

**ENTORNO GAMIFICADO PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE
ANTOCIANINAS DEL ARÁNDANO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11°**

CAMILA ANDREA SOTELO GUTIÉRREZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2026**

**ENTORNO GAMIFICADO PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE
ANTOCIANINAS DEL ARÁNDANO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11°**

CAMILA ANDREA SOTELO GUTIÉRREZ

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAGISTER EN
DOCENCIA DE LA QUÍMICA**

**MARTHA JANNETH SAAVEDRA ALEMAN
MAGÍSTER EN CIENCIAS QUÍMICAS**

**Grupo de Investigación Química,
Aprendizaje, Saberes en Aplicaciones Reales
– QuASAR.**

**Línea de investigación: Química y sus
Aplicaciones: una mirada pedagógica**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2026**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C. 12 de junio de 2026

Dedico esta tesis primeramente a Dios y la Virgen María por acompañarme siempre en mi vida y en mi formación académica.

A mis padres, especialmente a mi madre Patricia por siempre estar conmigo en este arduo camino, por cada uno de sus consejos y su apoyo incondicional.

A mi hermano por ser mi guía en todo este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Por medio de este espacio quiero dar gracias primeramente a Dios y la Virgen María por acompañarme siempre en todas las etapas de mi vida y de mi formación académica.

Así mismo, mi más sincera gratitud a mi directora de tesis, Mg. Martha Saavedra, por su dedicación, compromiso y sus valiosos consejos que fueron de gran importancia para la elaboración y culminación de esta investigación. De igual manera, a la Universidad Pedagógica Nacional - UPN y a la Facultad de Ciencia y Tecnología por proporcionarme los espacios académicos que enriquecieron mi formación.

Seguidamente, agradezco a mis padres, especialmente a mi madre Patricia por siempre estar conmigo en este arduo camino, por cada uno de sus consejos y su apoyo incondicional. También doy gracias a mi hermano por ser mi guía y mi compañía en todo este proceso.

Finalmente, manifiesto mi inmensa gratitud al Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja y en particular a su Rectora Sor Estela Figueroa Ayala por abrirme las puertas de su institución y permitir la realización de este ejercicio de investigación de enriquecimiento para las nuevas prácticas pedagógicas.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
2.1.1. Identificación del problema.....	19
2.1.2. Pregunta de investigación.....	20
2.2. JUSTIFICACIÓN.....	20
3. OBJETIVOS	22
3.1. OBJETIVO GENERAL	22
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	22
4. MARCO TEÓRICO.....	23
4.1. ANTECEDENTES.....	23
4.2. FUNDAMENTO CIENTÍFICO DESDE LA ÓPTICA DE LA QUÍMICA.....	25
4.3. LEGISLACIÓN EN COLOMBIA SOBRE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES	35
4.4. NORMATIVIDAD DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES A NIVEL	
INTERNACIONAL.....	40
4.5. CONTEXTO PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO: UNA MIRADA HACIA EL	
CONSTRUCTIVISMO, EL APRENDIZAJE ACTIVO Y SU CUANTIFICACIÓN..	45
4.6. LEGISLACIÓN COLOMBIANA EN CUANTO A GAMIFICACIÓN.....	54
4.7. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL REFERENTE A LA GAMIFICACIÓN	
55	
5. METODOLOGÍA.....	57
5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	59

5.2.	HIPÓTESIS.....	60
5.3.	VARIABLES Y CATEGORÍAS	60
5.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	61
5.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	64
5.6.	RECURSO TECNOLÓGICO Genially.....	64
5.6.1.	Uso de Plantillas.....	64
5.7.	Requisitos mínimos de hardware y software para uso de Genially	65
5.8.	RECURSO TECNOLÓGICO ClassMana.....	65
5.8.1.	Pilares de funcionamiento de ClassMana	66
5.8.2.	Requisitos tecnológicos generales de la plataforma	67
5.8.3.	Especificaciones para computadores portátiles y de escritorio:	68
5.8.4.	Especificaciones para dispositivos móviles (smartphones y tablets):..	68
5.8.5.	Asequibilidad:	68
5.8.6.	Gestión de cuentas de usuario.....	69
5.8.7.	Sesiones planeadas	71
6.	CONSIDERACIONES ÉTICAS DE ESTA INVESTIGACIÓN	78
7.	DISEÑO, APLICACIÓN Y ANÁLISIS DEL PRE-TEST	79
7.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA.....	79
7.2.	PRE-TEST	79
7.2.1.	Disposición y aplicación del pre-test	80
7.2.2.	Análisis del pre-test.....	81
8.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO GAMIFICADO.....	87
8.1.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	87
8.2.	ELEMENTOS DEL ENTORNO GAMIFICADO	89

8.2.1.	Niveles	89
8.2.2.	Base de conocimiento	91
8.2.3.	Puntos de experiencia.....	92
8.2.4.	Artefactos	93
8.2.5.	Moneda	94
8.2.6.	Poderes.....	94
8.3.	COMPONENTE TECNOLÓGICO	95
8.3.1.	Creación del Entorno Gamificado a través de Genially	95
8.3.2.	Creación de los entrenamientos de los guardianes en ClassMana....	98
8.3.3.	Creación de los desafíos de los Guardianes a través de Wayground	104
9.	APLICACIÓN DEL ENTORNO GAMIFICADO	106
9.1.	Presentación e Inicio de la Aplicación.....	106
9.2.	Uso del Entorno Gamificado por parte de los estudiantes	110
9.3.	Elaboración del post-test	118
9.4.	Aplicación del Post-Test	119
10.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	123
10.1.	Tabulación y graficado de los datos recolectados en el post-test.....	123
10.2.	Análisis comparativo por pregunta entre el pre-test y el post-test	123
10.3.	Cálculo del Factor de Ganancia Normalizada (g de Hake).....	135
10.4.	Medición del entorno gamificado	136
10.4.1.	Interacción con el mapa de niveles.....	136
10.4.2.	Identidad tecnológica	137
10.4.3.	Eficacia de los desafíos contruidos	137

11.	CONCLUSIONES.....	141
12.	RECOMENDACIONES	143
13.	BIBLIOGRAFÍA	144

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Clasificación de los alimentos según la FAO	25
Tabla 2. Compuestos antioxidantes presentes por cada 100g de arándanos como alimento funcional	30
Tabla 3. Condiciones de uso a tener en cuenta en un alimento	36
Tabla 4. Características del Componente Bioactivo	37
Tabla 5. Alimento o categoría del alimento	38
Tabla 6. Componente bioactivo o alimento	38
Tabla 7. Tipos de estudios de carácter científico para declarar propiedad de salud en alimentos.....	38
Tabla 8. Investigaciones y estudios relacionados con los beneficios del arándano para la salud	44
Tabla 9. Investigaciones su contribución/beneficios de la gamificación al aprendizaje activo	48
Tabla 10. Investigaciones y su impacto en los estudiantes	49
Tabla 11. Posibles fases para un entorno gamificado	53
Tabla 12. Operacionalización de variables	61
Tabla 13. Herramientas de software seleccionadas	70
Tabla 14. Semana 1: Diseño, aplicación y análisis del pre-test	71
Tabla 15. Semana 2: Aplicación del entorno gamificado	72
Tabla 16. Semana 3: Aplicación del entorno gamificado	74
Tabla 17. Semana 4: Elaboración del post-test	75
Tabla 18. Semana 5: Aplicación del Post-Test a los estudiantes.....	76
Tabla 19. Disposición del pre-test.....	80
Tabla 20. Análisis del pre-test.....	82
Tabla 21. Niveles del Entorno Gamificado	89
Tabla 22. Teacher como base de conocimiento	91

Tabla 23. Puntos de experiencia.....	92
Tabla 24. Batalla contra monstruos en ClassMana.....	93
Tabla 25. Desafío del silencio en ClassMana	94
Tabla 26. Maná como la moneda oficial de ClassMana.....	94
Tabla 27. Poderes en ClassMana.....	94
Tabla 28. Creación del Entorno Gamificado a través de Genially.....	95
Tabla 29. Creación de los entrenamientos de los guardianes en ClassMana	98
Tabla 30. Creación de los desafíos de los Guardianes a través de Wayground ..	104
Tabla 31. Presentación del entorno gamificado	106
Tabla 32. Puesta en marcha del entorno (Nivel 1 – El Guardián Chemia).....	108
Tabla 33. Uso del Entorno Gamificado (Nivel 2 – El Guardián Terra Firma).....	110
Tabla 34. Uso del Entorno Gamificado (Nivel 3 – El Guardián Industrie)	113
Tabla 35. Uso del Entorno Gamificado (Nivel 4 – La Guardiana Salute)	115
Tabla 36. Elaboración del post-test.....	118
Tabla 37. Aplicación del Post-Test (La Torre del Gran Antus).....	119
Tabla 38. Recolección final de los datos.....	121
Tabla 39. Comparativa y análisis de la pregunta #1 entre el pre-test y el post-test	123
Tabla 40. Comparativa y análisis de la pregunta #2 en el pre-test y en el post-test	125
Tabla 41. Comparativa y análisis de la pregunta #3 en el pre-test y en el post-test	126
Tabla 42. Comparativa y análisis de la pregunta #4 en el pre-test y en el post-test	127
Tabla 43. Comparativa y análisis de la pregunta #5 en el pre-test y en el post-test	128
Tabla 44. Comparativa y análisis de la pregunta #6 en el pre-test y en el post-test	129
Tabla 45. Comparativa y análisis de la pregunta #7 en el pre-test y en el post-test	130

Tabla 46. Comparativa y análisis de la pregunta #8 en el pre-test y en el post-test131

Tabla 47. Comparativa y análisis de la pregunta #9 en el pre-test y en el post-test133

Tabla 48. Comparativa y análisis de la pregunta #10 en el pre-test y en el post-test134

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Árbol del problema.....	19
Figura 2. Características de los alimentos funcionales	27
Figura 3. Generalidades del arándano como alimento funcional	29
Figura 4. Valor nutricional de los arándanos.....	30
Figura 5. Estructura general de las antocianinas	32
Figura 6. Antocianinas de los arándanos.....	32
Figura 7. Ejemplo de etiqueta con varias declaraciones de función-estructura y con una excepción, en la cual se aclara que el alimento no es empleado para tratar o curar una enfermedad.....	41
Figura 8. Sello de aprobación de FOSHU.....	43
Figura 9. Plantillas disponibles en Genially.....	65
Figura 10. Herramientas para docentes en la plataforma ClassMana	66
Figura 11. Recursos tecnológicos de la plataforma	67
Figura 12. Gestión de cuentas de usuario	69
Figura 13. Precisión en el Desafío del Guardián Chemia	137
Figura 14. Precisión en el Desafío del Guardian Terra Firma	138
Figura 15. Precisión en el Desafío del Guardián Industrie	138
Figura 16. Precisión en el Desafío de la Guardiania Salute.....	139

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. CARTA DE AVAL INSTITUCIONAL	149
Anexo B. PRE-TEST	150
Anexo C. POST-TEST	153
Anexo D. PROTOCOLO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	156
Anexo E. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD TECNOLÓGICA Y USABILIDAD DE ENTORNO GAMIFICADO	158

GLOSARIO

- **Alimento:** es toda sustancia o materia que proporciona al cuerpo toda la energía y nutrientes indispensables para su funcionamiento, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022).
- **Alimento funcional:** es un alimento que posee altas concentraciones de vitaminas y minerales, los cuales no solo permiten el funcionamiento corporal, sino que pueden prevenir el envejecimiento celular y algunas enfermedades (FAO, 2022)
- **Arándano:** fruto con forma de baya con tonalidades azules y negras, con sabor dulce y comestible para el ser humano (FAO, 2022)
- **Compuesto antioxidante:** corresponde a una sustancia de origen natural o artificial cuyo propósito principal es contrarrestar los radicales libres en el cuerpo humano disminuyendo el daño por oxidación a las células (FAO, 2022)
- **Antocianinas:** hace referencia a los pigmentos solubles en agua y presentes en las vacuolas de las células de tipo vegetal. Proveen el color rojizo, púrpura y azulado a ciertas flores y frutos (FAO, 2022)
- **Educación:** hace referencia a un proceso que permite transmitir fácilmente conocimientos, destrezas y habilidades en los seres humanos, según lo indicado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (Mineducación, 2025)
- **Gamificación:** corresponde a una técnica vanguardista que permite hacer uso de la dinámica de los juegos en contextos serios como el educativo, con el ánimo de generar motivación en los estudiantes y una mayor fijación de los conocimientos (García, 2024)

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el proceso de enseñar química en el nivel de bachillerato enfrenta el desafío de superar modelos tradicionales que a menudo resultan abstractos y desmotivadores para los estudiantes, por lo que dificulta la comprensión de procesos moleculares de alta complejidad. Lo anterior se evidencia en el estudio de compuestos bioactivos, como las antocianinas de los arándanos, cuya importancia científica y nutricional es notable, pero sus beneficios suelen ser ajenos al interés de los educandos de últimos grados de colegio.

Esta investigación presenta relevancia académica y científica al plantear la aplicación de un entorno gamificado para enseñar las antocianinas antioxidantes de la fruta arándano; con esta herramienta se quiere transformar el aula en un escenario de aprendizaje activo, garantizando que los estudiantes de grado 11° sean los protagonistas de su proceso cognitivo. Lo anterior, teniendo en cuenta el conocimiento científico, el reconocimiento de los recursos naturales que se encuentran en el departamento de Boyacá, la perspectiva industrial y de la salud.

El presente documento proporciona la información necesaria referente a la tesis titulada “Entorno gamificado para el aprendizaje activo de antocianinas del arándano en estudiantes de grado 11°”, la cual se hizo necesaria en la medida que se quiso evidenciar que al utilizar un entorno gamificado permitiría a los estudiantes ya mencionados, aprender activamente sobre las antocianinas como compuestos antioxidantes de estos Alimentos Funcionales. La carencia de un entorno gamificado para este fin, así como la necesidad de garantizar el conocimiento de la actividad antioxidante de uno de los alimentos más cultivados y exportados en el Departamento de Boyacá hicieron parte del planteamiento del problema y la justificación de esta investigación. Seguidamente, se planteó el objetivo general, orientado a promover el aprendizaje activo sobre las antocianinas de los arándanos en los estudiantes a través de un entorno gamificado. Para ello, se aplicó un pre-

test, se diseñó y aplicó el entorno gamificado, y finalmente se evaluó la evolución del aprendizaje activo a través de un post-test.

Esta investigación estuvo soportada por un conjunto de antecedentes que recogieron los resultados de otros esfuerzos por demostrar la efectividad de la aplicación de la gamificación en el aula, así como el poder nutricional de los alimentos funcionales. El componente teórico dejó ver la clasificación de este tipo de alimentos, sus características, aquellos naturales o modificados, los compuestos antioxidantes y algunas otras generalidades. La metodología de este proyecto reflejó una investigación cuantitativa pre-experimental y todo un plan de fases de preparación, aplicación y evaluación de la intención.

Finalmente, se expresaron los resultados de esta investigación, junto con el análisis respectivo de los datos recopilados tanto en el pre-test como en el post-test y las conclusiones correspondientes respecto a la evolución del aprendizaje activo. Además de lo anterior, se presentó la bibliografía consultada, así como los documentos anexos que soportaron la tesis.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La carencia de una estrategia de aprendizaje activo sobre las antocianinas de los arándanos como alimentos funcionales en el contexto educativo en Tunja, Boyacá presenta una situación la cual debe atenderse. La población estudiantil compuesta por preadolescentes y adolescentes cuyas edades oscilan entre los 13 y 18 años, corresponde a un grupo en el que se debe hacer énfasis en este tema. Es bien sabido que el consumo de alimentos ultra procesados y comidas rápidas se volvió una constante en los estudiantes de bachillerato, puesto que existe todo un conjunto de características del entorno las cuales generan esta situación. Según el programa radial (Periódico UNAL, 2022) en el que se entrevistó a la directora de la Red Papás, Carolina Piñeros Ospina, el consumo de productos ultraprocesados se da en su mayoría en los niños y adolescentes, afectando su desarrollo cognitivo y óseo. Por lo anterior, esta población ignora rotundamente la existencia de las propiedades antioxidantes para la salud que presentan los arándanos.

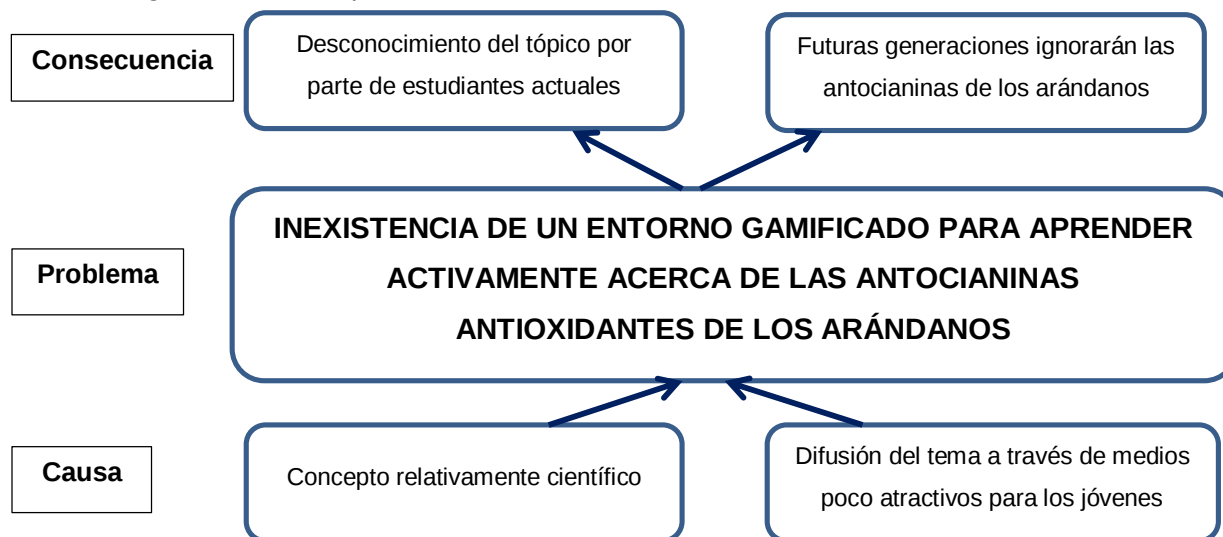
La sociedad de consumo y las grandes marcas han influido en los medios de comunicación a tal punto que sólo se habla de determinados alimentos ultra procesados y poco se difunden las antocianinas como sustancias químicas con propiedades antioxidantes presentes en alimentos funcionales, específicamente en los arándanos (Román & Quintana, 2010). Culturalmente, entre los jóvenes existe una fuerte tendencia hacia el movimiento masificado, es decir, las costumbres y las rutinas se extienden a través de medios sociales y tecnológicos, por lo que es habitual encontrar un mismo patrón de desconocimiento de un tema semejante entre personas de una misma edad o generación. Según (Dopico, 2022), la teoría de Bandura en 1982 indica que la mayoría del conocimiento que adquiere el ser humano se origina en sociedad, a través de la adquisición de aprendizajes de tipo personal, ambiental y conductual, puesto que, en el ejercicio de la observación a

otros individuos, los seres humanos adquieren nuevas habilidades y actitudes sin requerir de una praxis directa.

2.1.1. Identificación del problema.

El Colegio Nuestra Señora del Rosario, es una institución educativa del sector privado ubicada en el Centro Histórico de la ciudad de Tunja, en el Departamento de Boyacá, la cual ofrece el servicio de educación primaria y bachillerato. Dentro de su plan de estudios se encuentra la asignatura Química, que pertenece al área de Ciencias Naturales y Tecnología. Esta asignatura es orientada en el grado once y una de las temáticas abordadas tiene que ver con los compuestos orgánicos, en donde a su vez se estudian los antioxidantes como sustancias de tipo natural que permiten ralentizar el deterioro de las células. En este sentido, una de las aplicaciones más interesantes de los antioxidantes son las antocianinas presentes en los arándanos como alimentos funcionales, las cuales no son muy conocidas por los estudiantes al tratarse de un concepto relativamente científico.

Figura 1. Árbol del problema



Fuente: Elaboración propia

2.1.2 Pregunta de investigación.

Se proyecta la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de un entorno gamificado en el aprendizaje activo de las antocianinas como propiedades antioxidantes del alimento funcional arándano en la asignatura Química en los estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja?

2.2. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se cimienta en la abundancia agrícola del Departamento de Boyacá, caracterizada por la producción de los arándanos. Aunque existe una alta disponibilidad de esta fruta que es considerada alimento funcional, es un hecho el desconocimiento en los preadolescentes y adolescentes acerca de sus propiedades de tipo biomolecular. Sustentar este estudio requiere indicar que los estudiantes de grado 11 son un público con un potencial importante para converger los conocimientos de química orgánica, agrícolas, industriales y de la salud; por lo tanto, enlazar el estudio de las antocianinas y sus propiedades antioxidantes con su entorno geográfico cambia lo que se considera como un concepto abstracto en un aprendizaje que es útil social y nutricionalmente.

Bajo una óptica de la didáctica, esta investigación también encuentra su justificación en el requisito de sobrepasar los modelos de enseñanza tradicionalistas aplicados en las ciencias. La aplicación de un entorno gamificado no se limita a los fines de la recreación, por el contrario, se consolida como una estrategia de aprendizaje activo creada específicamente para optimizar la cognición del educando. El usar el pre-test y el post-test, apoyándose al final con la medición de la ganancia normalizada de Hake, le provee a la investigación de la robustez estadística requerida para comprobar estas nuevas metodologías. Una perspectiva como esta hace que únicamente no se aprecie un cambio en el aprendizaje, sino que permite medir con una gran objetividad lo efectivo de la mediación por tecnología, produciendo

resultados indudables sobre la forma se pueden cerrar las brechas de conocimiento en tópicos complejos como las estructuras químicas y su actividad biológica en la salud.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto de un entorno gamificado como estrategia de aprendizaje activo en la comprensión de las antocianinas del arándano y su capacidad antioxidante en estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja.

3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

Diagnosticar el nivel de aprendizaje activo en los estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja respecto a las antocianinas como propiedades antioxidantes del alimento funcional arándano, mediante un pre-test.

