un dado que represente el 50% de los individuos de la población.

Ejemplo:

Población de 20 individuos, lanza 1D10 para saber la cantidad de individuos a morir.

Población de 40 individuos, lanza 1D20 para saber la cantidad de individuos a morir.

Población de 50 individuos, lanza 1D20 para saber la cantidad de individuos a morir.

Reglas adicionales:

En PvE, el entorno lanza 2 dados base más un modificador según el evento.

Las especies pueden retirarse antes del combate, pero si lo hacen pierden prioridad de alimentación en esa ronda.

2.6 Mutaciones

Las mutaciones son el motor central de la evolución en Biodisea. Representan la aparición, modificación o activación de genes que generan nuevas características en las criaturas. Estas mutaciones no ocurren al azar absoluto: están ligadas a la supervivencia, el éxito reproductivo y la expansión de las poblaciones. El sistema de mutaciones está diseñado para reflejar cómo, en la vida real, las presiones del ambiente y la historia evolutiva de una especie moldean su genoma.

2.6.1 Puntos de mutación

¿Qué son? Los puntos de mutación son una unidad de recompensa evolutiva que permite a los jugadores acceder a cartas de mutación nuevas o normales. Representan la acumulación de ventajas adaptativas derivadas de comportamientos exitosos.

¿Cómo se obtienen? Los puntos de mutación se ganan mediante dos vías principales:

- Acciones de supervivencia exitosas
- Sobrevivir a eventos ambientales extremos (según carta y dificultad).
- Evadir un combate o ganar una batalla usando una adaptación específica
- Resistir en hábitats con pocos recursos o condiciones hostiles.
- Éxito poblacional
- Aumentar el número de individuos en la población en una generación.
- Colonizar una nueva zona del mapa.
- Ser la única especie sobreviviente en una zona tras un evento ambiental.

Recompensa estándar:

+1 punto de mutación por evento superado.

+2 puntos de mutación si, además de sobrevivir, la población se reproduce exitosamente en esa ronda.

2.6.2 Tabla de genes y alelos dentro del juego

Cada criatura puede adquirir y expresar una variedad de genes que definen su anatomía, fisiología y comportamiento. Estos genes están organizados en una tabla genética accesible a todos los jugadores, dividida por función.

Anexo E: Guía preliminar de juego Biodisea 2.0

CARTAS DE EVENTO:

Para cada evento los jugadores deben tomar el número de dados presentes dependiendo de la dificultad del evento

#	Lvl	Cambio Ambiental	Descripción	Adaptaciones Necesarias	EXITO	FALLO
1	Naran	Tormenta de Arena Electrificante	Tormentas de arena en regiones desérticas con cargas eléctricas.	Refugio o pelajes aislantes.	+10	-10 indv
2	Rojo	Inundaciones Tóxicas	Aumento del nivel del agua con contaminantes.	Adaptación a entornos acuáticos contaminados o purificación del agua.	+15	-15 indv
3	Verde	Fenómeno de Espejismo	Ilusiones ópticas por cambios en la temperatura atmosférica.	Evolución de sentidos fiables o ignorar ilusiones.	+10	-10 indv
4	Naran	Sismicidad Incrementada	Aumento de la actividad sísmica.	Adaptarse a áreas propensas a terremotos o detectar señales tempranas.	+25	-25 indv
5	Naran	Noches Heladas	Noches extremadamente frías en regiones polares.	Resistencia al frío o almacenamiento de calor.	+20	-20 indv
6	Rojo	Enfermedades Vectoriales	Propagación de enfermedades transmitidas por vectores.	Evolución de defensas inmunológicas.	+35	-35 indv
7	Rojo	Erupciones Volcánicas	Erupciones afectan aire y suelo.	Evitar áreas afectadas o resistir ceniza y gases volcánicos.	+35	-35 indv
8	Verde	Cambio en las Corrientes Marinas	Alteración de corrientes oceánicas.	Adaptarse a nuevas áreas de búsqueda de alimentos o nadar en corrientes más fuertes.	+20	-20 indv
9	Naran	Incendios Forestales	Propagación de incendios en bosques.	Resistencia al calor y posiblemente utilizar el fuego beneficiosamente.	+20	-20 indv
10	Rojo	Meteorización Acelerada	Aumento en la frecuencia y severidad de eventos meteorológicos.	Refugio o capas protectoras contra inclemencias del tiempo.	+50	-50 indv
11	Verde	Vientos Fuertes de Montaña	Vientos intensos descienden de las montañas.	Resistir ráfagas de viento o utilizarlas a su favor.	+20	-20 indv
12	Verde	Ruidos Antropogénicos	Aumento en el ruido humano afecta comunicación entre criaturas.	Adaptarse a comunicación en entornos ruidosos o encontrar formas alternativas.	+5	-5 indv
13	Naran	Contaminación Atmosférica	Presencia de sustancias contaminantes en el aire.	Sistemas respiratorios resistentes o depuradores internos.	+15	-15 indv
14	Naran	Cambios en la Acidez del Suelo	Acidificación del suelo debido a la actividad humana.	Adaptarse a suelos más ácidos o encontrar alimentos menos afectados.	+20	-20 indv
15	Verde	Variaciones en la Temperatura del Agua	Cambios en las temperaturas oceánicas.	Adaptarse a la variabilidad térmica o migrar hacia aguas más adecuadas.	+10	-10 indv
16	Verde	Luz Lunar Alterada	Cambios en la intensidad de la luz lunar.	Desarrollar sistemas de visión nocturna más sensibles o cazar con menor luminosidad.	+15	-15 indv