Diseñar un entorno gamificado basado en dinámicas de aprendizaje activo, que integre conceptos sobre la estructura química y la capacidad antioxidante de las antocianinas presentes en el arándano.

Aplicar un entorno gamificado para facilitar el aprendizaje activo de las antocianinas como propiedades antioxidantes del arándano en los estudiantes de grado 11° de Química del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja.

Contrastar el nivel de aprendizaje activo alcanzado por los estudiantes de grado 11° reflejados en el post-test, frente al inicial del pre-test, para determinar el efecto del entorno gamificado en la comprensión de las antocianinas y su capacidad antioxidante.

Determinar el factor de ganancia de aprendizaje normalizada (g de Hake) con el ánimo de cuantificar la efectividad del entorno gamificado en el fortalecimiento del aprendizaje activo sobre las antocianinas y su capacidad antioxidante.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES

En la investigación de Sarmiento (2006) denominada “Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación”, el autor realizó una revisión del estado actual de los alimentos funcionales desde varias perspectivas; en primera medida abordó el estado actual de los alimentos funcionales (fibras no digeribles, prebióticos, probióticos, vitaminas y biomarcadores), en segunda instancia su panorama mundial (Asia, Europa y América) y finalmente una mirada específicamente en Colombia. El autor pudo concluir que los alimentos funcionales han dado una nueva dirección a la nutrición para mejorar la calidad de vida en el mundo y que es deber de todos los gobiernos incentivar su desarrollo, investigación y comercio para el aprovechamiento de los recursos naturales, así como informar debidamente a los consumidores sobre sus beneficios de una manera objetiva y realista.

En la indagación de Fuentes et al. (2015) titulada “Alimentos funcionales Impacto y Retos para el Desarrollo y Bienestar de la Sociedad Colombiana”, los autores realizaron una revisión de tipo analítico a los alimentos funcionales, su tipología, usos, beneficios para la salud, impacto socioeconómico y la participación de los países en vía de desarrollo. Durante este proceso, los investigadores encontraron que los consumidores cada vez más prefieren alimentos que tengan propiedades de tipo funcional y fisiológico y por ende a nivel empresarial ha despertado el interés por informar a los consumidores sobre estas propiedades que le dan una plusvalía a los productos. Esta dinámica ha hecho que surjan nuevas ofertas de este tipo de productos en el mercado, ya sea modificados o naturales.

En el trabajo de Britez y Romero (2019), titulado “Conocimiento y consumo de alimentos funcionales en la comunidad académica de la Universidad Nacional del Chaco Austral”, indicaron medir el grado de comprensión sobre los alimentos funcionales y la frecuencia de su consumo en la comunidad académica de la

Universidad Nacional de Chaco Austral. Los autores encuestaron a 138 personas a través de muestreo no probabilístico, determinando que 54% tenía conocimiento de este tipo de alimentos; así mismo el 62% consume leches fortificadas, 63% pan con salvado y 54% cereales en la primera comida del día. A partir de lo encontrado, los autores indicaron implementar estrategias educativas en la comunidad de la universidad para incentivar la alimentación saludable.

En el documento de Zamora y Barboza (2020) titulado “Consumo de alimentos funcionales por estudiantes universitarios Ecuatorianos”, las investigadoras recalcaron que la importancia del consumo de alimentos funcionales en estudiantes universitarios es primordial para su adquisición de nutrientes, por lo que tuvieron como propósito determinar qué tanto consumen los estudiantes universitarios ecuatorianos los alimentos funcionales; lo aplicaron a 111 estudiantes del primer nivel y 59 de décimo año del programa de Medicina en el período 2018-2019. Las autoras obtuvieron que el 51,1% de los estudiantes consumen vegetales con compuestos bioactivos, el 78,2% manifestó comer frutas en donde el 89,4% indicó preferir la manzana, el 72% manifestó consumir yogurt con probióticos. Las investigadoras pudieron concluir que un gran porcentaje de estudiantes universitarios ecuatorianos consume alimentos funcionales debido a la presencia de compuestos fitoquímicos, carotenoides y vitaminas que contribuyen a la reducción del riesgo de sufrir enfermedades.

En la investigación de Moreno-Guerrero et al. (2022), titulada “Innovando en educación nutricional: Aplicación de la gamificación y recursos digitales en estudiantes de secundaria”, se expresó la necesidad de aplicar la tecnología y metodologías innovadoras para enseñar temas primordiales relacionados con la nutrición. Los investigadores tuvieron como propósito analizar el potencial de un plan educativo usando tecnología educativa como con gamificación. Para lo anterior, utilizaron un diseño cuasi-experimental en 237 estudiantes españoles de tercer grado de secundaria cuyos datos se recolectaron a través de un cuestionario. Los investigadores obtuvieron como resultados que la aplicación de la gamificación

en la enseñanza nutricional proporcionó una mayor motivación, autonomía, sentido del tiempo y mejores calificaciones durante las clases. Por lo anterior, los autores concluyeron que la gamificación es un método adecuado en la enseñanza de educación nutricional en la educación secundaria.

4.2. FUNDAMENTO CIENTÍFICO DESDE LA ÓPTICA DE LA QUÍMICA

La base del funcionamiento/desarrollo del cuerpo humano está sustentada por muchos pilares teóricos y ramas del conocimiento que tienen una postura muy específica para abordarlo. Pero, puntualmente, desde la óptica científica de la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, 2023), podría mencionarse que éste requiere, para su funcionamiento, de energía y de diferentes nutrientes como los carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales. Las bondades anteriores son provistas a través del consumo de tres tipos de sustancias; no transformadas, producidas y semiproducidas. Todas ellas aptas para su ingesta por parte de los seres humanos. A todo lo anterior, se le denomina “alimento”. Debido a la existencia de múltiples tipos de alimentos, el seleccionar el adecuado cobra una gran importancia. Para esto, existen varias clasificaciones, pero una de las más relevantes es la de la (FAO, 2023):

Tabla 1. Clasificación de los alimentos según la FAO

Grupo de alimentos	Ejemplo de productos alimentarios
Alimentos no procesados o mínimamente procesados	Frescos o crudos: Raíces, tubérculos, cereales, semillas, legumbres, hortalizas, frutas, frutos secos, proteína animal.
	<u>Secos</u> : Cereales (arroz, trigo, maíz, cebada), legumbres (maní, soja), hortalizas, frutas y tubérculos.
	<u>Harina de almidón</u> : Yuca, trigo y maíz.
	<u>Bebidas no azucaradas</u> : Jugos de fruta, café, agua en botella, té y leche (en polvo, condensada, fresca y fermentada).
Ingredientes culinarios no procesados	<u>Grasas y aceites</u> : Mantequilla, margarina, aceite de cocina, aceite de coco y de cacahuete, mantequilla clarificada.
	<u>Aderezos</u> : Miel, azúcar, sal y especias.

	<u>Purés y pastas:</u> Sésamo, tomate y maní.
	<u>Secos/ahumados:</u> Todo tipo de pescados (incluye enlatado).
Alimentos procesados	<u>Cerveza y vino</u>
Alimentos ultraprocesados	<u>Productos de confitería y dulces:</u> Pasteles, confituras, tartas y galletas.
	<u>Productos industriales:</u> Cereales para el desayuno, pan moderno y fórmulas para lactantes.
	<u>Carnes procesadas y enlatadas:</u> Salchichas.
	<u>Otras bebidas:</u> Bebidas espirituosas y refrescos.
	Comidas en restaurantes

Elaboración propia con base en la FAO

No obstante, según la (FAO, 2023) ha surgido un nuevo concepto relevante en el campo de la nutrición, el cual es el “alimento funcional”; aquel que posee un nivel importante de compuestos bioactivos que otorgan beneficios deseables a la salud (reduce el riesgo de desarrollar enfermedades), los cuales no son posibles de obtener por medio de la nutrición básica. Dichos alimentos, en la actualidad, han tenido una fuerte demanda, puesto que a nivel global muchas personas presentan síndrome del Post-COVID-19

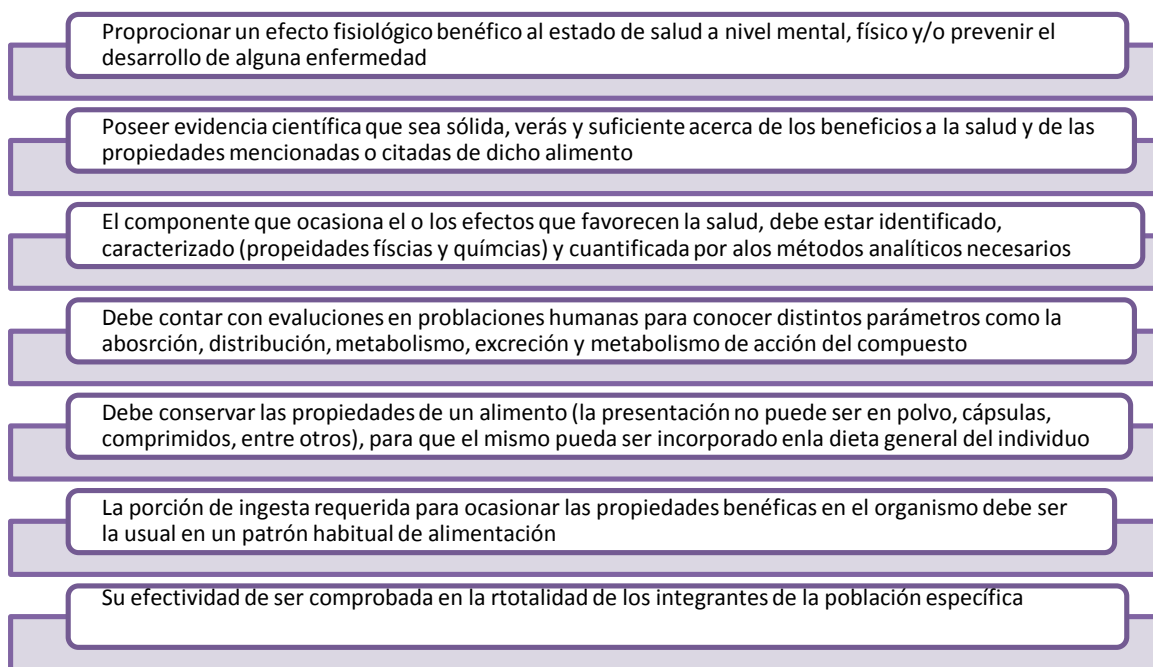
Para comprender el concepto mencionado, es necesario indicar la idea de Gámez-Villazana (2020) quien menciona que los compuestos bioactivos son sustancias o componentes que brindan beneficios fisiológicos (mejoran el funcionamiento de diversos sistemas como el respiratorio, cardiovascular, muscular, entre otros), lo cual favorece una mejor condición de salud y de nutrición. Algunos ejemplos de los anteriores son los lípidos poliinsaturados, los carotenoides, polifenoles, péptidos y sustancias azufradas; que a su vez son los compuestos más estudiados recientemente por los científicos y la industria alimentaria.

Según el (Instituto Nacional del Cáncer – NIH, s. f) los componentes bioactivos pueden tener diferentes propiedades como el carácter antioxidante, el cual hace que dichas sustancias puedan proteger las células de las afectaciones provocadas por los radicales libres; los cuales son moléculas sin estabilidad provenientes del proceso de oxidación que tiene lugar en el metabolismo. Dichos radicales libres

generalmente ocasionan diversas enfermedades en el organismo como el cáncer, derrames cerebrales y demás patologías del envejecimiento.

Los alimentos funcionales no sólo proporcionan los nutrientes básicos, sino que presentan en su composición una o más sustancias diferenciales, las cuales mejoran las funciones biológicas del consumidor. Cabe destacar que, para que un alimento sea nombrado como “funcional”, debe cumplir una serie de características mencionadas a continuación:

Figura 2. *Características de los alimentos funcionales*



Elaboración propia con base en: https://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/funcionales/alimentos_funcionales.htm

Por su parte, la clasificación de los alimentos funcionales obedece a dos grandes grupos:

- **Naturales:** Presentan compuestos benéficos de forma natural (sin que se haya transformado) (Universidad Alfonso X el Sabio – UAX, 2020)
- **Modificados:** Corresponde a los alimentos que se han transformado para que sean funcionales. Lo anterior puede ser por medio de agregación, incremento y/o retiro de un componente; también, al reemplazar un compuesto por otro o modificar la disponibilidad metabólica (UAX, 2020)

A nivel departamental, es importante mencionar la postura de la (Cámara de Comercio de Tunja, 2019), la cual opina que la presencia de distintos alimentos con potenciales naturales tiene cabida en diversos cultivos a nivel nacional, como es el caso del Departamento de Boyacá, considerado como un sector agrícola con una relevante fuente de alimentos distribuidos en la mayoría de los departamentos de Colombia.

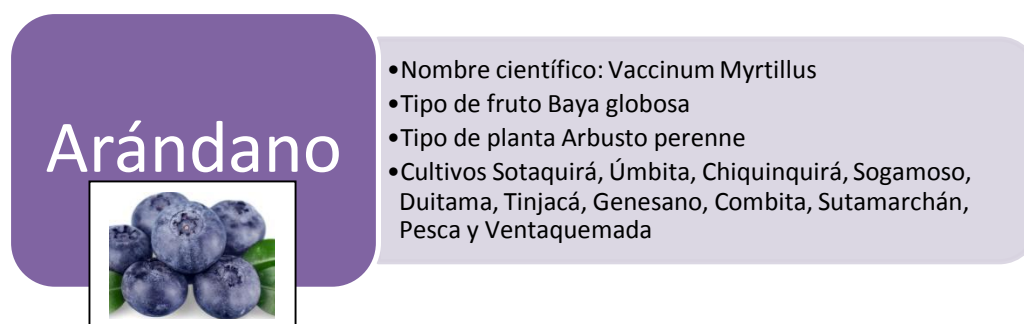
La magnitud de la actividad agrícola en dicho departamento se debe gracias a su ubicación en la región centro-oriente del país y su diversidad topográfica con variedad de pisos térmicos, puesto que la Cordillera Oriental atraviesa el departamento en sentido Sur-Norte. De acuerdo con la (Cámara de Comercio de Tunja, 2019) el territorio de Boyacá posee la totalidad de pisos térmicos por su variado relieve, cuenta con áreas de cultivos permanentes (cosecha de 12 meses o más posterior a la siembra y la planta no se abate después de la cosecha) de 184.820 ha, cultivos transitorios (duración menor a un año) de 109.359 ha y cultivos intercalados (simultáneamente o en distintas épocas del año se cultivan dos o más especies en el mismo terreno) de 14.943 hectáreas.

Según la (Gobernación de Boyacá, 2020), la gran parte de los ingresos económicos de los campesinos Boyacenses proviene de la venta de sus productos agrícolas en las plazas de mercado. En la actualidad, Boyacá cuenta con mercados de productores en las provincias de Ricaurte, Márquez, Occidente, Centro y Sugamuxi;

en los cuales se da la acumulación y adecuación de la producción, para que ésta posteriormente sea distribuida a los centros metropolitanos, con diversas rutas de comercialización como Boyacá a Bogotá y Boyacá a Bucaramanga. Sin embargo, gracias a la ubicación intermedia del departamento, se realiza la presentación de productos hacia Valledupar, Barranquilla, Santa Marta, Cartagena y Cúcuta, Adicionalmente, se conecta el Departamento de Boyacá con los Llanos Orientales vía Villavicencio; gracias al tramo Boyacá-Bogotá.

Algunas generalidades de los arándanos son las que se presentan en la siguiente figura:

Figura 3. Generalidades del arándano como alimento funcional



Elaboración propia con base en: <https://www.youtube.com/watch?v=mqQMOCWn7cM>

Respecto a la información nutricional de esta fruta (según Del Real, s. f) se puede mencionar que, es una fruta rica en fibra, vitamina C y K y baja en calorías; gracias a la elevada cantidad de vitamina C, a los arándanos se le atribuyen diversas propiedades a la salud como, por ejemplo, ejercer un efecto antioxidante en el organismo, aportar beneficios a los músculos, huesos y piel (asociados a la producción de colágeno).

Figura 4. Valor nutricional de los arándanos

Información Nutricional	Por 100 g,	% CDR
Energía (en kilojulios/kilocalorías)	57 Kcal / 238 kj	3,0%
Grasas	0,3 g	0,6%
Hidratos de Carbono	14,5	4,2%
Azúcares	9,9 g	19,8%
Fibra alimentaria	2,4	9,0%
Proteínas (en gramos)	0,7 g	1,5%
Sal (en gramos)	0 g	
Vitaminas		
Vitamina A (en microgramos)	54 µg	2,0%
Vitamina B9 (en miligramos)	6 µg	2,0%
Vitamina C (en miligramos)	9,7 mg	16,0%
Vitamina K (en microgramos)	19,3 µg	24,0%
Minerales		
Potasio (en miligramos)	77 mg	3,9%
Sodio (en miligramos)	1 mg	0%

Tomado de: <https://www.saludteca.es/arandanos-frutos/>

De acuerdo con (Agronet – MinAgricultura, 2021), el Departamento de Boyacá se destaca por su producción de alimentos naturales importantes como el arándano, puesto que este departamento es uno de los mayores exportadores de arándanos a nivel nacional y es uno de los protagonistas en mercados de Europa y Estados Unidos, superando el millón de dólares. Esta fruta se caracteriza por su alto contenido de compuestos antioxidantes que brindan diversos beneficios a la salud de los consumidores.

Los compuestos antioxidantes que presenta el arándano son:

Tabla 2. Compuestos antioxidantes presentes por cada 100g de arándanos como alimento funcional

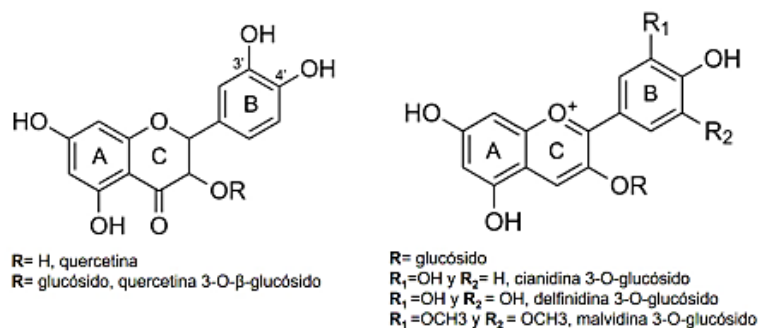
Alimento funcional	Compuestos antioxidantes	Previene
100g de arándano	Resveratrol (cantidad muy pequeña)	Cáncer de estómago
	Antocianinas (57 – 400 mg)	Trastornos oculares
	Pterostilbeno (99 – 520 ng)	Enfermedades cardíacas.

Elaboración propia con base en: <https://www.youtube.com/watch?v=mqQMOCWn7cM>

En el desarrollo de distintos procesos fisiológicos cotidianos en los seres vivos, se generan radicales libres, los cuales son productos secundarios del metabolismo celular (reacciones enzimáticas y obtención de energía en mitocondrias); la exposición a factores externos como la contaminación, el estrés, la dieta, entre otros, aumenta la producción de radicales libres y éstos afectan la membrana plasmática y organelos celulares. Sin embargo, la célula construye una protección específica a través mecanismos enzimáticos y no enzimáticos antioxidantes; como es el caso de los Carotenoides y Flavonoides obtenidos en los alimentos de la dieta. El empleo de antioxidantes naturales puede neutralizar la acción oxidativa a través del consumo de alimentos de origen vegetal conocidos como nutraceuticos al poseer compuestos orgánicos como las antocianinas que actúan como agentes antioxidantes en el organismo sin un efecto genotóxico (daño en el ADN) y citotóxico (daño, alteración o destrucción de las células vivas). (Villanueva, et al, 2023)

Los Polifenoles como las antocianinas (pertenecientes al grupo de Flavonoides) presentan en su estructura anillos fenólicos, los cuales desactivan los radicales libres, puesto que éstos son convertidos en moléculas estables. De igual forma, dichos anillos inhiben procesos celulares relacionados con el estrés oxidativo en los procesos de señalización celular. Los arándanos *Vaccinium corymbosum* contienen antocianinas con grupos fenólicos oxidables como cinidina-3-O-glucósido, malvidina-3-O-glucósido y delphinidina-3-O-glucósido; dichos grupos oxidables le permiten la función antioxidante a las antocianinas, puesto que se permite la donación de electrones para inactivar los radicales libres y proporcionar protección a las células frente al daño oxidativo. (Villanueva, et al, 2023)

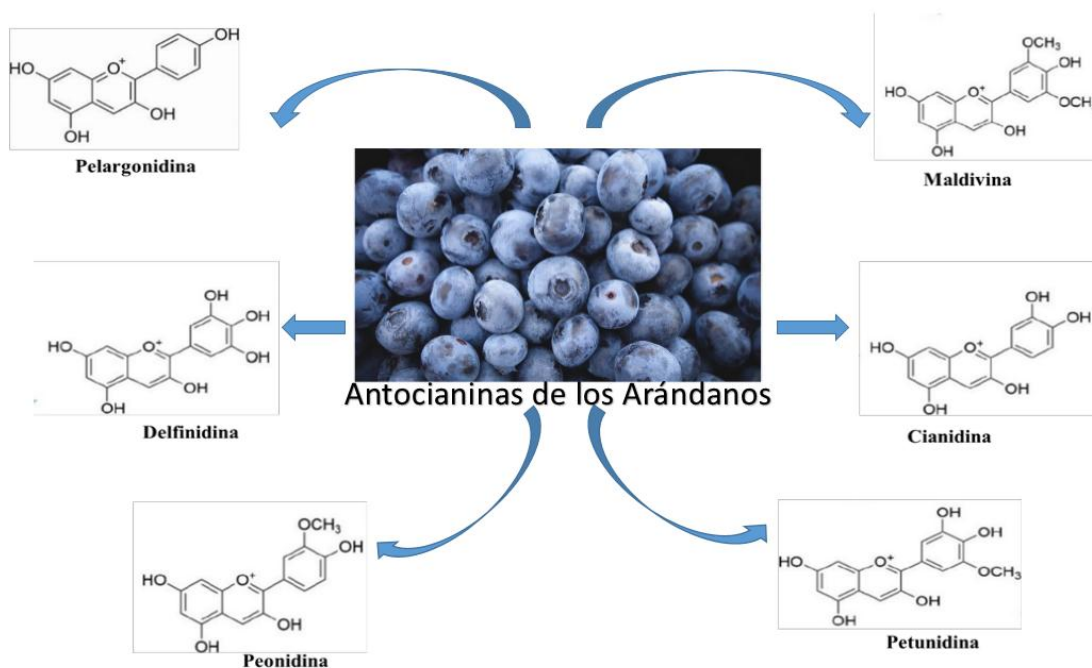
Figura 5. Estructura general de las antocianinas



Tomado de: <https://www.redalyc.org/journal/3442/344270031012/344270031012.pdf>

Verificar la estructura general de las antocianinas implica también revisar las diferentes variedades que existen de las mismas, por ende, la siguiente figura expresa específicamente los tipos de antocianinas presentes en los arándanos:

Figura 6. Antocianinas de los arándanos



Fuente: Elaboración propia con base en (Hernández, 2024)

La figura indica que existen en total 6 tipos de antocianinas con su estructura química definida, las cuales evidencian que la actividad antioxidante de los arándanos es más compleja de lo que comúnmente se sabría.

Las variedades de arándanos que principalmente se cultivan en el Departamento de Boyacá son Biloxi (en mayor cantidad por su elevada productividad, resistencia y adaptación al trópico), Emerald, y en menor porcentaje Legacy y Duke. Específicamente, un estudio demuestra que la variedad Biloxi posee un rango de actividad antioxidante del 90.8% a 93.9% (en cuanto a tasa de eliminación de radicales libres) y un contenido total de antocianinas de 28.55 a 43.75 mgC y 3G/100 gFW. El contenido de antocianinas en los arándanos depende de la variedad y del grado de maduración de la baya, ya que las mismas son pigmentos que le otorgan el color característico azul-purpura. (Caicedo & Hernández, 2024)

Estudios han demostrado que frutos con alto contenido de antocianinas (como los arándanos) poseen elevada actividad antioxidante contra radicales Oxígeno singlete, Peróxidos ($\text{ROO}\cdot$), Hidroxilo ($-\text{OH}$), superóxido ($\text{O}_2\cdot$) y promotores de radicales libre como el Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2). (Hernández, 2024)

Las antocianinas y su poder para la neutralización de radicales libres cumple una función esencial en la reducción del estrés oxidativo el daño celular, lo cual favorece la prevención de enfermedades crónicas como el cáncer. Dichos compuestos presentan una actividad antioxidante 50 veces mayor que la vitamina E y 20 veces mayor que la vitamina C. Debido a lo anterior, las antocianinas son los compuestos bioactivos con una capacidad antioxidante dominante en los arándanos del 84%. (Hernández, 2024)

La biodisponibilidad de las antocianinas está relacionada con la bioactividad de las mismas presentes en los arándanos, la cual está relacionada con la actividad antioxidante que éstas poseen frente al estrés oxidativo. Una vez, las antocianinas

están presentes en la circulación del cuerpo, se da la absorción y el metabolismo en el cuerpo humano; sin embargo, dichos compuestos son sensibles a distintos factores como el pH, la temperatura, la presencia de Oxígeno, entre otros. Las células epiteliales intestinales son las encargadas del metabolismo y son catalizadas por la microflora del colon. (Hernández, 2024)

Con respecto a la prevención del cáncer, los Flavonoides como las antocianinas son compuestos reconocidos por sus propiedades anticancerígenas, los cuales son obtenidos principalmente por la dieta. De la actividad de los Flavonoides se destaca la inhibición de la proliferación celular, detención del ciclo celular, la inducción a la apoptosis y agente pro-oxidante. Según (Hernández, 2024), existen estudios que demuestran que, los arándanos pueden considerarse una alternativa terapéutica en el padecimiento de diferentes tipos de cáncer como el de colon, puesto que investigaciones han enunciado que extractos de antocianinas provenientes de los arándanos pueden propiciar la apoptosis o muerte de células cancerosas e inhibir la multiplicación de las mismas; estudios en ratones demuestran que, la ingesta de arándanos frescos reduce significativamente el tamaño del tumor, impidiendo la proliferación de células de cáncer de ovario. Lo anterior es un referente que demuestra la actividad anticancerígena y la reducción del riesgo de padecer dicha enfermedad.

Todo este conocimiento acerca de las propiedades antioxidantes de los arándanos constituye en una muy buena oportunidad para que aquellos que tienen una alimentación poco saludable puedan aprender más respecto de lo que realmente consumen y de esta manera encuentren una alternativa más sana, la cual puedan transmitir a los integrantes de la sociedad.

4.3. LEGISLACIÓN EN COLOMBIA SOBRE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

Si bien es cierto, que el auge de los alimentos funcionales ha desencadenado una cultura de la alimentación sana, no todas las personas conocen acerca de los mismos. Desde el ámbito de la legislación en Colombia, aún no se catalogan este tipo de alimentos como funcionales, pero sí se les atribuye la característica de tener bondades para la salud basado en el hecho de los compuestos que los integran. Según la Resolución 333 de febrero de 2011 del (Ministerio de la Protección Social, 2011), existe toda una pauta a nivel nacional para el etiquetado de los alimentos, en donde también tienen cabida por supuesto aquellos cuyas propiedades naturales presentan beneficios para la salud. En el Artículo 21 de esta resolución, denominado “Tipos de declaraciones de propiedades de salud” se hace énfasis en la declaración de función de los nutrientes de un alimento en primer lugar, describiendo las bondades fisiológicas para el organismo y propone una afirmación basada en que dicho alimento es buena fuente de un cierto tipo de nutriente. Posteriormente, hace una declaración de propiedades de otras funciones, indicando que cierto alimento tiene una cantidad determinada en gramos de una sustancia que mejora una función o actividad biológica. Finalmente, declara propiedades que reducen el riesgo de enfermedades diciendo por ejemplo que una dieta balanceada y rica en cierta sustancia nutritiva puede reducir el riesgo de una enfermedad determinada y que el alimento en específico es alto en dicha sustancia.

Los alimentos o productos que presenten algún beneficio, bondad o propiedad de salud a nivel nacional, deben cumplir con lo establecido en la resolución 684 de 2012 expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud, 2012), en la cual se establece el protocolo para la aprobación de la declaración de nuevas propiedades a la salud que aporta el alimento de consumo humano de acuerdo con la relación ente los nutrientes u componentes bioactivos en el alimento y los efectos enunciados. Para lo anterior, (Minsalud, 2012) indica que es necesario contar con

estudios científicos para justificar la declaración de las propiedades de salud, los cuales radican en investigaciones realizadas en seres humanos y en poblaciones específicas como la infantil; según el tipo de beneficio que se busque declarar. Debido a lo anterior, para la solicitud de la misma, es necesario presentar la ponderación relativa de las pruebas de los diferentes tipos de estudios. De igual forma, son fundamentales las condiciones de uso, ya que se debe incluir los siguientes aspectos:

Tabla 3. Condiciones de uso a tener en cuenta en un alimento

Condiciones de uso a tener en cuenta en un alimento
La población a la cual está dirigida la declaración de propiedad de salud.
La proporción de compuesto bioactivo del alimento o en el alimento y el hábito de consumo que se necesita para lograr el beneficio declarado.
Si se requiere, la indicación de las personas que deben evitar el consumo del alimento o del componente bioactivo; el cual es el causante de la declaración de la bondad de salud.
En caso de ser necesario, advertir acerca del consumo excesivo del alimento o compuesto bioactivo, al representar algún tipo de riesgo de salud.
Si es necesario, mencionar restricciones acerca del uso y preparación de este.

Elaboración propia con base en (Minsalud, 2012)

En cuanto a procesos administrativos, (Minsalud, 2012) establece que el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) es la entidad encargada de la revisión de toda la documentación y de la evaluación de cada solicitud de declaración de propiedades de salud. Es importante mencionar que, una vez emitido el concepto por dicha entidad, las propiedades de salud aprobadas pueden verificarse reiteradamente empleando nuevas pruebas científicas que puedan cambiar las conclusiones emitidas acerca de la relación entre el alimento, compuesto bioactivo y efecto a la salud.

De igual forma, según (Minsalud, 2012) el fundamento científico es esencial, para lo cual, se requiere cumplir con distintos principios generales como los siguientes:

- Deben presentarse datos científicos favorables o desfavorables, publicados o no publicados, relacionados y oportunos a la declaración de las propiedades de salud y una revisión crítica (sistemática y transparente) de los resultados obtenidos en los estudios de investigación. Lo anterior, para fundamentar la declaración en datos científicos reales.
- Cuando la propiedad de salud no pueda cuantificarse directamente es necesario emplear los biomarcadores validados.
- Cabe destacar que, de acuerdo con (Minsalud, 2012) el fundamento científico de la declaración debe abarcar la totalidad de los valores científicos y la ponderación de las pruebas, las cuales deben indicar:
- La existencia real del efecto a la salud declarado que ocasiona el consumo del alimento y que aporte un beneficio a la salud del ser humano.
- Relación de causa-efecto e ingesta del alimento y el efecto expresado.
- Cantidad del alimento y patrón de consumo para obtener el efecto y que pueda lograrse por medio de una dieta equilibrada.
- Los grupos determinados de estudio de las características del alimento, los cuales deben extrapolarse a la población de destino.

Por otro lado, es importante suministrar toda la información acerca del compuesto bioactivo o alimento objeto de declaración de salud, de la siguiente forma según (Minsalud, 2012):

Tabla 4. Características del Componente Bioactivo

Componente Bioactivo
Propiedades físicas y químicas.
Composición nutricional.
Anexo de propiedades microbiológicas (si aplica).

Elaboración propia con base en (Minsalud, 2012)

Tabla 5. Alimento o categoría del alimento

Alimento o categoría de alimento
Características físicas y químicas y composición nutricional.
Una descripción que abarque la caracterización de la matriz alimentaria.
Propiedades de los compuestos bioactivos que tienen que ver con la declaración de la propiedad de salud y la magnitud requerida por porción para alcanzar el beneficio.

Elaboración propia con base en (Minsalud, 2012)

Tabla 6. Componente bioactivo o alimento

Componente bioactivo y alimento:
Especificación de métodos de análisis aplicados al alimento.
Almacenamiento y vida útil del producto objeto de la declaración de salud.
En caso de que el efecto declarado no dependa de la absorción (fibra, bacterias ácido-lácticas, fitoesteroles, entre otros) es necesario anexar los datos oportunos y razones que sustenten el efecto benéfico del componente a la salud.
Información sobre los factores que puedan modificar el efecto del componente bioactivo.

Elaboración propia con base en (Minsalud, 2012)

De igual forma, en dicha resolución se establecen los tipos de estudios de carácter científico que deben desarrollarse para la solicitud de declaración de propiedad de salud en un alimento, se presentan a continuación (Minsalud, 2012):

Tabla 7. Tipos de estudios de carácter científico para declarar propiedad de salud en alimentos

Tipos de estudios de carácter científico para declarar propiedad de salud en alimentos
Ensayos clínicos, estudios controlados aleatorios y otros aleatorios (no controlados), estudios controlados (no aleatorios).
Estudios de observación se seres humanos, estudios de cohortes, estudios de control de casos, estudios transversales, estudios de repostes de caso.
Estudios de biodisponibilidad.

Elaboración propia con base en (Minsalud, 2012)

Por su parte, la Resolución 2492 que modifica ciertos artículos de la resolución 810 de 2021, ratifica los conceptos de las declaraciones de nutrientes (enumeración de los mismos en el alimento), de propiedades de otras funciones (efectos benéficos sobre funciones o actividades biológicas), de propiedades de la salud (relación entre un componente del alimento y la salud), de propiedades nutricionales (características particulares más allá de su valor energético, proteínas, grasas, carbohidratos y fibra dietaria, entre otros) y de propiedades de reducción de riesgos de enfermedad (alteración significativa de los factores de riesgo involucrados en el desarrollo de una enfermedad).

Como ha quedado evidenciado, aunque en Colombia no exista literalmente una disposición legal que clasifique a estos alimentos como funcionales, sí permite a los consumidores tener claridad y la información suficiente de cuáles alimentos pueden coadyuvar en el mejoramiento de sus funciones biológicas e inclusive cuáles pueden tratar algunas enfermedades. En contraste, países como Brasil, presenta mayor avance legislativo sobre los alimentos funcionales; la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA), se encarga de la regulación de estos y los alimentos con algún tipo de declaración de bondad a la salud. En los años 2022 y 2023, se actualizó dicha legislación al incorporar las “Instruções Normativas” [Instrucciones Normativas] n.º 75 y 76/2020, y RDC n.º 429/2020, las cuales buscan la transparencia científica y el etiquetado claro, tras la armonización con el Codex Alimentarius y las prácticas a nivel internacional. De igual forma, en Brasil son reconocidos los alimentos con declaraciones a la salud bajo el nombre de alimentos funcionales, puesto que, la ANVISA define al alimento funcional como aquel alimento o ingrediente que, además de sus funciones nutricionales básicas, al consumirse como parte de una dieta habitual, produce efectos metabólicos o fisiológicos beneficiosos para la salud, debidamente comprobados científicamente." (ANVISA, s. f). Es importante mencionar que, dicho organismo presenta dos clasificaciones (alimento funcional con beneficios aprobados científicamente y

alimentos con propiedades saludables. De igual forma, se requiere el cumplimiento de los siguientes requisitos para los alimentos funcionales:

- Presentar evidencia científica sólida.
- Revisión toxicológica del ingrediente.
- Dosis segura y efectiva.
- Cantidad mínima requerida del ingrediente que debe proporcionar el alimento.
- Declaración precisa y clara en la etiqueta (sin información engañosa).

Debido a lo anterior, Es necesario que este concepto relativamente nuevo, y que tiene bastante eco en el exterior permee en la población colombiana para que tenga un efecto correcto. Una buena pedagogía en este tema es fundamental para que llegue a la población objetivo, es este caso los estudiantes. Según Dewey (1916/2016), la educación es el proceso a través del cual se facilita el aprendizaje, se pulen conocimientos, hábitos y valores en un individuo.

4.4. NORMATIVIDAD DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES A NIVEL INTERNACIONAL

Los alimentos funcionales han tomado mucha relevancia, popularidad e importancia a nivel mundial. La legislación correspondiente a dichos alimentos en países como Estados Unidos, es un tema que cuenta con una mejor estructura y regulación en comparación con América Latina; sin embargo, en la actualidad no se presenta una definición formal para los alimentos funcionales, pero, se relaciona con aquellos que suministran beneficios más allá de la nutrición básica (función-estructura). En palabras de (National Institutes of Health, s.f) la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) establece reglas para los alimentos funcionales que dependen de la forma como el productor comercialice el alimento para el consumidor. Desde 1994, la FDA emitió la Ley de Suplementos Dietéticos, Salud y Educación (DSHEA),

en la cual se incorpora los alimentos funcionales o alimentos que tengan alguna característica o bondad a la salud, en ésta se atribuye la responsabilidad a los fabricantes sobre la seguridad y el etiquetado; como también, por medio de dicha ley, se establece los protocolos necesarios que se deben cumplir para que dichos alimentos sean comercializados de manera correcta; asegurando que las etiquetas nutricionales contenga información verdadera y presentada correctamente y si se cuenta con alguna declaración o afirmación a la salud, ésta se encuentre respaldada científicamente y regulada de forma adecuada.

Figura 7. Ejemplo de etiqueta con varias declaraciones de función-estructura y con una excepción, en la cual se aclara que el alimento no es empleado para tratar o curar una enfermedad.



Tomado de: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS213>

De igual manera, en la Unión Europea (UE), (Gobierno de España, s. f) no presenta una definición de alimentos funcional, pero, cuenta con el Reglamento El Reglamento (CE) n.º 1924/2006, en el cual se establecen los parámetros para las declaraciones nutricionales y beneficios a la salud de los alimentos, con el objetivo de proteger a los consumidores, garantizando que dichas declaraciones estén sustentadas en pruebas científicas y se presenten de forma clara y precisa. También, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), es la autoridad encargada de evaluar las pruebas científicas de dichos alimentos. La declaración

saludable presenta distintas categorías, las cuales son (Parlamento Europeo y del Consejo, 2006):

Declaración según Artículo 13.1

- Función de crecimiento y desarrollo a nivel corporal que presente un nutriente o una sustancia.
- Funciones de comportamiento y psicológicas.
- Control de peso, reducción de la sensación del hambre, aumento de saciedad, disminución del aporte energético de la dieta y para adelgazar.

Declaración según Artículo 13.1

- Reducción del riesgo de enfermedad.
- Crecimiento y salud de la población menor.

Cabe resaltar que, la normativa hace énfasis en que dichos beneficios no se les pueden atribuir la característica de curar o tratar algún tipo de enfermedad.

Sin duda el país con la normatividad mejor definida y específica acerca de los alimentos funcionales es Japón, puesto que en palabras del Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de Japón (MHLW, s. f) cuenta con el sistema Alimentos para Usos Específicos de Salud (FOSHU), el cual hace referencia a alimentos que contengan ingredientes con funciones para la salud y que se encuentren científicamente comprobados para declarar efectos fisiológicos en los seres humanos. Los FOSHU son un tipo de alimento que promueve la salud y son empleados por personas que requieran controlar distintas afectaciones médicas (colesterol en la sangre, presión arterial, entre otros). Cabe mencionar que, para que sea factible la comercialización de un alimento funcional, es necesaria la evaluación de la inocuidad, funciones para la salud y la declaración debe ser aprobada por este mismo ministerio japonés.

Los requisitos establecidos para considerar un alimento como FOSHU son según (MHLW, s. f):

- Demostración científica de la eficiencia del alimento en el cuerpo humano.
- No presentar problemas de seguridad (estudios de toxicidad en animales y demostración de efectos por ingesta en exceso).
- Empleo de ingredientes nutricionales aprobados.
- Contar con métodos de calidad, métodos de análisis y especificaciones de los ingredientes.

Adicionalmente, se tienen las siguientes clasificaciones:

- **FOSHU calificado:** Corresponde a los alimentos con funciones de salud que no cuentan con evidencia científica requerido para el nivel FOSHU o el alimento cuenta algún beneficio, pero no tiene establecido el mecanismo del componente que le proporciona la función.
- **FOSHU estandarizado:** La norma plantea los estándares y requisitos que el alimento debe cumplir para ser considerado para contemplarse como FOSHU y la evidencia científica necesaria.
- **Reducción de riesgo de enfermedad:** La declaración está permitida cuando el ingrediente del FOSHU cuenta con la evidencia clínica y nutricional de la reducción del riesgo.

Figura 8. Sello de aprobación de FOSHU



Tomado de: <https://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/02.html>

Al analizar el marco normativo internacional, se puede mencionar que, aunque no se cuenta con una declaración formal de los arándanos como alimentos funcionales, en países como Estados Unidos, los Institutos Nacionales de la Salud (NIH) y el Departamento de la Agricultura de EE. UU (USDA), en la actualidad están realizando diferentes investigaciones y estudios acerca de los beneficios de esta fruta a la salud, de acuerdo con el National Institutes of Health (NIH, 2024):

Tabla 8. Investigaciones y estudios relacionados con los beneficios del arándano para la salud

Título	Autores	Aspectos relevantes
El estado de la ciencia sobre los beneficios de los arándanos para la salud: una perspectiva	(Stull et al., 2024)	Se presenta evidencia prometedora sobre los beneficios a la salud que genera el consumo de arándanos en cuanto a la salud cardiovascular, prediabetes, diabetes tipo 2, la función cognitiva, salud intestinal, entre otro.
Descubriendo los mecanismos del desarrollo de alimentos funcionales a base de arándanos: una revisión actualizada y completa	(Rashwan et al., 2023)	Los arándanos frescos y los productos derivados presentan distintas actividades biológicas, como, por ejemplo, efectos antioxidantes, antiinflamatorios, cardioprotectores, neuroprotectores, anticancerígenos, entre otros. Son considerados útiles como alimento funcional para la salud humana.
Investigaciones recientes sobre los beneficios para la salud de los arándanos y sus antocianinas	(Kalt et al., 2019)	Describe evidencia que deja ver las funciones de los arándanos y las antocianinas en la salud humana, proporcionando evidencia clínica y observacional en seres humanos, investigaciones mecanicistas con modelos animales e in vitro.

Fuente: Elaboración propia con base en (NIH, 2024)

Con respecto al contexto europeo, una publicación realizada por el gobierno de Madrid sobre alimentos funcionales reconoce como nutraceuticos o compuestos

bioactivos a los antioxidantes fenólicos (específicamente las antiocianinas) provenientes de los arándanos su aplicación en la prevención del cáncer, envejecimiento celular y colesterolemia (Dirección General de la Salud Pública y Alimentación, 2007).

4.5. CONTEXTO PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO: UNA MIRADA HACIA EL CONSTRUCTIVISMO, EL APRENDIZAJE ACTIVO Y SU CUANTIFICACIÓN

El aprendizaje es un proceso a través del cual se pueden adquirir nuevos conocimientos mediante la vivencia de experiencias tanto formales como informales. Entre más importante o significativo es el proceso, más duradero será el conocimiento en la persona. Puede considerarse como una transición progresiva entre un estado inicial hacia un nuevo estado completamente superior debido a la apropiación de nuevas habilidades y valores de la sociedad garantizando un crecimiento individual a su vez. (Velázquez, Ulloa y Hernández, 2009)

La teoría constructivista determina que el conocimiento no se limita a copiar la realidad, por el contrario, corresponde a un proceso individual en donde cada sujeto crea su propio saber partiendo de representaciones previas, así como su contacto con el entorno. Esta corriente cuyos autores más destacados son Piaget y Vigotsky hace hincapié en que el aprendizaje es interno y social. Por su parte, las investigaciones del orden cuantitativo conllevan a la comparación del esquema mental del educando previo y posterior a tener contacto con una situación que le genere un conflicto cognitivo, lo que en algunos casos se denomina como la intervención pedagógica.