17	Naran	Aumento de la Intensidad Solar	Incremento temporal en la radiación solar.	Mecanismos de protección contra la radiación o adaptación a la exposición solar.	+15	-15 indiv
18	Verde	Alteraciones en los Patrones de Viento	Cambios en la dirección y velocidad del viento.	Aprender a volar o desplazarse eficientemente en nuevos patrones de viento.	+15	-15 indiv
19	Naran	Descargas Eléctricas Naturales	Aumento de tormentas eléctricas.	Resistir descargas eléctricas o encontrar refugio durante tormentas.	+20	-20 indiv
20	Verde	Silencio Natural	Áreas donde la actividad sísmica reduce sonidos naturales.	Comunicarse usando otros sentidos en ausencia de sonido.	+10	-10 indiv

Eventos Favorables:

Número	Evento	Descripción	Éxito
1	Época de Reproducción Abundante	Condiciones climáticas ideales para la reproducción y supervivencia de las crías.	Multiplicador de x 3 individuos
3	FloreCIMIENTO de Recursos Alimenticios	Aumento en la disponibilidad de alimentos nutritivos y fáciles de encontrar.	+10 indiv
6	Descubrimiento de Nuevos Hábitats	Los jugadores encuentran un área no explorada rica en recursos y sin competencia.	+15
9	Alianza Simbiótica	Oportunidad de establecer relaciones simbióticas con otras especies para obtener beneficios mutuos.	+50
15	Adaptación Genética Exitosa	Desarrollo de mutaciones genéticas beneficiosas que mejoran la resistencia, velocidad u otras habilidades.	+15
18	Estabilidad Climática	Período de clima estable que facilita la vida diaria y la reproducción.	+5 indiv
17	Migración Segura	Descubrimiento de rutas migratorias seguras con abundancia de recursos a lo largo del camino.	+15
5	Descubrimiento de Depredadores Naturales	Identificación de depredadores naturales que pueden ser utilizados como aliados o fuentes de recursos.	+25
11	Desarrollo de Habilidades Sociales	Mejora de las habilidades sociales que facilitan la colaboración y la supervivencia en grupo.	+30
10	Innovación Tecnológica	Desarrollo de habilidades tecnológicas que proporcionan ventajas en la búsqueda de alimentos o la defensa contra depredadores.	+50

Eventos Desfavorables:

Número	Evento	Descripción	FALLO
2	Escasez de Recursos	Disminución en la disponibilidad de alimentos y recursos esenciales.	No hay reproducción en las siguientes dos rondas
4	Cambio Climático Drástico	Alteración en los patrones climáticos que dificulta la supervivencia y la reproducción.	Reproducción a la mitad
7	Competencia Intensa	Aumento en la competencia por recursos debido a la llegada de otras especies o el crecimiento poblacional.	-5 indiv
8	Enfermedad Epidémica	Propagación rápida de una enfermedad que afecta negativamente a la población.	Muere la mitad de la población
13	Desastre Natural	Eventos como incendios forestales, terremotos o tsunamis que dañan	Reproducción a la mitad

		hábitats y reducen las oportunidades de supervivencia.	
14	Invasión de Especies Extranjeras	Introducción de especies invasoras que compiten con las locales por recursos.	Reproducción afectada: -2 indiv al número reproductivo
16	Degradación	La especie a entrado en endogamia y por lo tanto su pull genético se reduce	Pierdes 3 mutaciones o no ganas las próximas 2 mutaciones
19	Pérdida de Alianzas Simbióticas	Desaparición de relaciones simbióticas que eran vitales para la supervivencia.	Se pierde la relación o se crea una parasitación con una especie lo que reduce tus indiv -5
20	Mutación Genética Desfavorable	Desarrollo de mutaciones genéticas que debilitan a la especie en lugar de fortalecerla.	-15 indiv
12	Deterioro de Habilidades Sociales	Pérdida de habilidades sociales que afecta negativamente la capacidad de cooperar y sobrevivir en grupo.	-5 indiv