Específicamente hablando de aprendizaje, la tipología que más se acopla para propiciar el escenario pedagógico y didáctico mencionado es el aprendizaje activo, el cual hace que los estudiantes tengan un rol imprescindible en el proceso

educativo. En palabras de la (Escuela de Profesores del Perú, s. f), la corriente del constructivismo social se basa en la relevancia que existe en la interacción social y el contexto socio-cultural en el desarrollo cognitivo de cada persona. Contrario a los modelos pedagógicos antecesores, el constructivismo plantea principalmente que el desarrollo humano es un proceso netamente sociocultural; a través de esta corriente es posible la adquisición del aprendizaje activo. En este tipo de aprendizaje el estudiante realiza actividades como razonar, reflexionar, buscar información a partir de lo que le ofrece su entorno, practicar los conocimientos y habilidades adquiridas, entre otros; lo anterior, para propiciar el desarrollo de recuerdos a largo plazo y la comprensión profunda de los temas y conocimientos impartidos en el aula.

En palabras de (Prince, 2004), el núcleo del aprendizaje activo hace que los estudiantes sean direccionados a llevar a cabo diversos tipos de actividades para que los saberes permeen en cada uno de ellos. En este punto, se emplean herramientas que permiten hacer más motivador el proceso, entre las cuales se destaca la gamificación, debido a que garantiza un entorno con opciones de retroalimentación prácticamente en tiempo real, donde los individuos se sienten verdaderamente animados, haciendo más sencilla la construcción de los saberes.

El determinar la evolución y el impacto del aprendizaje activo hace prácticamente obligatorio el aplicar instrumentos de medición robustos. De acuerdo con Campbell y Stanley (1966/2015), la puesta en marcha del pre-test y del post-test pone de manifiesto un referente inicial denominado como (O1) cuyo propósito es calcular el nivel de previo del estudiante. Lo que se denomina como el Diseño del Pre-test y el Post-test soporta de manera contundente el aprendizaje activo debido a que, en principio, el pre-test, sirve como una especie de mecanismo de diagnóstico de los preconceptos y adicionalmente la cuantificación de la evolución a través del post-test identificado como (O2) hace que sea posible verificar el transcurrir del educando partiendo de un conocimiento inocente hacia uno más orientado a lo científico.

Apoyado a lo anterior y sin lugar a dudas, la convergencia definitiva existente entre la teoría del constructivismo de Vygotsky y el aprendizaje activo la edifica Richard Hake (1998) quien cambió la forma de valorar este tipo de aprendizaje al evidenciar que un crecimiento en las calificaciones de un estudiante no es causal para poder argumentar acerca del vigor de una investigación. Para Hake (1998), lo satisfactorio de una estrategia basada en el aprendizaje activo debe calcularse finalmente mediante el índice de ganancia normalizada; su contribución más fidedigna con más de 6.000 educandos es la evidencia más veraz que los métodos interactivos conllevan a ganancias más trascendentales comparadas con las de los métodos tradicionales, sin que se tengan en cuenta el nivel de partida del estudiante.

Hake (1998) propuso en su investigación el factor de ganancia normalizada, el cual se calcula a partir de los resultados porcentuales entre el instrumento de partida y el instrumento de salida, para lo cual en términos matemáticos se tiene lo siguiente:

$$g = \frac{\%postest - \%pretest}{100\% - \%pretest}$$

Según Hake (1998), la forma de interpretación de esta ganancia normalizada se hace a partir de los siguientes rangos definidos:

Nivel bajo de ganancia: $g < 0.3$

Nivel medio de ganancia: $0.7 > g \geq 0.3$

Nivel alto de ganancia: $g \geq 0.7$

En ese sentido, la técnica de Hake (1998) permite cuantificar la evolución del aprendizaje activo, debido a que su metodología reacciona notablemente a todas las modificaciones que surjan en entornos interactivos, como, por ejemplo, uno gamificado.

Los términos entorno gamificado, constructivismo y aprendizaje activo se encuentran relacionados en diversas investigaciones; puesto que, presentan como enfoque colocar al educando como protagonista en el proceso de formación. El aprendizaje activo centra la mirada en la explicación crítica y la aplicación práctica del conocimiento, lo cual es posible por medio de los retos que proporciona gamificación, que, a su vez, provoca la motivación y participación equitativa y constante del estudiante; lo anterior, se puede observar en distintas investigaciones consignadas en la siguiente tabla:

Tabla 9. Investigaciones su contribución/beneficios de la gamificación al aprendizaje activo

Autor y año	Contribución de la gamificación al aprendizaje activo	Beneficios de la gamificación y el aprendizaje activo
(Zambrano & Solano, 2025)	Herramientas digitales la gamificación reforzó el aprendizaje activo al aumentar la motivación, la conexión de aprendizajes previos y nuevos detención de conocimientos; por medio de la generación de entornos innovadores y participativos para educandos.	Mencionaron que la gamificación incentivó el pensamiento crítico, la autonomía y la creatividad en los estudiantes. Generó experiencias significativas que modificaron los procesos enseñanza/aprendizaje en espacios colaborativos y motivadores.
(Ulloa & Carcausto, 2024)	Manifestaron que la gamificación promovió el aprendizaje activo a nivel universitario, puesto que, llevó al desarrollo de competencias específicas como la resolución de problemas y la comunicación; lo cual, favoreció el compromiso estudiantes a través de desafíos.	Se recalcó bondades como el aumento en el rendimiento académico, la motivación, actitud positiva y autonomía. También, la capacidad de retener conocimientos en los estudiantes de universidad.
(De Vega, 2024)	Recalcó el uso de la gamificación como herramienta para mejorar la actitud de los educandos hacia el aprendizaje tras la combinación de metodologías activas y dinámicas lúdicas, para mejorar el	Destacó beneficios como el trabajo cooperativo, la adquisición de experiencias significativas y la autonomía en los estudiantes; lo cual, permitió

	rendimiento académico en la educación secundaria.	manifestar que la gamificación es una estrategia innovadora que complementa los procesos de educación.
(Portero & Medina, 2025)	Concluyeron que la gamificación fomentó el aprendizaje activo al brindar retroalimentación en el momento, narrativas interesantes y objetivos claros; lo cual, permitió el esfuerzo constante de los estudiantes en las actividades educativas planteadas.	Manifestaron que las estrategias gamificadas ocasionaron la competencia sana, la autoconfianza y la cooperación con los compañeros. Lo anterior, permitió ver que esta metodología mejora la motivación intrínseca y extrínseca en educandos de distinto nivel académico.

Fuente: elaboración propia con base en (Bonifaz, et al, 2025)

Por su parte, también se consultaron y plasmaron en la siguiente tabla diferentes investigaciones relacionadas con la gamificación y el aprendizaje activo, sus efectos y competencias cognitivas:

Tabla 10. Investigaciones y su impacto en los estudiantes

Autor y año	Impacto de la gamificación en el aprendizaje activo	Efectos de motivación en estudiantes	Competencias cognitivas y socioemocionales adquiridas
(Zumba et al., 2024)	Incidió positivamente en el rendimiento académico y participación de los estudiantes por medio de la modificación de clases normales en prácticas activas por medio del uso de las TICs, ocasionando un ambiente dinámico en grado séptimo.	Aumentó el interés por aprender en los educandos. Fomentó la creatividad en las actividades escolares.	Se adquiere la creatividad, la investigación y la innovación; ocasionando un aprendizaje dinámico e integral en el aula.

(Olmedo et al., 2024)	La gamificación en aulas virtuales reforzó el aprendizaje activo, puesto que permitió promover el compromiso y personalización del recurso dinámico; lo cual, mejoró el rendimiento académico.	Provocó mayor participación y buena disposición frente a los procesos de formación.	Aumentó el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y el razonamiento crítico; estimulando las habilidades blandas para entornos escolares como profesionales.
(Castellano et al., 2025)	La gamificación mejoró la permeabilidad de conocimientos y la participación de forma activa en educandos de primaria	Impulsó la motivación intrínseca por medio de las recompensas los desafíos, despertando el interés de los estudiantes en los procesos educativos.	Reforzó la memoria de conocimientos, la habilidad en resolver problemas, empatía y la relación de la parte cognitiva con lo socioemocional.
(Villavicencio et al., 2025)	La gamificación promovió es diferentes niveles escolares las experiencias activas y dinámicas por medio de un ambiente de motivación.	Los educandos dejaron ver entusiasmo y participación en las actividades propuestas con base en los objetivos planteados.	Se incentivó la creatividad, el pensamiento lógico, la comunicación, la autonomía y la relación de lo social con la parte académica.
(Mera et al., 2025)	La gamificación permitió la inclusión e igualdad en el salón de clase a través de experiencias activas que modificaron la práctica pedagógica.	Generó motivación extrínseca e intrínseca, ocasionando que los educandos demostrarán mayor compromiso con las actividades y los contenidos temáticos.	Se fomentó el pensamiento crítico, la autonomía, la resolución de problemas, la colaboración, en pro del desarrollo integral de los estudiantes.

Fuente: elaboración propia con base en (Bonifaz, et al, 2025)

La información expresada en las tablas anteriores, (Bonifaz, et al, 2025) deja ver que la gamificación se consolida como una herramienta pedagógica que permite impulsar e innovar el aprendizaje activo en diferentes niveles educativos en el aula de clase, lo cual demuestra su potencial al estimular la creatividad y el interés de los estudiantes en los procesos de enseñanza/aprendizaje. Lo anterior, debido a la bondad de la gamificación al trasladar la dinámica de los videojuegos en un contexto serio como la academia. Sin duda alguna, la motivación es el motor principal en este tipo de metodologías pedagógicas, puesto que el mantener la atención de los estudiantes durante todo el proceso hace que los resultados finales sean los esperados.

De acuerdo con (Medina, 2024), tras la reciente demanda de las modificaciones en las técnicas y metodologías empleadas en el aula por el docente a la hora de impartir un tema, el aprendizaje experimental se hace presente en la búsqueda de estrategias innovadoras que capturen la atención y aumenten el interés de los educandos en los procesos de enseñanza/aprendizaje, puesto que, el mismo favorecer la comprensión de conocimientos por medio de experiencias específicas, logrando involucrar a los estudiantes en una situación concreta y fomentar el análisis de la misma empleando los sentidos; lo cual, incentiva la participación activa, la adquisición y la aplicación de conceptos y conocimientos en un contexto simulado y práctico.

Existen muchas metodologías que han emergido para proveer ese aspecto motivacional en el aula. Sin embargo, existe una que llama la atención por su capacidad para encontrar en el juego una oportunidad para permear mejor los conocimientos, la gamificación. En palabras de los autores (Zichermann & Cunningham, 2011) esta técnica percibe la situación problema a abordar como un ecosistema en el que muchos actores intervienen entre sí, de manera colaborativa, pero a la vez competitiva. Por lo anterior, la gamificación como tal permite llevar la

misma dinámica de los videojuegos a una situación académica, haciendo más emocionante el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Si bien el surgimiento de los juegos de video en los años 80's generó una nueva tendencia entre las personas, especialmente, en los jóvenes, dio paso a su aplicación en otras dimensiones del ser humano. Según (Malvido, 2019), el profesor Thomas Malone fue el encargado de catapultar esta metodología desde lo empresarial hacia lo educativo, a través de su estudio de motivaciones de los juegos en red en procesos de enseñanza/aprendizaje. De esta manera, la gamificación en todo el sentido de la palabra garantiza la combinación de muchas variables en un paradigma que se enfoca en el alcance de resultados usando aspectos motivacionales. Sin importar la complejidad del tema a impartir, la gamificación permite sacar el máximo provecho del potencial de los videojuegos para que el estudiante incursione en un contexto ficticio, pero totalmente lúdico.

Las técnicas más sobresalientes de la gamificación se encuentran en la manera de premiar a los educandos. Acumular puntos por ejemplo hace que se valore cuantitativamente el desarrollar o alcanzar ciertos logros. Por su parte, subir de nivel orienta el aprendizaje por etapas, al estilo como se llevaría a cabo en un juego de video tradicional. Obtener recompensas corresponde al aspecto motivacional, el cual hace trascender las actuaciones del mundo ficticio en consecuencias positivas en el mundo real, como por ejemplo premiar la asistencia, la disciplina y la participación en el aula. La posibilidad de generar un cuadro clasificatorio o ranking, los desafíos y las misiones, también hacen parte de todas las bondades y el potencial que tiene esta metodología innovadora (Malvido, 2019).

Adicionalmente, en la ejecución del entorno gamificado en el aula, el docente desempeña un papel fundamental, puesto que, mantener latente el interés de los educandos por aprender, es primordial; el docente proporciona espacios que despiertan la curiosidad, el interés por descubrir y adquirir nuevos conocimientos al

poner a prueba las capacidades que poseen los estudiantes por medio de la búsqueda de respuestas para comprender el mundo. Debido a lo anterior, la labor del docente debe visualizarse más allá de la transmisión de conocimientos; este enfoque pedagógico, se basa en adaptar las herramientas a los requerimientos de los estudiantes y la capacidad de usar los recursos de gamificación de la forma más eficiente, con el objetivo de desarrollar y aplicar dicho entorno de manera efectiva.

Para la construcción del entorno gamificado es importante definir ciertos elementos del juego como las dinámicas, mecánicas y los componentes. También, el diseño de actividades y ejercicios que busquen que el educando sea el protagonista principal. De igual manera, es esencial definir ciertos parámetros para que sea posible diseñar dicho entorno, como es el caso del objetivo, delimitar el comportamiento, descripción de perfiles de jugadores, construcción de actividades de aprendizaje, aplicación de herramientas de trabajo y diversión (Solís & Marquina, 2022)

El proceso de elaboración del entorno gamificado se centra en la definición de las dimensiones o categorías, en donde se busca establecer las dinámicas o motivaciones de los participantes (competitividad, curiosidad, exploración de retos, entre otros), mecánicas (reglas, resolución de problemas, niveles, progreso, entre otros) y componentes o parte visible (puntos, recompensas, avatares, historia del juego, entre otros). Adicionalmente, existen fases establecidas, en las cuales se encuentran las siguientes según (Solís & Marquina, 2022):

Tabla 11. Posibles fases para un entorno gamificado

Fase	Definición
Planificación de la actividad gamificada	Se determinan las sesiones de clase, los niveles del juego, logros, bonificaciones, puntaje y dar a conocer los resultados.

Ejecución de la actividad planificada	Creación de la sesión de clase, diseño de las actividades de aprendizaje (relacionadas con los puntajes, premios y niveles que se espera alcanzar en la sesión).
Seguimiento de la actividad gamificada	Debe llevarse a cabo en cada sesión de clase mostrando los resultados (niveles y puntajes), como también, la retroalimentación correspondiente.

Elaboración propia con base en (Solís & Marquina, 2022)

Cabe destacar que, en el momento de la construcción de dicho entorno es fundamental la definición de herramientas digitales para la gamificación; como es el caso de las plataformas de creación de cuestionarios interactivos, concursos, misiones, narrativas, mini-juegos creativos, entre otros. Lo anterior, permite aumentar la motivación de los educados, proporcionar un aprendizaje con mayor nivel de diversión, incentivar la participación activa y la fijación de los conocimientos a la hora de ejecutar el entorno gamificado (Solís & Marquina, 2022).

Por todo lo anterior, la gamificación garantiza un aprendizaje motivador e individualizado, el cual supera a la simple memorización de conceptos, puesto que el proceso en el aula se vuelve más lúdico y emocionante; el aprendizaje participativo tiene lugar en este enfoque debido a que los educandos participan de una manera más activa, así como también el aprendizaje experiencial, en la medida que los estudiantes adquieren el conocimiento mediante la prueba y el error, para la consecución de los logros. Finalmente, también se logra un aprendizaje auto-regulado puesto que cada aprendiz avanza y se adapta basado en sus fortalezas y debilidades (Franco, 2023).

4.6. LEGISLACIÓN COLOMBIANA EN CUANTO A GAMIFICACIÓN

Debido a la transformación y adaptación que ha experimentado en los últimos años la educación para suplir las demandas de las nuevas generaciones, en Colombia se presentan algunas leyes que buscan regular el empleo de herramientas

tecnológicas y videojuegos con el propósito de brindar entornos seguros y ajustar los métodos pedagógicos para alcanzar las metas trazadas por medio de estrategias que le brindan la oportunidad al educando de aprender de una forma novedosa y divertida. Teniendo en cuenta lo anterior, la normatividad nacional que se presenta a nivel de educación y otros entornos diferentes a los ambientes académicos es la siguiente:

- **Ley 2170 de 2021:** Regula el empleo de herramientas tecnológicas en instituciones educativas (preescolar, básica y media) con el propósito de generar entornos seguros de aprendizaje, en donde el estado, las instituciones y las familias tienen dicha responsabilidad. De tal forma que, las instituciones educativas modifiquen los manuales de convivencia en pro del desarrollo de competencias digitales, fomentando el empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y la Inteligencia Artificial por medio de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) y Comunitarios (PEC). Por medio de la misma, se regula el uso de dispositivos en horarios o espacios específicos, de manera excepcional y siempre y cuando lo decida el Consejo de Directivos y el Comité Escolar de Convivencia (Congreso de la República de Colombia, 2021).

4.7. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL REFERENTE A LA GAMIFICACIÓN

La gamificación se ha consolidado como una estrategia transversal en la educación, los negocios y la gestión organizacional, lo que ha hecho relevante la necesidad de marcos normativos internacionales que se encarguen de regular su aplicación tanto ética como técnica. En el ámbito educativo, la UNESCO ha promovido lineamientos globales para el uso de tecnologías digitales, incluyendo la gamificación, bajo los pilares de la inclusión, equidad y respeto cultural, como lo detalla en su Estrategia de Educación 2014-2021 (UNESCO, 2014). De forma paralela, la Organización de

Estándares Internacionales (ISO) lanzó en su momento la norma ISO 21001:2018, para sistemas de gestión educativa, estableciendo los criterios de calidad y mejora continua que sirven de referencia para proyectos gamificados en instituciones educativas, tal como lo menciona en su blog la (Universidad Católica de Colombia, 2021). En el plano de lo jurídico, la Unión Europea, a través del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), regula el tratamiento de datos personales en plataformas digitales, lo que impacta directamente en proyectos gamificados que recopilan información de usuarios. (Unión Europea – UE, 2016)

5. METODOLOGÍA

La metodología que se usó para la realización de esta tesis se llevó a cabo en 4 fases las cuales se explican a continuación:

Fase 1. Formulación del proyecto

En esta primera fase se logró el documento previo que contiene la formulación del objeto de investigación, teniendo en cuenta las siguientes etapas:

- Etapa 1.1 Revisión bibliográfica
- Etapa 1.2 Planteamiento del problema
- Etapa 1.3 Objetivos
- Etapa 1.4 Marco teórico
- Etapa 1.5 Metodología

Fase 2. Diseño y aplicación

Su propósito principal consistió en identificar las dificultades presentes en los estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja, sobre antocianinas de los arándanos, así mismo, diseñar del entorno gamificado, aplicarlo y finalmente medir qué tanto mejoró el aprendizaje activo sobre antocianinas de los arándanos en los estudiantes de la muestra, mediante un post-test. Esta fase consta de 3 etapas:

:

Etapa 2.1 Diseño, aplicación y análisis del pre-test

- Paso 2.1.1 Caracterización de la muestra por conveniencia, es decir, 25 estudiantes del grado 1101

- Paso 2.1.2 Elaboración del pre-test, el cual consistirá en un cuestionario dispuesto en Google Forms
- Paso 2.1.3 Aplicación del pre-test a los 25 estudiantes con un tiempo total de 30 minutos
- Paso 2.1.4 Análisis de los datos obtenidos a través de técnicas de tabulación y graficado
- Paso 2.1.5 Interpretación de los resultados.

Etapa 2.2 Diseño y construcción del entorno gamificado

- Paso 2.2.1 Selección de herramientas de software para implementar el entorno gamificado
- Paso 2.2.2 Creación del entorno gamificado en la plataforma Genially basado en niveles
- Paso 2.2.3 Preparación de los puntos de experiencia, artefactos, poderes y listado de avatares en ClassMana
- Paso 2.2.4 Elaboración de los desafíos de cada nivel mediante la herramienta Wayground
- Paso 2.2.5 Verificación de la funcionalidad del entorno gamificado

Etapa 2.3 Aplicación del entorno gamificado

- Paso 2.3.1 Presentación del entorno gamificado a los estudiantes de la muestra
- Paso 2.3.2 Uso del entorno gamificado por parte de los estudiantes
- Paso 2.3.3 Verificación de las puntuaciones alcanzadas por cada estudiante en el juego
- Paso 2.3.4 Elaboración del post-test, el cual consistirá en un cuestionario dispuesto en Google Forms
- Paso 2.3.5 Aplicación del post-test a los estudiantes, para lo cual, tendrán un tiempo de 30 minutos
- Paso 2.3.6 Recolección final de los datos del post-test.

Fase 3. Análisis y resultados

Etapas 3.1 Análisis de los datos obtenidos

- Paso 3.1.1 Tabulación y graficado de los datos recolectados en el post-test
- Paso 3.1.2 Análisis comparativo por pregunta entre el pre-test y el post-test
- Paso 3.1.3 Cálculo del Factor de Ganancia Normalizada (g de Hake)

Fase 4. Escritura del documento de la Tesis

- Etapa 4.1 Escritura documento final de la Tesis

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se basa en el enfoque cuantitativo, que en palabras de Hernández-Sampieri et al (2014), es aquel que hace uso de la recolección de datos para poner a prueba hipótesis a partir de la medición numérica y el análisis mediante técnicas estadísticas. Con el ánimo de dar respuesta al objetivo general, se seleccionó un diseño pre-experimental de pre-test y post-test haciendo uso de un único grupo, en concordancia con la taxonomía clásica de Campbell y Stanley (2015).

La selección del diseño pre-experimental se basa en el requisito de evaluar la evolución en el nivel del aprendizaje activo de los estudiantes a partir de la aplicación del entorno gamificado. De acuerdo con Campbell y Stanley (2015), esta modalidad de diseño garantizar el poder instaurar un punto de partida (*O1*) a través del pre-test, llevar a cabo el entorno gamificado (*X*) y finalmente, implementar una medición definitiva (*O2*) con el ánimo de verificar las transiciones en la variable dependiente (Aprendizaje activo de antocianinas como compuestos antioxidantes del alimento funcional arándano)

Para poder medir el aprendizaje activo y que la evaluación vaya más allá de lo memorístico y se sincronice con este principio, la recolección de datos se llevará a cabo por medio de un cuestionario de selección múltiple construido usando niveles cognitivos de aplicación y análisis. El medir cuantitativamente el aprendizaje activo se respalda gracias a las investigaciones realizadas por Hake (1998), en las cuales se evidencia el empleo de pruebas normalizadas de pre-test y post-test como el método más adecuado para calcular la ganancia del aprendizaje.

5.2. HIPÓTESIS

La aplicación del entorno gamificado mejorará significativamente el aprendizaje activo de las antocianinas como propiedades antioxidantes del alimento funcional arándano en la asignatura Química en los estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja.

5.3. VARIABLES Y CATEGORÍAS

Esta investigación presenta las siguientes variables:

- Variable independiente: Entorno gamificado
- Variable dependiente: Aprendizaje activo de antocianinas como compuestos antioxidantes del alimento funcional arándano

La variable independiente se obtiene cuando se diseña y se construye el entorno gamificado. Por su parte, la medición de la variable dependiente tiene lugar en el momento en el que se realiza la interpretación de los datos obtenidos en el pre-test y en el post-test, mediante técnicas estadísticas.

5.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 12. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Cuantificadores
Variable dependiente: Aprendizaje activo de antocianinas como compuestos antioxidantes del alimento funcional arándano	Estructura química de las antocianinas y otros polifenoles	Evolución del aprendizaje activo sobre la estructura química de las antocianinas y otros polifenoles	Porcentaje de acierto evidenciado en el post-test – Porcentaje de acierto evidenciado en el pre-test
	Reactividad e inestabilidad de los radicales libres	Evolución del aprendizaje activo sobre la reactividad e inestabilidad de los radicales libres	
	Capacidad de las antocianinas para estabilizar radicales libres mediante la donación de átomos o electrones	Evolución del aprendizaje activo sobre la capacidad de las antocianinas para estabilizar radicales libres mediante la donación de átomos o electrones	
	Las antocianinas de arándanos como indicadores naturales de pH	Evolución del aprendizaje activo sobre las antocianinas de arándanos como indicadores naturales de pH	
	Las antocianinas de arándanos y su papel con el estrés oxidativo y sus	Evolución del aprendizaje activo sobre las antocianinas de arándanos y su papel	

	consecuencias en el organismo	con el estrés oxidativo y sus consecuencias en el organismo	
	Las antocianinas de los arándanos y su papel en la prevención del cáncer	Evolución del aprendizaje activo sobre las antocianinas de los arándanos y su papel en la prevención del cáncer	
	Las antocianinas de los arándanos y su acción sobre el material genético para la prevención del cáncer	Evolución del aprendizaje activo sobre las antocianinas de los arándanos y su acción sobre el material genético para la prevención del cáncer	
	Características de los cultivos de arándanos en Boyacá y su incidencia en el contenido de antocianinas	Evolución del aprendizaje activo sobre las características de los cultivos de arándanos en Boyacá y su incidencia en el contenido de antocianinas	
	Efectos de las antocianinas de los arándanos en las células tumorales	Evolución del aprendizaje activo sobre los efectos de las antocianinas de los arándanos en las células tumorales	

	Antocianinas de arándanos y su uso como colorantes en la industria alimentaria	Evolución del aprendizaje activo de las antocianinas de arándanos y su uso como colorantes en la industria alimentaria	
	El efecto Hake	Factor de Ganancia Normalizada (g de Hake)	$\frac{(\% \text{ promedio de acierto en el Post-test} - \% \text{ promedio de acierto en el Pre-test})}{(100\% - \% \text{ promedio de acierto en el Pre-test})}$
Variable independiente: entorno gamificado	Interacción con el mapa de niveles	Porcentaje de estudiantes que interactuaron con el mapa de niveles de Genially	(# de estudiantes que interactuaron/ # de estudiantes de la muestra)*100%
	Identidad tecnológica	Porcentaje de estudiantes interesados en crear y personalizar su propio avatar en ClassMana	(Número de estudiantes con Avatar creado/ Número de estudiantes de la muestra)*100%
	Eficacia de los desafíos construidos	Precisión en el Desafío del Guardián Chemia en Wayground	(Promedio de puntos obtenidos por los participantes/Total de puntos de la evaluación)
		Precisión en el Desafío del Guardián Terra Firma en Wayground	
		Precisión en el Desafío del Guardián Industrie en Wayground	

		Precisión en el Desafío de la Guardiana Salute en Wayground	
--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

5.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está compuesta por la totalidad de estudiantes de grado 11° que cursan la asignatura de Química en el Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja para el primer semestre de 2026. Los estudiantes que se encuentran en el último año de bachillerato presentan un rango de edades entre los 15 y 17 años. A causa de la existencia de más de un grupo de grado 11°, se optó por una muestra por conveniencia. Por lo anterior, la misma se compondrá de la totalidad de estudiantes del grado 1101, es decir, 25 educandos.

5.6. RECURSO TECNOLÓGICO Genially

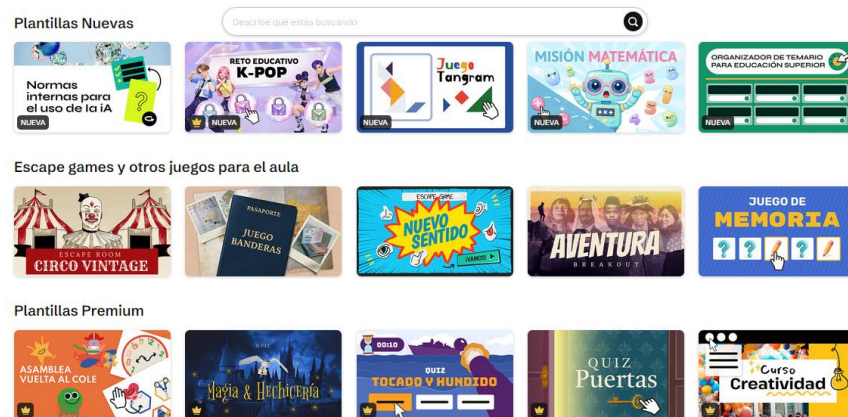
Genially es una herramienta basada en la web que permite construir materiales interactivos, los cuales pueden ser utilizados en múltiples contextos, entre ellos, el educativo. Permite acceder a un gran conjunto de plantillas prediseñadas y orientadas a diferentes objetivos, como, por ejemplo, mapas, escape room, cuestionarios o infografías, entre otros. Así mismo, la plataforma integra herramientas de Inteligencia Artificial que le permiten generar contenidos cada vez más atractivos visualmente (Genially, 2025).

5.6.1. Uso de Plantillas

Para profundizar más al respecto de las plantillas de (Genially, 2025), es necesario mencionar que la plataforma garantiza el uso de cualquiera de ellas a partir del plan

que tenga el usuario, por lo que existen aquellas plantillas gratuitas como también las que son de pago o Premium.

Figura 9. Plantillas disponibles en Genially



Fuente: <https://app.genially.com/>

5.7. Requisitos mínimos de hardware y software para uso de Genially

Según (Genially, 2025), los siguientes son los requisitos mínimos de hardware y software para Genially:

- Software: las versiones más actualizadas de los principales navegadores de internet como Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari y Microsoft Edge
- Hardware: Procesador Intel Core I3 en adelante, mínimo 4 GB y uso de ratón (mouse)

5.8. RECURSO TECNOLÓGICO ClassMana.

(ClassMana, 2025) es una plataforma de gamificación educativa que actualmente se ofrece de manera gratuita, aunque a futuro contará con planes de pago. Para

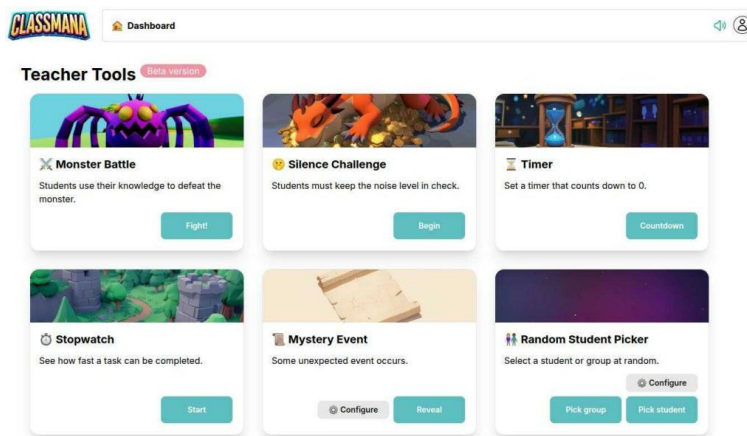
utilizarla, tanto docentes como estudiantes deben crear una cuenta de usuario y acceder desde un dispositivo con conexión a internet y un navegador actualizado.

5.8.1. Pilares de funcionamiento de ClassMana

El funcionamiento de la plataforma se basa en los siguientes principios según (ClassMana, 2025):

- **Gamificación del aula:** la clase se transforma en una aventura interactiva donde los estudiantes pueden ganar puntos de experiencia, salud y recompensas virtuales.
- **Herramientas para docentes:** las funcionalidades de ClassMana se denominan “Batalla de Monstruos”, “Desafío de Silencio”, “Evento Misterioso”, “Selector de Grupos”, “Temporizador” y “Cronómetro”

Figura 10. Herramientas para docentes en la plataforma ClassMana



Fuente: softwaresuggest.com

Todas estas herramientas permiten dinamizar las sesiones de clase, por lo que convierte las situaciones cotidianas del aula en momentos emocionantes mediados por tecnología.

- **Gestión de estudiantes:** en la versión de pago o premium se podrán asignar poderes, avatares, recompensas y dinámicas de colaboración en equipo.

- **Motivación y participación:** se incentiva la participación activa de los estudiantes a través de retos y recompensas, muy parecido a un videojuego educativo

5.8.2. Requisitos tecnológicos generales de la plataforma

Los requisitos de hardware y software los define (ClassMana, 2025) teniendo en cuenta la siguiente información:

- **Tipo de dispositivo:** computador, tablet o teléfono inteligente que tenga necesariamente acceso a internet.
- **Sistema operativo:** compatible con sistemas operativos de escritorio como Microsoft Windows, macOS, las diferentes distribuciones de Linux, así como sistemas operativos de dispositivos móviles como Android o iOS.
- **Navegador:** respecto a este apartado lo más recomendable es utilizar las versiones más actualizadas de los principales navegadores de Internet como Google Chrome, Microsoft Edge, Firefox o Safari.
- **Conectividad:** se requiere de una conexión a internet estable que garantice la sincronización de datos en tiempo real.
- **Recursos adicionales:** debido a que no se instala en el dispositivo del usuario propiamente, no requiere ocupar disco duro puesto que funciona directamente en el navegador.

Figura 11. Recursos tecnológicos de la plataforma



Fuente: jcweb.es

Las versiones mínimas requeridas para el correcto funcionamiento de ClassMana tanto en PC como en dispositivos móviles, se describen a continuación a partir de lo indicado por (ClassMana, 2025):

5.8.3. Especificaciones para computadores portátiles y de escritorio:

- **Sistema Operativo:** Microsoft Windows 10 (o superior), Ubuntu 18.04 (o superior) o macOS Catalina (o superior).
- **Navegador:** Microsoft Edge 100 (o superior), Google Chrome 100 (o superior), FireFox 100 (o superior), Safari 15 (o superior).

5.8.4. Especificaciones para dispositivos móviles (smartphones y tablets):

- **Sistema Operativo:** Android 8.0 (o superior) y iOS 13.0 (o superior).
- **App de navegador:** Microsoft Edge 100 (o superior), Firefox (100 o superior) y Safari 15 (o superior).

5.8.5. Asequibilidad

Según lo dispuesto en su sitio web, la plataforma (ClassMana, 2025) tiene funciones gratuitas en el momento. Sin embargo, en el futuro cercano también ofrecerá modalidades basadas en pago:

- **Funcionalidades gratuitas:** los docentes pueden usar las herramientas básicas sin costo.
- **Planes premium (futuros):** incluirán funciones avanzadas de gestión de estudiantes, avatares y colaboración.

5.8.6. Gestión de cuentas de usuario

Respecto a la posibilidad de creación de cuentas de usuario, (ClassMana, 2025), cuenta con las siguientes opciones:

- **Docentes:** es necesario crear una cuenta para configurar su clase, asignar retos y gestionar a los estudiantes.
- **Estudiantes:** también requieren de una cuenta para participar en las dinámicas, acumular puntos y acceder a recompensas.
- **Acceso seguro:** cada usuario tanto estudiantes como docente tendrá un perfil individual, lo que garantiza que el progreso se almacene para cada uno.

Figura 12. *Gestión de cuentas de usuario*



Fuente: <https://es.classmana.com/>

Debido a lo anteriormente expuesto, la plataforma (ClassMana, 2025) es una herramienta digital que permite gamificar el aprendizaje, que puede accederse desde cualquier dispositivo con navegador y acceso a internet. Actualmente todas sus funcionalidades son gratuitas, sin embargo, en el futuro ofrecerá planes premium. Es indispensable que tanto el docente como los estudiantes tengan una cuenta de usuario en la plataforma para aprovechar todas sus bondades.

Por su parte, se utilizará Google Forms para la elaboración del pre-test y post-test, los cuales servirán para identificar el conocimiento previo y posterior a la aplicación de la estrategia. Este servicio de Google permitirá construir los formularios necesarios para aplicar los instrumentos ya mencionados, así como también generar las gráficas estadísticas que reflejen los resultados. Seguidamente, la herramienta Wayground que también es basada en la web servirá para la construcción de las actividades asignadas en cada nivel del juego y de esta manera enlazarlas a ClassMana. Finalmente, todo lo anterior se centralizará en la plataforma Genially a través de un entorno gamificado que utilizará una plantilla estilo mapa en la cual se crearán los niveles correspondientes y toda la navegación necesaria que conecte con las plataformas descritas.

Tabla 13. Herramientas de software seleccionadas

Genially		
		
ClassMana	Wayground	Google Forms
		 Google Forms

Elaboración propia con base en <https://appsource.microsoft.com/>

5.8.7. Sesiones planeadas

Tabla 14. Semana 1: Diseño, aplicación y análisis del pre-test

Sesión	Fecha	Tiempo (horas)	Objetivo	Descripción	Lugar	Participantes	Recursos
1	Lunes, 02/02/2026	2 horas	Llevar a cabo la caracterización de la muestra y realizar la disposición del pre-test	Se llevará a cabo la selección de la muestra por conveniencia , que incluye a los 25 estudiantes del grado 1101. (Paso 2.1.1). Se hará uso de una herramienta TIC para desplegar el pre-test (Paso 2.1.2)	Sala de profesores	Docente	Hardware: Computador de la docente Software: Navegador de Internet y Google Forms
2	Martes, 03/02/2026)	2 horas	Aplicación del pre-test para identificar el aprendizaje activo inicial sobre antocianinas de los arándanos.	Se aplicará el cuestionario de entrada a los 25 estudiantes (Paso 2.1.3), el cual consistirá en un formulario de Google . El objetivo es identificar el aprendizaje activo inicial de los estudiantes	Sala de Informatica	25 estudiantes.	Hardware: Computadores de la sala de informatica Software: Navegador de Internet y Google Forms

				respecto al tema. El tiempo total para la prueba será de 30 minutos.			
--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Semana 2: Aplicación del entorno gamificado

Sesión	Fecha	Tiempo (horas)	Objetivo	Descripción	Lugar	Participantes	Recursos
3	Martes, 10/02/2026	2 horas	Presentación del entorno gamificado a los estudiantes de la muestra.	Se realizará la presentación formal del entorno gamificado a los estudiantes (Paso 2.3.1), explicando el montaje realizado en las plataformas Genially , ClassMana y Wayground , las dinámicas, los	Sala de Informática y salón de clases	25 estudiantes.	Hardware: Computadores o dispositivos, Video Beam Software: Genially, ClassMana y Wayground

				roles y el sistema de niveles que se utilizarán para estudiar antocianinas de los arándanos.			
4	Jueves, 12/02/2026	2 horas	Puesta en marcha: Uso inicial del entorno gamificado.	Dar inicio al paso 2.3.2 (Uso del entorno gamificado), donde los 25 estudiantes comenzarán a utilizarlo. Se trabajará el Nivel 1, utilizando las actividades que fueron elaboradas previamente mediante Wayground .	Sala de Informática y salón de clases	25 estudiantes.	Hardware: Computadores o dispositivos, acceso a internet Software: Genially, ClassMana y WayGround Documentación: Primera actividad de nivel.

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Semana 3: Aplicación del entorno gamificado

Sesión	Fecha (Tentativa)	Tiempo (horas)	Objetivo	Descripción	Lugar	Participantes	Recursos
5	Martes, 17/02/2026	2 horas	Continuar con el uso del entorno gamificado a través de niveles (Nivel 2).	Los estudiantes de la muestra continuarán con el uso del entorno gamificado (Paso 2.3.2), avanzando al Nivel 2 y participando en las actividades programadas en ClassMana y Wayground.	Sala de Informática y salón de clases	25 estudiantes.	Hardware: Computadores o dispositivos, acceso a internet Software: Genially, ClassMana y Wayground.
6	Jueves, 19/02/2026	2 horas	Continuar con el uso del entorno gamificado (Nivel 3) y verificar parcialmente la funcionalidad.	Se continuará con la aplicación y el avance al Nivel 3.	Sala de Informática y salón de clases	25 estudiantes.	Hardware: Computadores o dispositivos, acceso a internet Software: Genially, ClassMana y Wayground

7	Martes, 24/02/2026	2 horas	Continuar con el uso del entorno gamificado (Nivel 4).	Los estudiantes continuarán con el Uso del entorno gamificado (Paso 2.3.2), trabajando en el Nivel 4 y aplicando los conocimientos adquiridos a través de las misiones y actividades en ClassMana.	Sala de Informática y salón de clases	25 estudiantes.	Hardware: Computadores o dispositivos, acceso a internet Software: Genially, ClassMana y Wayground
---	-----------------------	---------	---	---	---------------------------------------	-----------------	--

Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Semana 4: Elaboración del post-test

Sesión	Fecha (Tentativa)	Tiempo (horas)	Objetivo	Descripción	Lugar	Participantes	Recursos
8	Jueves, 26/02/2026	2 horas	Elaboración del post-test (cuestionario a través de Google Forms).	Basándose en los resultados de las puntuaciones obtenidas en las sesiones anteriores (Paso 2.3.3) y el contenido cubierto	Sala de Profesores	Docente	Hardware: Computador de la docente Software: Navegador de Internet y Google Forms

				durante la aplicación, se procederá a la Elaboración del post-test (Paso 2.3.4), el cual se manejará como un cuestionario a través de Google Forms.			Documentación: Resultados consolidados de los desafíos en Wayground,
--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Semana 5: Aplicación del Post-Test a los estudiantes

Sesión	Fecha	Tiempo (horas)	Objetivo	Descripción	Lugar	Participantes	Recursos
9	Martes, 03/03/2026	2 horas	Aplicación del post-test a los estudiantes.	Se llevará a cabo la Aplicación del post-test a los 25 estudiantes de la muestra (Paso 2.3.5). Este cuestionario disponible en Google Forms busca medir de nuevo el nivel de aprendizaje activo sobre antocianinas de los arándanos tras el uso del entorno gamificado. Se	Sala de Informática	25 estudiantes.	Hardware: Computadores de la sala de informática Software: Navegador de Internet y Google Forms

				otorgará un tiempo de 30 minutos.			
10	Jueves, 05/03/2026	2 horas	Recolección final de los datos del post-test	Esta sesión se utilizará para la recolección de los datos del post-test aplicado, preparando las cosas para iniciar la Fase 3 de análisis y resultados	Sala de profesores	Docente	Hardware: Computador de la docente Software: Google Forms

Fuente: elaboración propia

6. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE ESTA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo en un contexto completamente académico y cuyo objetivo primordial es evaluar el impacto de un entorno gamificado como estrategia de aprendizaje activo en la comprensión de las antocianinas del arándano y su capacidad antioxidante en estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja, para que los educandos reconozcan la funcionalidad del alimento autóctono.

Gracias a las directivas del colegio, se obtuvo el respectivo permiso mediante una carta aval, en la que se expresó a la institución la puesta en marcha de la tesis.

Al tratarse de estudiantes de grado 11, todos son menores de edad. Por lo anterior, en lugar de pedir una autorización de uso de imagen para sus rostros, se hizo uso de avatares que personificaron a cada uno en el entorno gamificado.

Por medio de la Ley 1581 de 2012 también conocida como Ley de *habeas data*, se garantizó la confidencialidad de la información proporcionada por los estudiantes en cada uno de los instrumentos de recolección de información, así como en el entorno gamificado. Por consiguiente, los resultados de esta investigación corresponderán a datos netamente académicos e inofensivos.

7. DISEÑO, APLICACIÓN Y ANÁLISIS DEL PRE-TEST

7.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

La población que hace parte de esta investigación es la totalidad de estudiantes de grado 11 del colegio Nuestra Señora del Rosario de la ciudad de Tunja, Boyacá.

El colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja, es una institución de carácter privado que se caracteriza por ofrecer un servicio educativo de calidad, por lo que uno de sus objetivos es el desarrollo de las competencias necesarias en los estudiantes en todas las asignaturas del plan académico, entre ellas, la Química.

Debido a la existencia de más de un grado 11 en la institución se optó por una muestra por conveniencia en la que se seleccionó al grado 1101 con un total de 25 estudiantes.

7.2. PRE-TEST

El pre-test con el cual se evaluó el aprendizaje activo inicial de los estudiantes en el tema central de la investigación, se realizó a través de las cuentas de correo electrónico (@gmail.com) de los estudiantes. No obstante, dichas direcciones de correo electrónico no fueron almacenadas por tema de protección de datos personales más sí los nombres de los avatares. De igual manera, el instrumento fue validado por un experto, lo cual se soportó con el Anexo D. Protocolo de Validación de Instrumentos.