MUTACIONES:

Número	Mutación	Clasificación	Descripción	Puntos de activación
1	Piel Reflectante	Positiva	Desarrolla una capa de piel reflectante para reducir el impacto de la luz solar intensa.	Individuos: 10 Fitness: 50
2	Branquias Mejoradas	Positiva	Desarrolla branquias más eficientes para extraer oxígeno del agua en zonas de corrientes marinas alteradas.	Individuos: 10 Fitness: 20
3	Agallas Filtradoras	Positiva	Desarrolla agallas que filtran sustancias tóxicas del agua, proporcionando inmunidad parcial a la contaminación acuática.	Individuos: 25 Fitness: 80
4	Pies Palmeados	Positiva	Desarrolla pies palmeados para nadar más eficientemente en caso de inundaciones repentinas.	Individuos: 25 Fitness: 50
5	Resistencia al Frío	Positiva	Desarrolla un pelaje más grueso para resistir las noches heladas en regiones polares.	Individuos: 50 Fitness: 110
6	Inmunidad a Enfermedades Vectoriales	Positiva	Desarrolla inmunidad a enfermedades transmitidas por vectores como mosquitos.	Individuos: 50 Fitness: 150
7	Aletas Cortaviento	Positiva	Desarrolla aletas que reducen la resistencia al viento en entornos ventosos de montaña.	Individuos: 50 Fitness: 50
8	Caparazón Ignífugo	Positiva	Desarrolla un caparazón resistente al fuego para resistir incendios forestales.	Individuos: 50 Fitness: 100
9	Pelaje Aislante	Positiva	Desarrolla pelaje aislante para resistir tormentas de arena electrizantes.	Individuos: 80 Fitness: 150
10	Capacidad de Entender Ilusiones	Positiva	Desarrolla la capacidad de entender y distinguir ilusiones ópticas en fenómenos de espejismo.	Individuos: 50 Fitness: 100
11	Visión Nocturna Mejorada	Positiva	Desarrolla ojos más sensibles a la luz lunar alterada para	Individuos: 80 Fitness: 150

			cazar en condiciones de menor luminosidad.	
12	Mecanismo de Desintoxicación	Positiva	Desarrolla un sistema interno que neutraliza contaminantes atmosféricos en entornos con contaminación.	Individuos: 100 Fitness: 180
13	Resistencia al Ácido	Positiva	Desarrolla una capa de piel resistente al suelo ácido en caso de cambios en la acidez del suelo.	Individuos: 100 Fitness: 180
14	Pico Filtrador	Positiva	Desarrolla un pico que filtra partículas afiladas del aire en áreas con vientos cortantes.	Individuos: 50 Fitness: 80
15	Piel Bioluminiscente	Positiva	Desarrolla piel bioluminiscente para contrarrestar la sombra viva en bosques oscuros.	Individuos: 25 Fitness: 50
16	Mimicry Holográfico	Positiva	Desarrolla la capacidad de crear ilusiones holográficas para confundir a depredadores o presas.	Individuos: 10 Fitness: 50
17	Respiración Celular Eficiente	Positiva	Desarrolla células respiratorias más eficientes para resistir aire envenenado.	Individuos: 80 Fitness: 120
18	Sistemas de Navegación Magnética	Positiva	Desarrolla sistemas biológicos para la navegación basada en campos magnéticos en océanos electromagnéticos.	Individuos: 50 Fitness: 100
19	Exoesqueleto Reforzado	Positiva	Desarrolla un exoesqueleto más fuerte para resistir la lluvia constante de pequeños meteoritos.	Individuos: 80 Fitness: 120
20	Fotosíntesis Avanzada	Positiva	Desarrolla una capacidad mejorada para realizar la fotosíntesis en condiciones de luz solar intensa.	Individuos: 50 Fitness: 80
21	Coloración Camuflada	Neutra	Desarrolla una coloración que no proporciona beneficios ni desventajas específicas en entornos cambiantes.	Individuos: 80 Fitness: 120
22	Muda Estacional	Neutra	Desarrolla la capacidad de mudar de piel o plumaje estacionalmente sin impacto significativo en la supervivencia.	Individuos: 25 Fitness: 50
23	Olfato Redundante	Neutra	Desarrolla un sentido del olfato más agudo sin ventajas ni desventajas notables.	Individuos: 50 Fitness: 50
24	Dedos Divergentes	Neutra	Desarrolla dedos que se separan ligeramente, sin un impacto significativo en la capacidad de agarre o manipulación.	Individuos: 50 Fitness: 50
25	Resistencia a la Desorientación	Neutra	Desarrolla una resistencia natural a la desorientación inducida por neblinas y vientos cortantes.	Individuos: 50 Fitness: 50
26	Camuflaje Termal	Neutra	Desarrolla un camuflaje que se adapta a cambios en la temperatura ambiental sin beneficios ni desventajas adicionales.	Individuos: 50 Fitness: 80