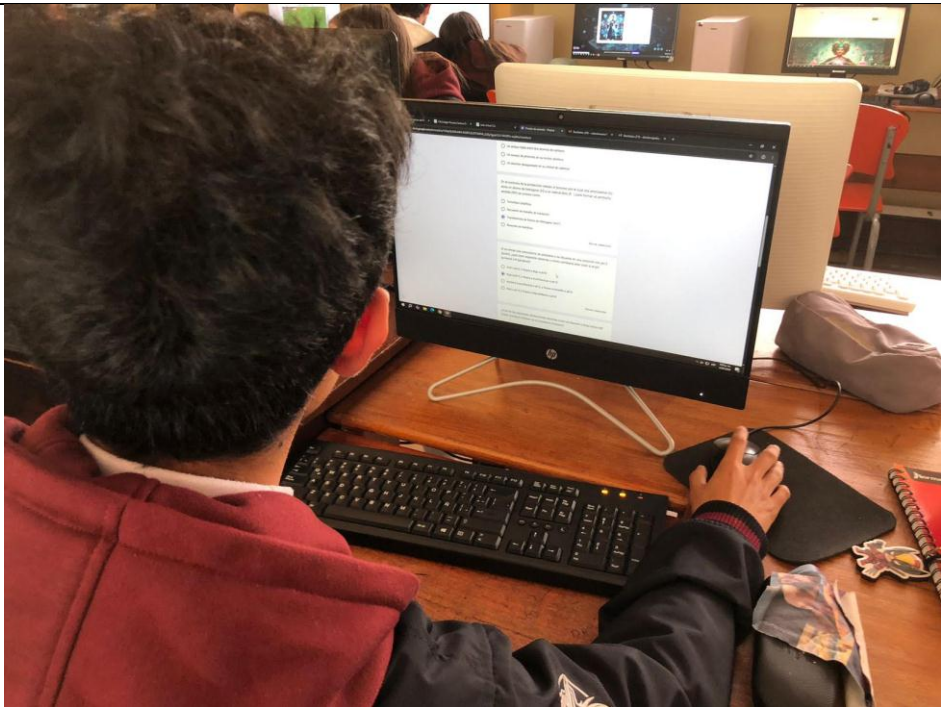
7.2.1. Disposición y aplicación del pre-test

Tabla 19. Disposición del pre-test

Sesión 1 – Disposición del pre-test	
Fecha	02/02/2026
Fotografías del proceso	Pre-test Este cuestionario corresponde al <u>Pre-test</u> a realizar a los estudiantes de grado 11° del Colegio de Nuestra Señora del Rosario de <u>Tunja</u> que participan en la Investigación denominada ENTORNO <u>GAMIFICADO PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE ANTOCIANINAS DEL ARÁNDANO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11°</u> Responda las siguientes preguntas con la mayor objetividad posible, seleccionando la respuesta que usted considere correcta. Los datos proporcionados en el siguiente cuestionario son de carácter académico e <u>investigativo únicamente</u>. Logo Colegio de Nuestra Señora del Rosario - <u>Tunja</u> 
Resultados	Se llevó a cabo la construcción y el despliegue correspondiente del pre-test a través de Google Forms

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Google Forms

Tabla 31. Aplicación del pre-test

Sesión 2 – Aplicación del pre-test	
Fecha	03/02/2026
Fotografías del proceso	
Resultados	Durante la sesión de clase se llevó a cabo la aplicación del pre-test, por lo que lo estudiantes ingresaron al enlace https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd9vMM-lh5IEFLZcZ7H2XVh-EdZyTgppt1L3-VkO8Yn-egtKw/viewform?usp=sharing&ouid=116305688518533710721 y contestaron las preguntas formuladas.

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Google Forms

7.2.2. Análisis del pre-test

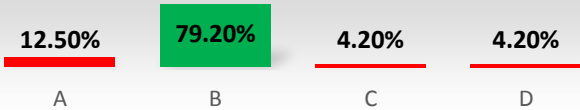
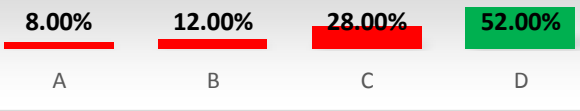
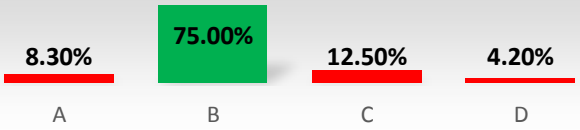
El aprendizaje activo da inicio con el conflicto de los conocimientos. Este pre-test evidenció la posición del estudiante ante lo que desconocía o lo que creía conocer, por lo tanto, esto se consolidó como la chispa inicial de este tipo de aprendizaje. Este instrumento no se limitó a medir las competencias memorísticas de los estudiantes, sino que midió la capacidad inicial de los mismos para enlazar la química orgánica con su salud y su entorno agrícola. Esta capacidad de vincular los conceptos en múltiples dimensiones evalúa el aprendizaje activo, puesto que se

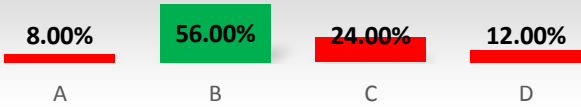
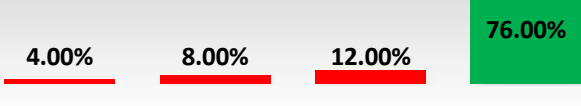
necesita de un procesamiento cognitivo a un nivel más profundo y no sólo lineal. Con base en el argumento anterior, este instrumento fue implementado el día 03/02/2026, por lo que arrojó los siguientes resultados para cada una de las preguntas evaluadas:

Tabla 20. Análisis del pre-test

Número de pregunta	Resultados
Pregunta 1	¿Cuál es la característica estructural que define y diferencia a las antocianinas de otros polifenoles, permitiendo su clasificación como Flavonoides? 4.20% 12.50% 79.20% 4.20% A B C D El 79.20% de los estudiantes demostró tener conocimientos relacionados con la estructura química de las antocianinas y otros polifenoles.
Pregunta 2	Desde una perspectiva química, un radical libre es una especie molecular altamente reactiva porque presenta: 24.00% 4.00% 12.00% 60.00% A B C D Sólo un 60% de los estudiantes acertó en lo correspondiente al comportamiento de los radicales libres.

Pregunta 3	En el contexto de la protección celular, el proceso por el cual una antocianina (A) dona un átomo de hidrógeno (H) a un radical libre (R ·) para formar un producto estable (RH) se conoce como 17.40% A 0.00% B 79.30% C 8.70% D El 79.30% expresó saber acerca del proceso de donación de átomos de hidrógeno a un radical libre para la formación de productos estables.
Pregunta 4	Si se extrae una antocianina de arándano y se disuelve en una solución con pH 2 (ácido), ¿qué color esperaba observar y cómo cambiaría este color si el pH aumenta a 8 (alcalino)? 29.20% A 58.30% B 8.30% C 4.20% D Sólo un 58,30% de los estudiantes acertó en el comportamiento de las antocianinas como indicadores naturales de pH.
Pregunta 5	¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor el impacto a largo plazo del Estrés Oxidativo Crónico en el organismo humano? 4.00% A 28.00% B 68.00% C 0.00% D Por su parte, un 68% de los estudiantes describió correctamente el impacto a largo plazo

	del estrés oxidativo crónico en el cuerpo humano.										
Pregunta 6	Las antocianinas presentes en los arándanos se han estudiado por sus posibles beneficios en la salud. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor su papel en la prevención del cáncer?  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>12.50%</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>79.20%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>4.20%</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>4.20%</td> </tr> </tbody> </table> El 79,20% de los estudiantes reconoció los beneficios para la salud otorgado por las antocianinas presentes en los arándanos.	Opción	Porcentaje	A	12.50%	B	79.20%	C	4.20%	D	4.20%
Opción	Porcentaje										
A	12.50%										
B	79.20%										
C	4.20%										
D	4.20%										
Pregunta 7	En la molécula de antocianina (heterósido), ¿cuál es la función de la porción de Azúcar (glucósido) que se une a la aglicona?  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>8.00%</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>12.00%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>28.00%</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>52.00%</td> </tr> </tbody> </table> Sólo un 52% de los estudiantes demostró saber acerca de la función del glucósido que se conecta con la aglicona.	Opción	Porcentaje	A	8.00%	B	12.00%	C	28.00%	D	52.00%
Opción	Porcentaje										
A	8.00%										
B	12.00%										
C	28.00%										
D	52.00%										
Pregunta 8	Una característica del cultivo de arándano en la región de Boyacá, que influye directamente en su alto contenido de antocianinas y valor nutracéutico, es:  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>8.30%</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>75.00%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>12.50%</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>4.20%</td> </tr> </tbody> </table>	Opción	Porcentaje	A	8.30%	B	75.00%	C	12.50%	D	4.20%
Opción	Porcentaje										
A	8.30%										
B	75.00%										
C	12.50%										
D	4.20%										

	El 75% de los estudiantes reconoció las características de los cultivos de arándano en el departamento de Boyacá, relacionadas con su alto contenido antioxidante y valor nutracéutico.										
Pregunta 9	Diversos estudios han señalado que las antocianinas de los arándanos pueden influir en el desarrollo del cáncer. ¿Cuál de los siguientes efectos se ha observado en relación con las células tumorales?  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>8.00%</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>56.00%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>24.00%</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>12.00%</td> </tr> </tbody> </table> Sólo un 56% de los estudiantes sabía acerca de los efectos sobre las células tumorales provistos por las antocianinas de los arándanos.	Opción	Porcentaje	A	8.00%	B	56.00%	C	24.00%	D	12.00%
Opción	Porcentaje										
A	8.00%										
B	56.00%										
C	24.00%										
D	12.00%										
Pregunta 10	En la industria de alimentos funcionales, el uso de antocianinas como colorante natural es ventajoso sobre los colorantes sintéticos, principalmente porque:  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>4.00%</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>8.00%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>12.00%</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>76.00%</td> </tr> </tbody> </table> El 76% de los estudiantes expresó conocer acerca de la razón por la cual el colorante natural de las antocianinas supera a la soluciones sintéticas en la industria de los alimentos funcionales.	Opción	Porcentaje	A	4.00%	B	8.00%	C	12.00%	D	76.00%
Opción	Porcentaje										
A	4.00%										
B	8.00%										
C	12.00%										
D	76.00%										

Fuente: elaboración propia

El haber hecho referencia a temáticas como la estructura química en efecto es el nivel netamente científico. Sin embargo, al haber indagado también sobre la capacidad de las antocianinas como medidores de pH y su acción preventiva contra el cáncer hizo que el estudiante viera la necesidad de comprender la funcionalidad de manera integral. Si el alumno fuera capaz de identificar la aplicación industrial o médica de la estructura química de las antocianinas, a su vez estaría evidenciando la activación de su saber para explicar un fenómeno o resolver una situación y por ende habría una fuerte presencia de aprendizaje activo.

No obstante, y de acuerdo con la teoría del constructivismo de Vygotsky, en este caso, el pre-test demostró niveles bajos en la mayoría de los casos y algunos modestos para los resultados del conjunto de preguntas, esto fue una clara evidencia que el estudiante al momento de resolver las preguntas se encontraba en su “Nivel de Desarrollo Real”. Aunque el pre-test se presentó como un conjunto de preguntas de selección múltiple, su propósito trascendió más allá de la recuperación de información de los hechos. El haber abarcado dimensiones químicas, agrícolas (departamento de Boyacá), industriales y de la medicina, hizo que este instrumento evaluara el estado inicial que tenía el estudiante respecto a su competencia científica activa. Es un hecho que el aprendizaje activo se expresa en la capacidad de la persona al movilizar saberes teóricos hacia contextos más prácticos. De esta manera, el pre-test actuó como un punto de partida del pensamiento completo y su capacidad de interrelacionar los conceptos antes de que sean potenciados por el uso del entorno gamificado.

8. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ENTORNO GAMIFICADO

8.1. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Con base en los resultados arrojados por el pre-test aplicado a los estudiantes del grado 1101 del colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja, se planteó una propuesta que tiene que ver con la puesta en marcha de un entorno gamificado para el aprendizaje activo de las antocianinas de los arándanos de manera novedosa y teniendo en cuenta el siguiente diseño:

CIUDAD ANTOCIANINE

En un día de colegio como cualquier otro, los estudiantes del grado 1101 estaban repasando sobre Química. Específicamente, querían profundizar al respecto de un tema novedoso, las antocianinas de los arándanos. Sin embargo, decidieron que la manera más práctica para repasar el tema sería yendo a la Sala de Informática y buscar bastante información a través de Internet. Estando allí, los estudiantes empezaron a indagar sobre el tema, pero éste les parecía algo complejo de abordar. No obstante, ellos eran muy responsables y sabían que debían hacer un esfuerzo por entender la temática cuando de pronto todas las pantallas de los computadores de la sala se volvieron de color fucsia. Ellos se sorprendieron bastante, pero la situación no acabó allí. Las pantallas empezaron a brillar con cada vez más intensidad cuando de repente sintieron que una fuerza los atraía hacia las pantallas hasta que fueron absorbidos por ellas. La sala de informática quedó completamente vacía...

Estaban atravesando un portal a toda velocidad hasta que llegaron a un nuevo mundo. Los estudiantes ya no eran de carne y hueso, sino que habían quedado convertidos en Avatares de un mundo virtual. Se encontraban ahora en el mundo

Arandanus. Estaban maravillados, pero a la vez asustados, no sabían qué era lo que estaba sucediendo. Ellos simplemente estaban haciendo una consulta por Internet en la sala de informática de su colegio y ahora estaban en un mundo virtual, como el de los videojuegos. De repente, apareció un personaje misterioso. Su nombre era Teacher, y les dijo: “Bienvenidos estudiantes, esta es ciudad Antocianine del planeta Arandanus. Sólo se puede llegar aquí por la voluntad del gran Antus. Eso quiere decir que ustedes han estado indagando sobre sus bienes más preciados, las antocianinas. Si realmente quieren volver al planeta tierra, deberán superar su desafío. Él se encuentra en la cima de esa montaña que ven en el horizonte. No obstante, el camino hacia allá está vigilado por sus 4 guardianes. El primero de ellos es el Guardián Chemia quien domina las estructuras químicas. El segundo es el Guardián Terra Firma, quien lo sabe todo acerca de las características agrícolas y del ecosistema en general para la producción de estos antioxidantes. El tercero es el Guardián Industrie quien conoce sobre las aplicaciones industriales de las antocianinas y el cuarto es la Guardiania Salute quien sabe acerca de las bondades curativas de las Antocianinas. Adicionalmente, los acompañaré en su recorrido e inclusive les ayudaré en el entrenamiento que les asigne cada Guardián. Una vez se han preparado completamente, deberán vencer a cada Guardián en una prueba de conocimientos. Cuando hayan derrotado a todos los guardianes podrán ir con el gran Antus y presentar su desafío final. Si ustedes logran superar su prueba, no solo obtendrán su libertad, sino que habrán adquirido el conocimiento necesario del tema.”

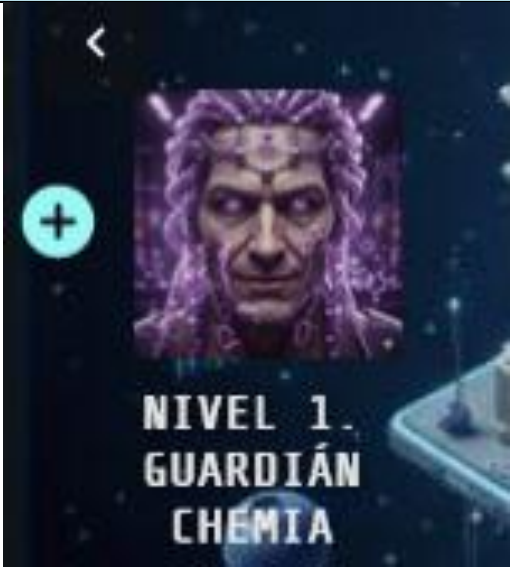
Los estudiantes comprendieron la importancia de dominar dicho conocimiento, por lo que pondrán todo de su parte y de esta manera regresarán a la Tierra.

8.2. ELEMENTOS DEL ENTORNO GAMIFICADO

8.2.1. Niveles

El entorno gamificado estará compuesto por un total de 5 niveles distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 21. Niveles del Entorno Gamificado

Número de nivel	Nombre	Imagen
1	Nivel 1. – Guardián Chemia	

2	Nivel 2 – Guardián Terra Firma	
3	Nivel 3 – Guardián Industrie	
4	Nivel 4 – Guardián Salute	

	Nivel 5 – Torre del Gran Antus	
--	--------------------------------	--

Fuente: elaboración propia con base en imágenes generadas con Google Gemini

8.2.2. Base de conocimiento

Tabla 22. Teacher como base de conocimiento

Nombre	Descripción	Imagen
Teacher	Teacher es un personaje que es transversal a todos los niveles del juego, puesto que simboliza a la autora de esta investigación. Los estudiantes encuentran en ella una guía para poder entrenar en cada uno de los niveles de los guardianes.	

Fuente: elaboración propia con base en imágenes generadas con Google Gemini

8.2.3. Puntos de experiencia

Tabla 23. Puntos de experiencia

Nombre	Recompensa en Puntos
Asistir a la sesión de clase	+10
Participar activamente	+30
Dejar el celular en la caja	+50
Usar los computadores de la sala de informática únicamente para temas relacionados con la materia	+30
Hacer silencio durante la sesión de clase	+50
Entrenamiento finalizado en el Nivel 1 - Guardián Chemia	+300
Desafío completado en el Nivel 1 – Guardián Chemia	+700
Entrenamiento finalizado en el Nivel 2 - Guardián Terra Firma	+400
Desafío completado en el Nivel 2 – Guardián Terra Firma	+600
Entrenamiento finalizado en el Nivel 3 - Guardián Industrie	+400
Desafío completado en el Nivel 3 – Guardián Industrie	+600
Entrenamiento finalizado en el Nivel 4 - Guardiania Salute	+400
Desafío completado en el Nivel 4 – Guardiania Salute	+600
Desafío completado en el Nivel 5 – Torre del Gran Antus (Pase de libertad hacia la Tierra)	+1000

Fuente: elaboración propia

En la medida que cada estudiante participa activamente en las sesiones de clase contestando a preguntas de manera oral/escrita o desarrollando ejercicios sobre los temas de cada uno de los niveles, el educando se hará acreedor de 30 puntos de experiencia. Además, el realizar otras acciones positivas como usar los computadores de la sala de informática únicamente para temas relacionados con la

asignatura y dejar el celular en la caja, le dará 30 y 50 puntos de experiencia respectivamente.

No obstante, al realizar los entrenamientos correspondientes y superar los desafíos de los guardianes aumentará considerablemente el contador de puntos de experiencia de cada estudiante, conforme la información de la tabla anterior.

8.2.4. Artefactos

Tabla 24. Batalla contra monstruos en ClassMana

Nombre	Descripción	Logo
Batalla contra monstruos	Durante los entrenamientos en ClassMana, los estudiantes en lugar de presentar una evaluación pequeña convencional se enfrentarán como grupo a una especie de monstruo, a medida que los estudiantes contesten correctamente se le irá restando vida a dicho monstruo hasta derrotarlo. El ganar la batalla hará que los estudiantes a su vez acumulen puntos de experiencia.	

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de ClassMana

Tabla 25. Desafío del silencio en ClassMana

Nombre	Descripción	Logo
Desafío del silencio	Durante las sesiones de clase, se activará el desafío del silencio, el cual es un mecanismo de monitoreo de ruido en el aula, por lo que el objetivo es garantizar el silencio, si no, el dragón se despertará y eso les restará puntos de experiencia a los estudiantes.	

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de ClassMana

8.2.5. Moneda

Tabla 26. Maná como la moneda oficial de ClassMana

Nombre	Descripción	Logo
Maná	El Maná corresponde a la moneda que los educandos pueden utilizar para tener acceso a diferentes poderes. Al comenzar cada sesión de clase, el docente reparte 5 botellas de Maná a cada estudiante.	