27	Tamaño Reducido	Neutra	Desarrolla un tamaño más pequeño sin impacto significativo en la supervivencia general.	Individuos: 50 Fitness: 50
28	Huesos Livianos	Neutra	Desarrolla huesos más ligeros sin beneficios ni desventajas notables en la movilidad o resistencia.	Individuos: 50 Fitness: 80
29	Patrones de Canto Más Complejos	Neutra	Desarrolla patrones de canto más complejos sin impacto significativo en la comunicación general.	Individuos: 50 Fitness: 150
30	Pelaje que Cambia de Color con la Edad	Neutra	Desarrolla un pelaje que cambia de color con la edad sin efectos notables en la supervivencia.	Individuos: 50 Fitness: 50
31	Resistencia a la Electricidad	Neutra	Desarrolla resistencia a descargas eléctricas sin un beneficio significativo en el entorno general.	Individuos: 50 Fitness: 50
32	Sentidos Mejorados por la Luna	Neutra	Desarrolla sentidos mejorados por la luz lunar sin un impacto significativo en la caza o supervivencia diaria.	Individuos: 50 Fitness: 50
33	Piel que Refleja Sonidos	Neutra	Desarrolla una piel que refleja sonidos sin un impacto significativo en la comunicación o detección.	Individuos: 50 Fitness: 50
34	Pico más Largo	Neutra	Desarrolla un pico más largo sin beneficios ni desventajas notables en la alimentación.	Individuos: 50 Fitness: 50
35	Mecanismo de Regulación Térmica	Neutra	Desarrolla un mecanismo para regular la temperatura corporal sin impacto significativo en la supervivencia general.	Individuos: 80 Fitness: 110
36	Aumento de la Longevidad	Neutra	Desarrolla una mayor longevidad sin un impacto significativo en la reproducción o supervivencia.	Individuos: 100 Fitness: 200
37	Cresta más Grande	Neutra	Desarrolla una cresta más grande sin beneficios ni desventajas notables en la comunicación o intimidación.	Individuos: 50 Fitness: 50
38	Plumas que Reaccionan a la Electricidad	Neutra	Desarrolla plumas que reaccionan a la electricidad sin un impacto significativo en la comunicación.	Individuos: 80 Fitness: 100
39	Resistencia a Radiación Solar	Negativa	Desarrolla resistencia parcial a la radiación solar, pero con un aumento en la probabilidad de enfermedades asociadas a la radiación.	Individuos: 10 Fitness: 10
40	Coloración Llamativa	Negativa	Desarrolla coloración llamativa que atrae la atención de depredadores, aumentando el riesgo de depredación.	Individuos: 10 Fitness: 10
41	Pérdida de Vista Nocturna	Negativa	Experimenta una pérdida gradual de la visión nocturna, aumentando la vulnerabilidad en entornos con luz lunar alterada.	Individuos: 10 Fitness: 10

42	Desarrollo de Alas No Funcionales	Negativa	Desarrolla alas que no son lo suficientemente fuertes para el vuelo, creando una carga adicional sin beneficios significativos.	Individuos: 10 Fitness: 10
43	Debilidad ante Agua Contaminada	Negativa	Desarrolla una mayor susceptibilidad a enfermedades y problemas de salud en agua contaminada.	Individuos: 10 Fitness: 10
44	Plumaje Inflamable	Negativa	Desarrolla plumaje que es altamente inflamable, aumentando el riesgo de incendios forestales.	Individuos: 10 Fitness: 10
45	Camuflaje Ineficaz	Negativa	Desarrolla un camuflaje que se activa de manera ineficaz en entornos cambiantes, aumentando la visibilidad ante depredadores.	Individuos: 10 Fitness: 10
46	Pérdida de Capacidad de Vuelo	Negativa	Experimenta una pérdida gradual de la capacidad de vuelo, limitando la movilidad y aumentando la vulnerabilidad.	Individuos: 10 Fitness: 10
47	Reducción de Capacidad Respiratoria	Negativa	Experimenta una reducción en la capacidad respiratoria, volviéndose más vulnerable en entornos con aire envenenado.	Individuos: 10 Fitness: 10
48	Rigidez Muscular	Negativa	Desarrolla rigidez muscular, afectando la agilidad y aumentando la probabilidad de lesiones.	Individuos: 10 Fitness: 10
49	Vulnerabilidad a la Desorientación	Negativa	Experimenta una mayor susceptibilidad a la desorientación en neblinas y vientos cortantes.	Individuos: 10 Fitness: 10
50	Perdida de Inmunidad a Enfermedades Vectoriales	Negativa	Pierde la inmunidad previamente desarrollada a enfermedades transmitidas por vectores, aumentando el riesgo de infección.	Individuos: 10 Fitness: 10

ORGANISMOS:

Número	Organismo	Tipo	Dificultad	Descripción
1	Cazador Nocturno	Animal	Alta	Depredador ágil y sigiloso que caza activamente en la oscuridad, desafiando la capacidad de las criaturas para evitar ser detectadas.
2	Mantis Tóxica	Insecto	Media	Mantis con un veneno paralizante, representando una amenaza para criaturas más pequeñas que no pueden resistir la toxina.
3	Hongo Carnívoro	Hongo	Baja	Liberación de esporas que infectan y debilitan a las criaturas, pero no representa una amenaza directa.
4	Planta Camuflada	Planta	Media	Planta depredadora que se camufla como parte del entorno y atrapa a criaturas desprevenidas.

5	Reptil Ácido	Animal	Alta	Depredador que escupe ácido para incapacitar a las presas antes de consumirlas.
6	Parásito Neural	Bacteria	Media	Infecta el sistema nervioso de las criaturas, causando desorientación y pérdida de habilidades motoras.
7	Araña Tejedora de Ilusiones	Insecto	Alta	Teje telas que crean ilusiones, confundiendo y atrapando a criaturas en su red.
8	Hongo Explosivo	Hongo	Alta	Libera esporas explosivas cuando se detecta una amenaza, dañando a criaturas en las cercanías.
9	Serpiente Sónica	Animal	Media	Emite ondas sonoras paralizantes para incapacitar a las presas antes de atacar.
10	Planta Asfixiante	Planta	Alta	Libera gases asfixiantes en áreas cercanas, creando zonas peligrosas para criaturas desprevenidas.
11	Escarabajo Metálico	Insecto	Baja	Tiene un caparazón metálico que refleja ataques y desalienta a criaturas de intentar cazarlo.
12	Hongo de Control Mental	Hongo	Alta	Infecta a las criaturas y toma control de sus acciones, convirtiéndolas en agentes del hongo.
13	Rastreador Magnético	Animal	Media	Detecta campos magnéticos para rastrear y cazar a criaturas que generan estos campos.
14	Planta Luminiscente Atrayente	Planta	Baja	Atrae a criaturas con su luz, haciéndolas vulnerables a depredadores mientras están distraídas.
15	Insecto Cortador de Energía	Insecto	Alta	Drena la energía de las criaturas con su picadura, debilitándolas y haciendo que sean presas más fáciles.
16	Hongo de Petrificación	Hongo	Alta	Libera esporas que petrifican a las criaturas, volviéndolas inmóviles y vulnerables.
17	Serpiente de Cripsis	Animal	Media	Se camufla perfectamente en su entorno, siendo difícil de detectar hasta que ataca.
18	Planta Desgarradora	Planta	Alta	Desarrolla apéndices afilados que se activan cuando una criatura se acerca, desgarrando tejidos.
19	Araña Bioeléctrica	Insecto	Media	Genera descargas eléctricas para incapacitar a presas antes de envolverlas en seda.
20	Parásito de Agujero Temporal	Bacteria	Alta	Causa pequeñas distorsiones temporales en las criaturas afectadas, desplazándolas brevemente en el tiempo y espacio.