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de ClassMana

8.2.6. Poderes

Tabla 27. Poderes en ClassMana

Nombre	Descripción	Costo
Escudo protector	Cuando la docente realiza una pregunta a un estudiante, éste a través del uso de las botellas de Maná puede activar el escudo	2 botellas de Maná

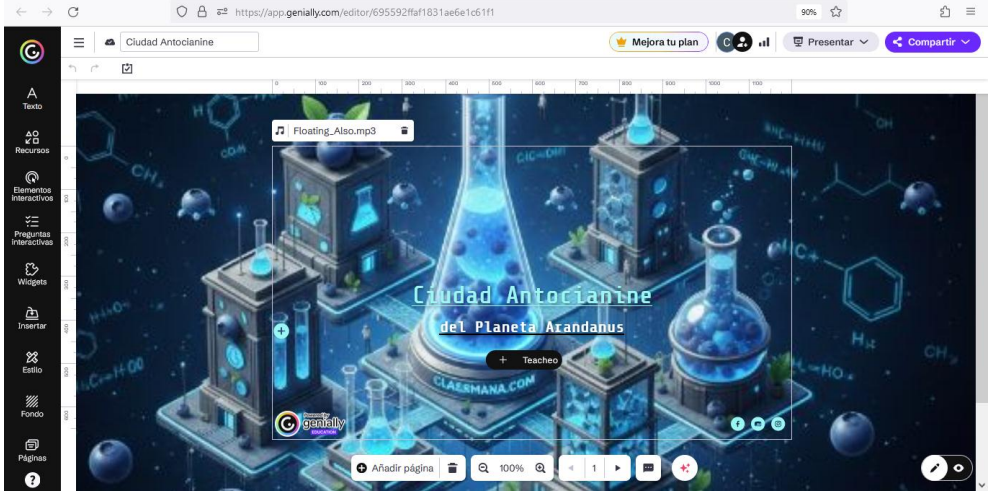
	protector, el cual significa que puede eludir la pregunta.	
Pista de una pregunta	En el momento en el que la docente realiza una pregunta a un estudiante, éste puede hacer uso de este poder para recibir una pista y así encontrar más rápidamente la respuesta.	3 botellas de Maná

Fuente: elaboración propia

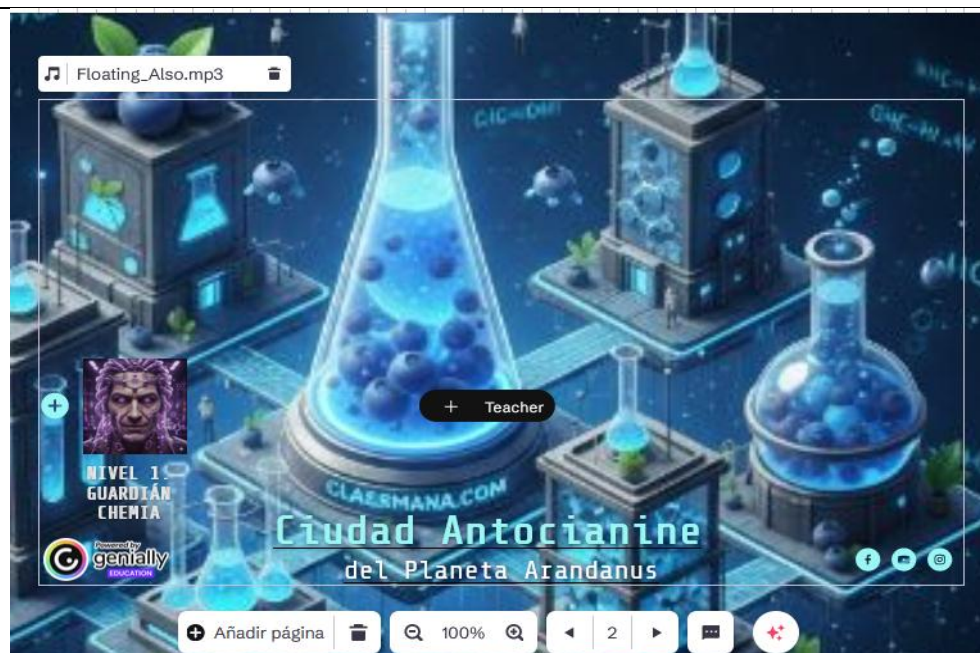
8.3. COMPONENTE TECNOLÓGICO

8.3.1. Creación del Entorno Gamificado a través de Genially

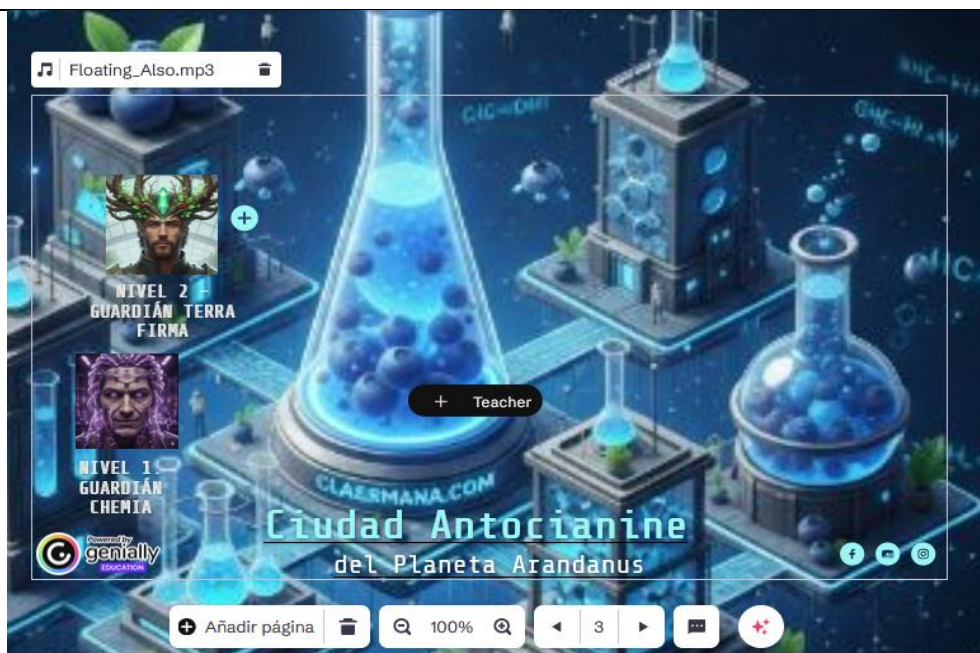
Tabla 28. Creación del Entorno Gamificado a través de Genially

Etapas	Evidencias
Creación de la plantilla en Genially	

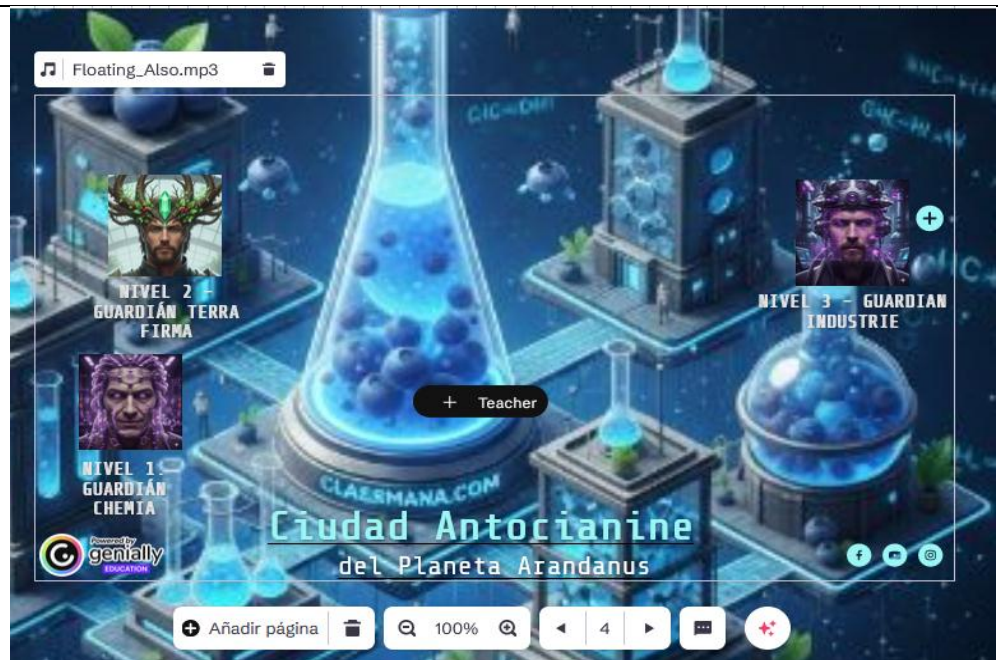
Creación
del Nivel
1 –
Guardián
n Chemia



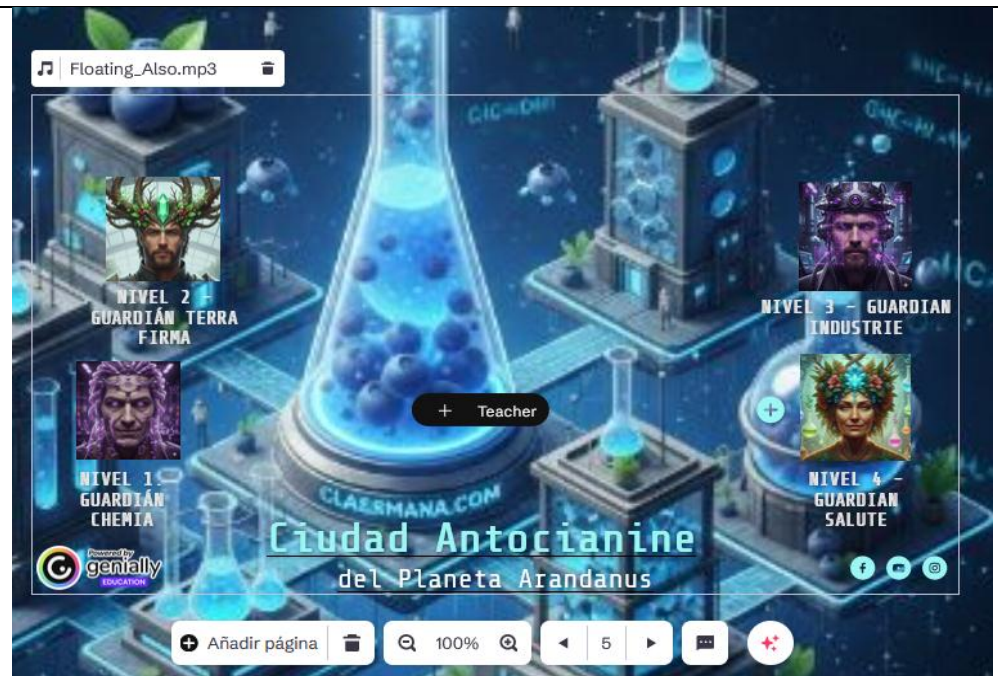
Creación
del Nivel
2 –
Guardián
n Terra
Firma



Creación
del Nivel
3 –
Guardián
Industrie



Creación
del Nivel
4 –
Guardián
Salute

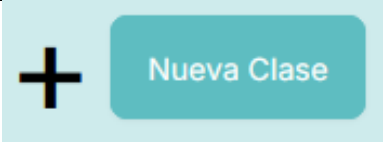


Creación del Nivel 5 – Torre del Gran Antus	
Enlace de acceso	https://view.genially.com/696064b465713243b242a832

Fuente: elaboración propia con base en el diseño realizado en Genially e imágenes generadas con Google Gemini

8.3.2. Creación de los entrenamientos de los guardianes en ClassMana

Tabla 29. Creación de los entrenamientos de los guardianes en ClassMana

Etapa	Evidencias
Creación del espacio en ClassMana	

Nombre de tu clase:

Cancelar

Crear clase

Configuración de la Clase

Nombre de la clase

Entrenamientos de los Guardianes

ClassMana se puede introducir por etapas. Cada etapa desbloquea nuevas características y funcionalidades para tu clase. Las etapas no necesitan seguir un orden estricto.

✓ Etapa 1: Recompensas y Poderes

En la primera etapa, recompensas a tus estudiantes con puntos de experiencia por buen comportamiento. Cada 1000 puntos de experiencia que obtienen, ganan un nivel y un frasco de maná. Los estudiantes pueden usar su maná para hacer cosas buenas, lo que los da ventajas en clase.

Cancelar Cambios

Creación de estudiantes participantes

Estudiantes

Gestiona los estudiantes de tu clase:

Nombre

AeroFlash

AstroBeat

BlazeStorm

CrystalEdge

CyberWave

DarkMatter

EclipseX

FireSpark

GalaxyShift

HyperRay

InfinityDash

LazerBeam

MysticCore

NeonVibe

NitroBlast

NovaX

PhantomGlow

PixelRush

QuantumFlow

RadiantFlux

ShadowByte

SkyBreaker

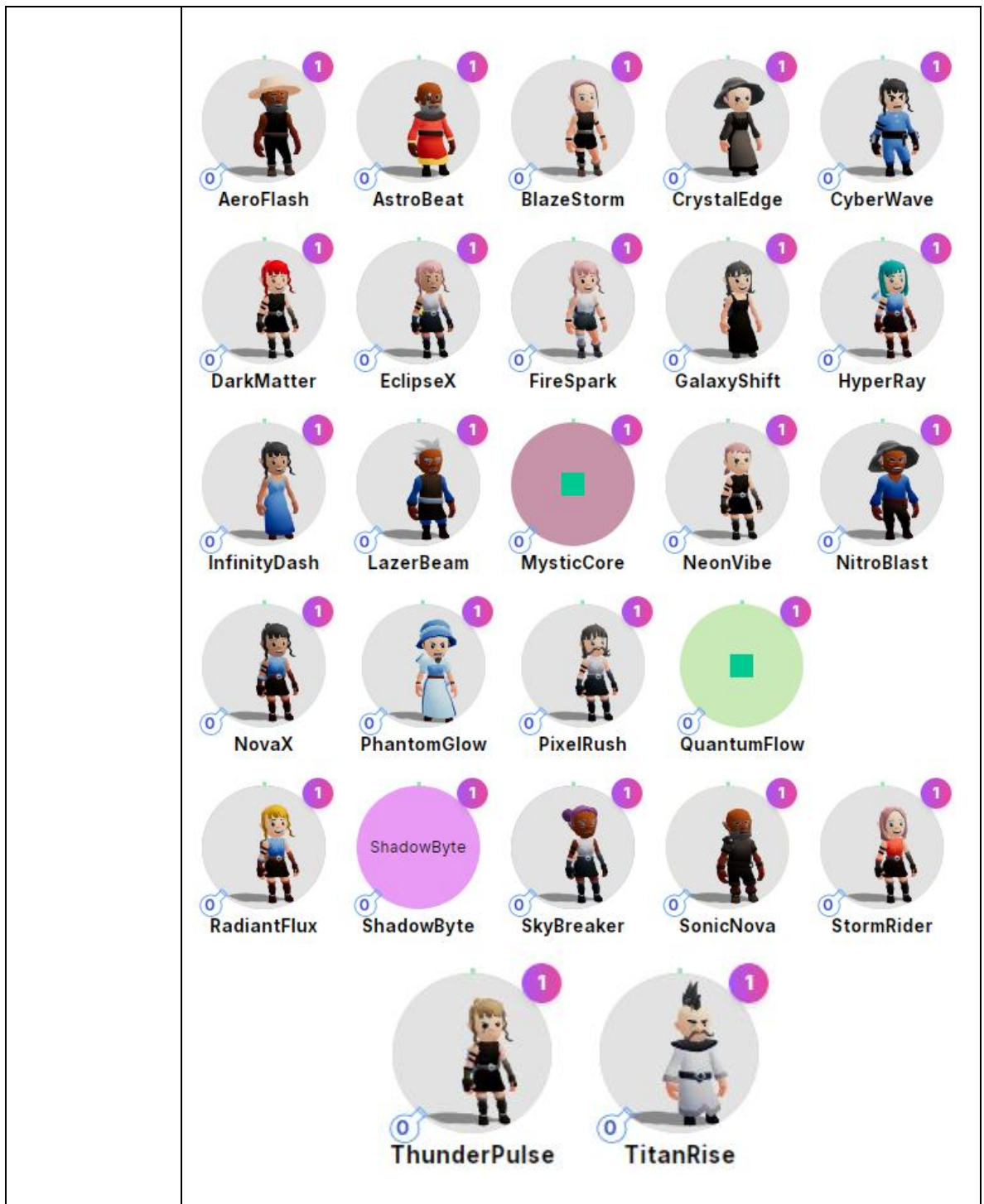
SonicNova

StormRider

ThunderPulse

TitanRise

Acceso a estudiantes	Acceso a estudiantes		
	Nombre	Código de Acceso	Regenerar Código
	AeroFlash	s zagb	 Ver como estudiante
	AstroBeat	obwet	 Ver como estudiante
	BlazeStorm	vhnqy	 Ver como estudiante
	CrystalEdge	xduhs	 Ver como estudiante
	CyberWave	wmgda	 Ver como estudiante
	DarkMatter	qs zbs	 Ver como estudiante
	EclipseX	hnrt d	 Ver como estudiante
	FireSpark	bwmxd	 Ver como estudiante
	GalaxyShift	zaome	 Ver como estudiante
	HyperRay	pyvr x	 Ver como estudiante
	InfinityDash	fpyna	 Ver como estudiante
	LazerBeam	aobgv	 Ver como estudiante
	MysticCore	yvhth	 Ver como estudiante
	NeonVibe	zmvjo	 Ver como estudiante
	NitroBlast	tqsoj	 Ver como estudiante
	NovaX	aghee	 Ver como estudiante
	PhantomGlow	mgkuh	 Ver como estudiante
	PixelRush	fnwir	 Ver como estudiante
	QuantumFlow	itqbo	 Ver como estudiante
	RadiantFlux	itqas	 Ver como estudiante
	ShadowByte	epzhe	 Ver como estudiante
	SkyBreaker	tofma	 Ver como estudiante
	SonicNova	ufprt	 Ver como estudiante
	StormRider	dufvb	 Ver como estudiante
	ThunderPulse	gkjfs	 Ver como estudiante
	TitanRise	jexyj	 Ver como estudiante

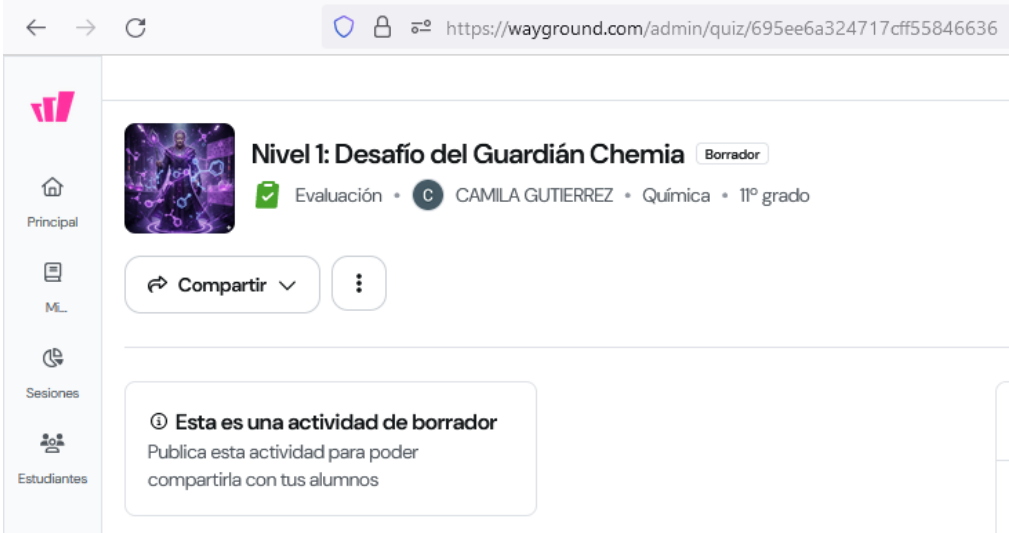
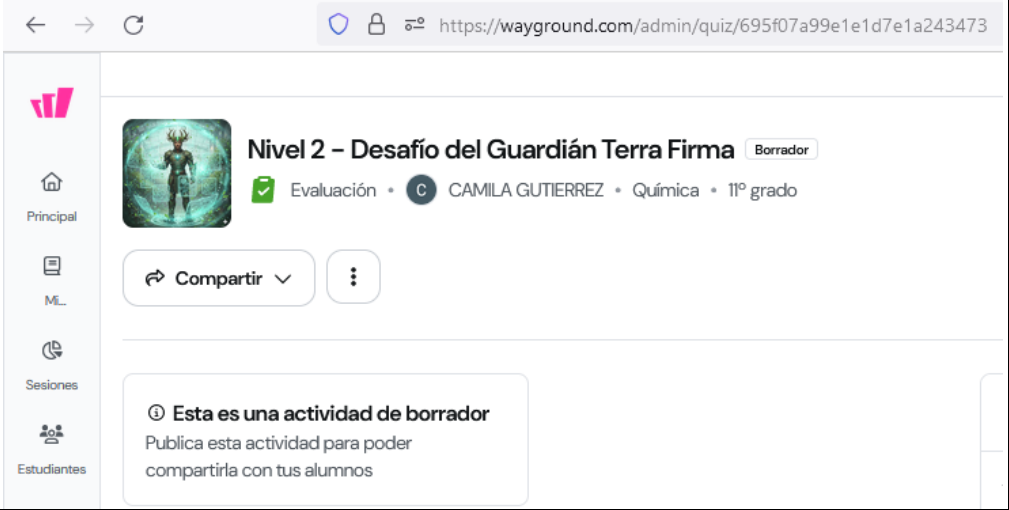


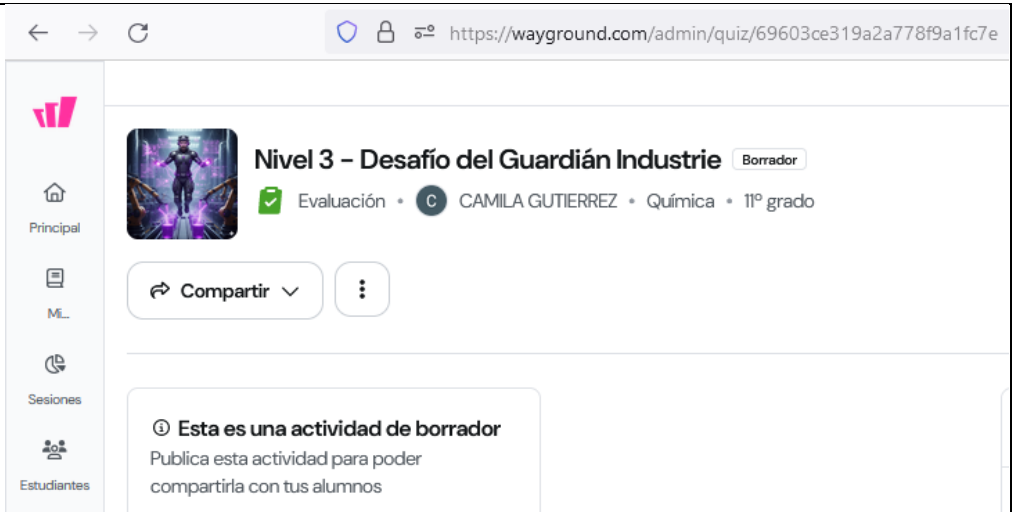
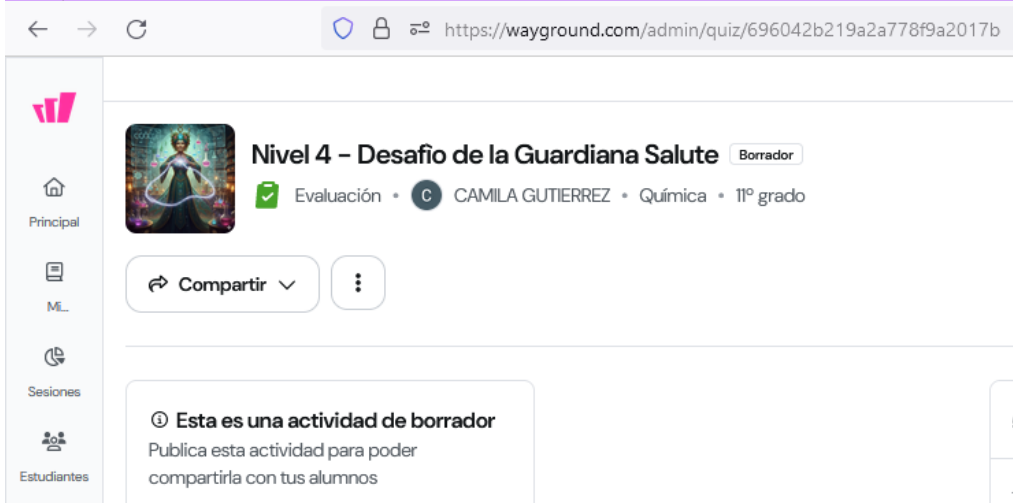
Recompensas	Recompensas Configura las recompensas que los estudiantes pueden ganar: Asistir a la sesión de clase Participar activamente Dejar el celular en la caja Usar los computadores de la sala de informática únicamente para temas relacionados con la materia Hacer silencio durante la sesión de clase Entrenamiento finalizado en el Nivel 1 -Guardián Chemia Desafío completado en el Nivel 1 – Guardián Chemia Entrenamiento finalizado en el Nivel 2 -Guardián Terra Firma Desafío completado en el Nivel 2 – Guardián Terra Firma Entrenamiento finalizado en el Nivel 3 -Guardián Industrie Desafío completado en el Nivel 3 – Guardián Industrie Entrenamiento finalizado en el Nivel 4 -Guardiana Salute Desafío completado en el Nivel 4 – Guardiana Salute Desafío completado en el Nivel 5 – Torre del Gran Antus (Pase de libertad hacia la Tierra)												
Poderes	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Coste de Maná</th><th>Nombre del Poder</th><th>Se desbloquea en nivel</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 </td><td>Escudo protector</td><td>1 </td></tr> <tr> <td>3 </td><td>Pista de una pregunta</td><td>1 </td></tr> <tr> <td>1 </td><td>Añadir un poder</td><td>1 </td></tr> </tbody> </table> Cancelar Cambios	Coste de Maná	Nombre del Poder	Se desbloquea en nivel	2	Escudo protector	1	3	Pista de una pregunta	1	1	Añadir un poder	1
Coste de Maná	Nombre del Poder	Se desbloquea en nivel											
2	Escudo protector	1											
3	Pista de una pregunta	1											
1	Añadir un poder	1											

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de ClassMana

8.3.3. Creación de los desafíos de los Guardianes a través de Wayground

Tabla 30. Creación de los desafíos de los Guardianes a través de Wayground

Etapa	Evidencias
Creación del desafío del Guardián Chemia	
Creación del desafío del Guardián Terra Firma	

Creación del desafío del Guardián Industrie	 The screenshot shows the Wayground admin interface for a quiz titled "Nivel 3 - Desafío del Guardián Industrie". The URL in the browser is https://wayground.com/admin/quiz/69603ce319a2a778f9a1fc7e. The interface includes a sidebar with navigation options: Principal, M..., Sesiones, and Estudiantes. The main content area displays the quiz title, a green checkmark icon, the text "Evaluación", the user "CAMILA GUTIERREZ", the subject "Química", and the grade "11º grado". There is a "Borrador" (Draft) button and a "Compartir" (Share) button. A warning message states: "Esta es una actividad de borrador. Publica esta actividad para poder compartirla con tus alumnos" (This is a draft activity. Publish this activity to be able to share it with your students).
Creación del desafío del Guardián Salute	 The screenshot shows the Wayground admin interface for a quiz titled "Nivel 4 - Desafío de la Guardiána Salute". The URL in the browser is https://wayground.com/admin/quiz/696042b219a2a778f9a2017b. The interface is identical to the one above, showing the same sidebar, navigation options, and main content area with the quiz title, evaluation status, user, subject, grade, draft button, and share button. The warning message is also present.

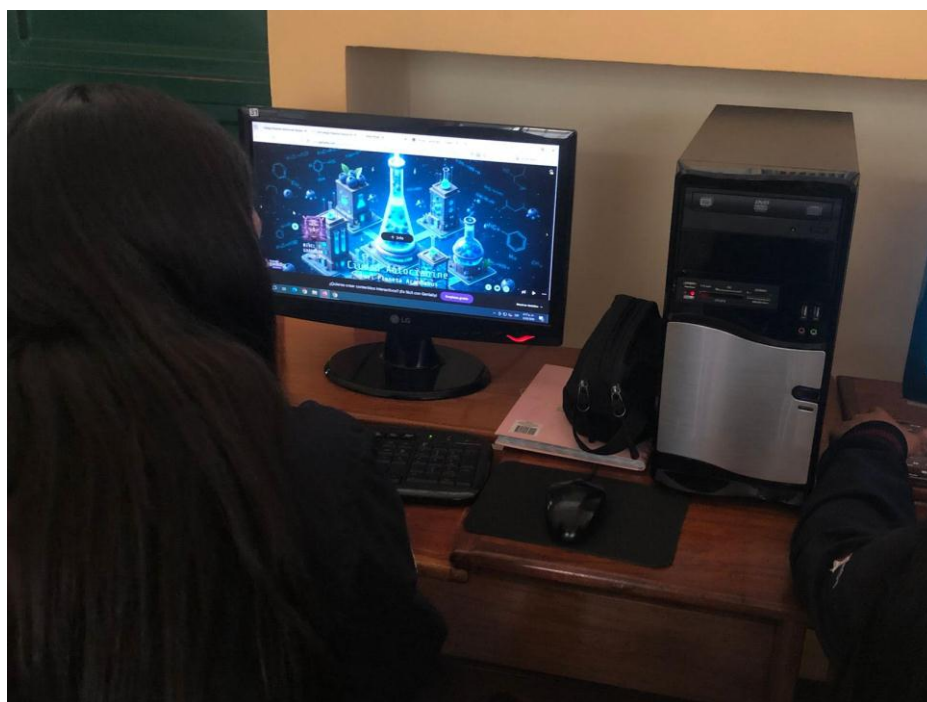
Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Wayground e imágenes generadas con Google Gemini

9. APLICACIÓN DEL ENTORNO GAMIFICADO

9.1. Presentación e Inicio de la Aplicación

Tabla 31. Presentación del entorno gamificado

Sesión 3 – Presentación del entorno gamificado	
Fecha	10/02/2026
Fotografías del proceso	



Resultados

Se llevó a cabo la presentación del entorno gamificado a los estudiantes, por lo que se hizo énfasis en la plataforma Genially como eje central del entorno y, ClassMana y WayGround como plataformas que apoyan lo referente al rendimiento del avatar y los desafíos por nivel.

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Genially

Tabla 32. Puesta en marcha del entorno (Nivel 1 – El Guardián Chemia)

Sesión 4 – Puesta en marcha del entorno (Nivel 1 – El Guardián Chemia)	
Fecha	12/02/2026
Fotografías del proceso	 



Nivel 1 - Chemia

Hola, yo soy Chemia, el guardián de las estructuras químicas de las antocianinas.

Realiza el entrenamiento correspondiente a través del portal hacia ClassMana:

[Acceso a ClassMana](#)

Cuando hayas terminado, presenta mi desafío final a través de Wayground: [Acceso a Wayground](#)



Resultados

Se dio inicio a la interacción de los estudiantes con el entorno gamificado en Genially, apoyado en ClassMana y WayGround, por lo que los educandos estuvieron realizando las actividades correspondientes al Nivel 1 – Guardián Chemia, es decir, lo relacionado con todo el contenido temático de las Antocianinas desde la perspectiva de la química.

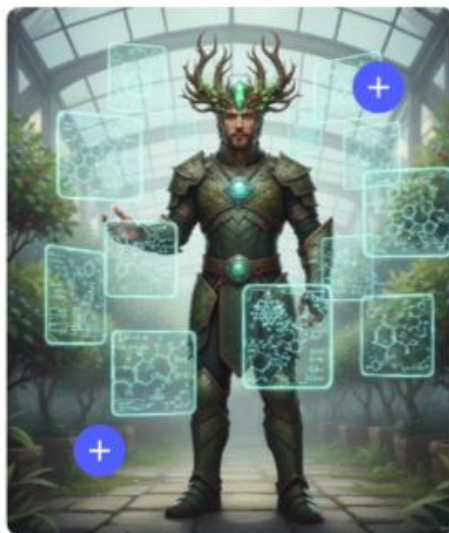
Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Genially

Por medio de la resolución de los cuestionarios interactivos contruidos acerca de las propiedades tanto físicas como químicas de las Antocianinas y su puesta en marcha a través del entorno gamificado, se involucró a los estudiantes en la construcción del conocimiento por medio de actividades dinámicas. Debido a lo anterior, el papel del docente se limitó exclusivamente a facilitar dichos espacios y conocimientos, mientras que, por medio del entorno gamificado se proporcionó oportunidades para que los estudiantes de grado 11° realizaran ejercicios de exploración, cuestionamiento y la aplicación de los conceptos adquiridos por medio de situaciones relevantes como la resolución de problemas. Lo anterior, como lo menciona (Cambridge Assessment International Education, s.f.) corresponde a características propias del aprendizaje activo.

9.2. Uso del Entorno Gamificado por parte de los estudiantes

Tabla 33. Uso del Entorno Gamificado (Nivel 2 – El Guardián Terra Firma)

Sesión 5 – Uso del Entorno Gamificado (Nivel 2 – El Guardián Terra Firma)	
Fecha	17/02/2026
Fotografías del proceso	



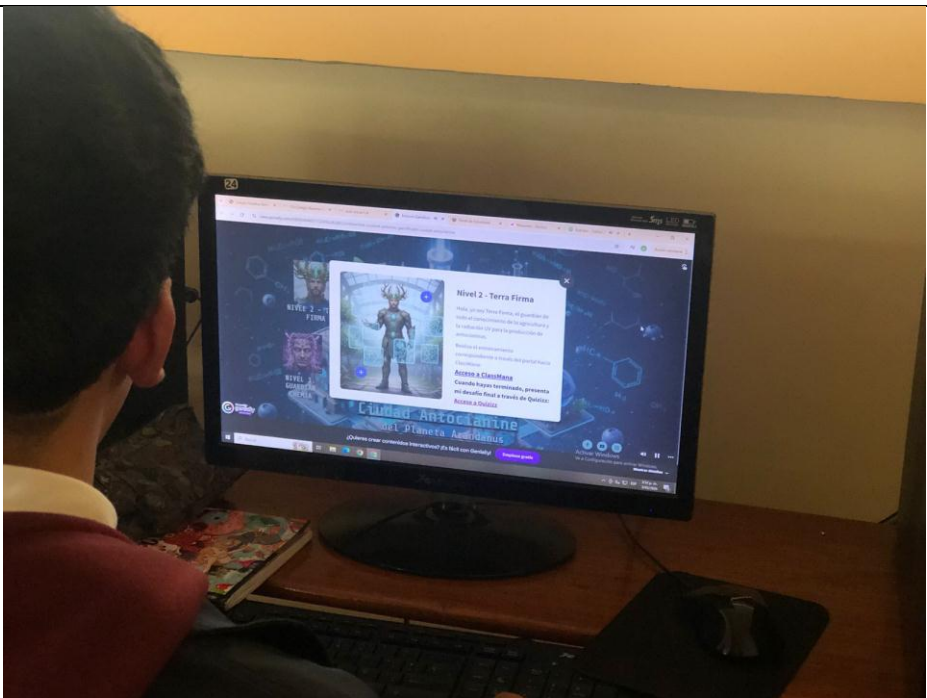
Nivel 2 - Terra Firma

Hola, yo soy Terra Firma, el guardián de todo el conocimiento de la agricultura y la radiación UV para la producción de antocianinas.

Realiza el entrenamiento correspondiente a través del portal hacia ClassMana:

[Acceso a ClassMana](#)

Cuando hayas terminado, presenta mi desafío final a través de Wayground: [Acceso a Wayground](#)

	
Resultados	Se continuó con la interacción de los estudiantes con el entorno gamificado en Genially, apoyado en ClassMana y WayGround, por lo que los educandos estuvieron realizando las actividades correspondientes al Nivel 2 – Guardián Terra Firma, en lo que tiene que ver con el conocimiento agrícola de las Antocianinas y los factores ambientales que inciden en su proceso.

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Genially

Tabla 34. Uso del Entorno Gamificado (Nivel 3 – El Guardián Industrie)

Sesión 6 – Uso del Entorno Gamificado (Nivel 3 – El Guardián Industrie)	
Fecha	19/02/2026
Fotografías del proceso	  Nivel 3 - Industrie Hola, yo soy Industrie, el guardián de las aplicaciones industriales de las antocianinas. Realiza el entrenamiento correspondiente a través del portal hacia ClassMana: <u>Acceso a ClassMana</u> Cuando hayas terminado, presenta mi desafío final a través de Wayground: <u>Acceso a Wayground</u>

	 
Resultados	Se continuó con la interacción de los estudiantes con el entorno gamificado en Genially, apoyado en ClassMana y WayGround, por lo que los educandos estuvieron realizando las actividades relacionadas al Nivel 3 – Guardián Industrie, específicamente en

	las aplicaciones industriales de las antocianinas y su importancia en los procesos de producción.
--	---

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Genially, ClassMana y Wayground

Tabla 35. Uso del Entorno Gamificado (Nivel 4 – LaGuardianaSalute)

Sesión 7 – Uso del Entorno Gamificado (Nivel 4 – LaGuardianaSalute)	
Fecha	24/02/2026
Fotografías del proceso	 

	 Nivel 4 - Salute Hola, yo soy Salute, la guardiana de los beneficios para la salud de la actividad antioxidante de las antocianinas. Realiza el entrenamiento correspondiente a través del portal hacia ClassMana: Acceso a ClassMana Cuando hayas terminado, presenta mi desafío final a través de Wayground: Acceso a Wayground 
Resultados	Se continuó con la interacción de los estudiantes con el entorno gamificado en Genially, apoyado en ClassMana y WayGround, por lo que los educandos estuvieron realizando las actividades referentes al Nivel 4 – LaGuardiana Salute, en lo que tiene que ver con los beneficios curativos y antioxidantes de las antocianinas de los arándanos en la salud de las personas.

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Genially y ClassMana

Cabe destacar que, se evidenció una mejor apropiación de los conocimientos complejos acerca de las Antocianinas de los arándanos por parte de los educandos al explorar el entorno gamificado y no por procesos tradicionales como escuchar pasivamente y memorizar; lo anterior, permitió desarrollar capacidades de análisis de los grupos funcionales de la estructura química y las propiedades que desencadenan, la modificación de la estructura al sufrir reacciones de protonación y desprotonación al contacto con la variación de pH, lo cual permite la formación de diferentes especies químicas como el catión Flavilio, generando una característica apreciable como un color rojo intenso y su actividad antioxidante al contacto con radicales libres causantes de múltiples enfermedades que se evidencian y se tratan en la actualidad como el cáncer. Lo anterior, permite conectar características y propiedades netamente teóricas con usos relevantes de dichos compuestos que se han demostrado hoy en día.

9.3. Elaboración del post-test

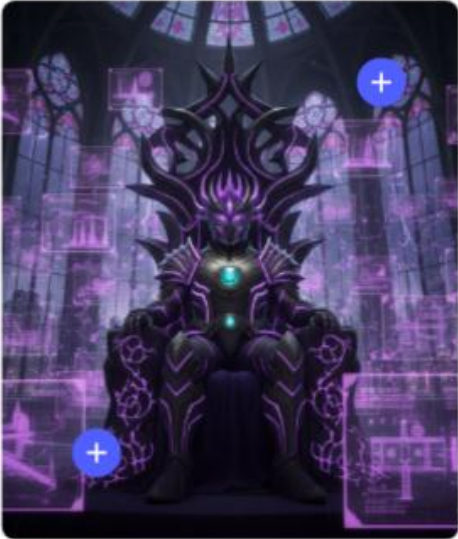
Tabla 36. Elaboración del post-test

Sesión 8 – Elaboración del post-test	
Fecha	26/02/2026
Fotografías del proceso	Post-test Este cuestionario corresponde al Post-test a realizar a los estudiantes de Grado 11° que participaron en la Investigación denominada ENTORNO GAMIFICADO PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE ANTOCIANINAS DEL ARÁNDANO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11° Responda las siguientes preguntas con la mayor objetividad posible, seleccionando la respuesta que usted considere correcta. Los datos proporcionados en el siguiente cuestionario son de carácter académico e investigativo únicamente. Logo Colegio de Nuestra Señora del Rosario - Tunja 
Resultados	Se llevó a cabo la construcción y el despliegue correspondiente del post-test a través de Google Forms

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Google Forms

9.4. Aplicación del Post-Test

Tabla 37. Aplicación del Post-Test (La Torre del Gran Antus)

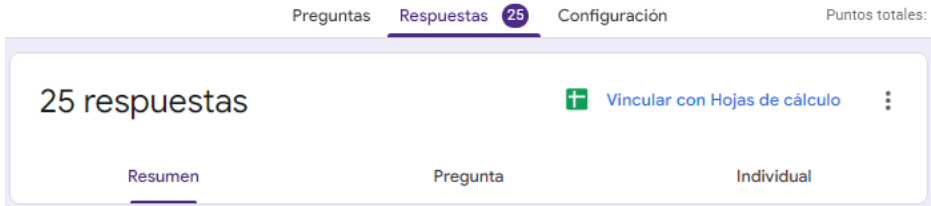
Sesión 9 – Aplicación del Post-Test (La Torre del Gran Antus)	
Fecha	03/03/2026
Fotografías del proceso	  Desafío Final - El Gran Antus Soy el Gran Antus, yo gobierno Ciudad Antocianine. Si has llegado hasta acá es porque has vencido a todos mis guardianes y recolectado las insignias correspondientes. Si quieres recuperar tu libertad, entonces presenta mi prueba final a través de Wayground ¿Estás listo? Accede al Desafío Final



	
Resultados	Durante la sesión de clase se llevó a cabo la aplicación del post-test, es decir, el desafío final en la Torre del Gran Antus, por lo que los estudiantes ingresaron al enlace https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf8U9MiGarrBQIPPrW63IJ2zK3-LB5yIBCbkUOKeAJ3Mpilxg/viewform?usp=publish-editor y contestaron las preguntas formuladas. Este instrumento fue validado por un experto, lo cual se evidenció con el Anexo D. Protocolo de Validación de Instrumentos.

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Google Forms

Tabla 38. Recolección final de los datos

Sesión 10 – Recolección final de los datos	
Fecha	05/03/2026
Fotografías del proceso	
Resultados	Una vez que los estudiantes realizaron las actividades del Nivel 1 – Guardián Chemia, Nivel 2 – Guardián Terra Firma, Nivel 3 – Guardián Industrie y Nivel 4 – Guardiania Salute, contestaron el desafío en la Torre del Gran Antus, es decir, el post-test. Esta última actividad produjo unos datos los cuales junto con el pre-test

	corresponden al panorama de evolución del conocimiento sobre las antocianinas antioxidantes de los arándanos en los estudiantes que participaron en esta investigación.
--	---

Fuente: elaboración propia con base en la interfaz de Google Forms

10. ANÁLISIS Y RESULTADOS

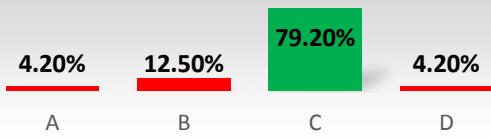
10.1. Tabulación y graficado de los datos recolectados en el post-test

Una vez aplicado el pre-test y el post-test a los estudiantes de la muestra, antes y después de haber interactuado con el entorno gamificado, se recolectaron los datos mediante formularios de google, los cuales a su vez se tabularon y representaron gráficamente usando Microsoft Excel.

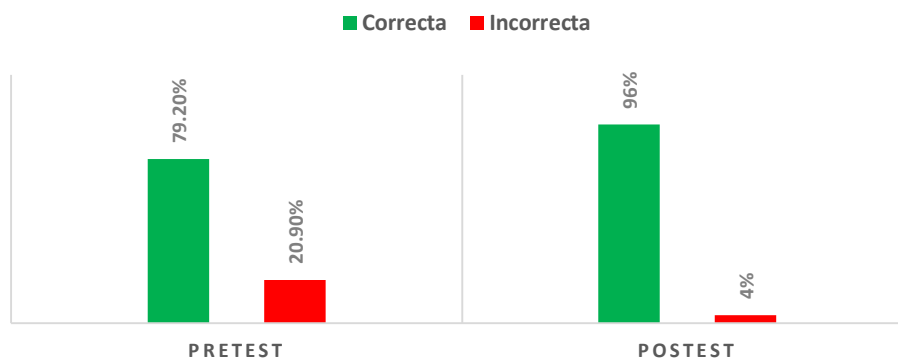
10.2. Análisis comparativo por pregunta entre el pre-test y el post-test

Realizada la tabulación de los datos obtenidos en el post-test, se llevó a cabo un análisis comparativo por pregunta entre lo contestado por los estudiantes en el pre-test (O1) y en el post-test (O2), siguiendo la metodología de Campbell y Stanley (2015), por lo que se plasmaron inferencias importantes a nivel del crecimiento porcentual en los mismos y por ende de la evolución del aprendizaje activo:

Tabla 39. Comparativa y análisis de la pregunta #1 entre el pre-test y el post-test

Pre-test	Post-test																				
¿Cuál es la característica estructural que define y diferencia a las...  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>4.20%</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>12.50%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>79.20%</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>4.20%</td> </tr> </tbody> </table>	Opción	Porcentaje	A	4.20%	B	12.50%	C	79.20%	D	4.20%	Si una empresa de alimentos funcionales quiere certificar el arándano como 'rico en...  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>96%</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Opción	Porcentaje	A	0%	B	4%	C	96%	D	0%
Opción	Porcentaje																				
A	4.20%																				
B	12.50%																				
C	79.20%																				
D	4.20%																				
Opción	Porcentaje																				
A	0%																				
B	4%																				
C	96%																				
D	0%																				
Comparativa																					

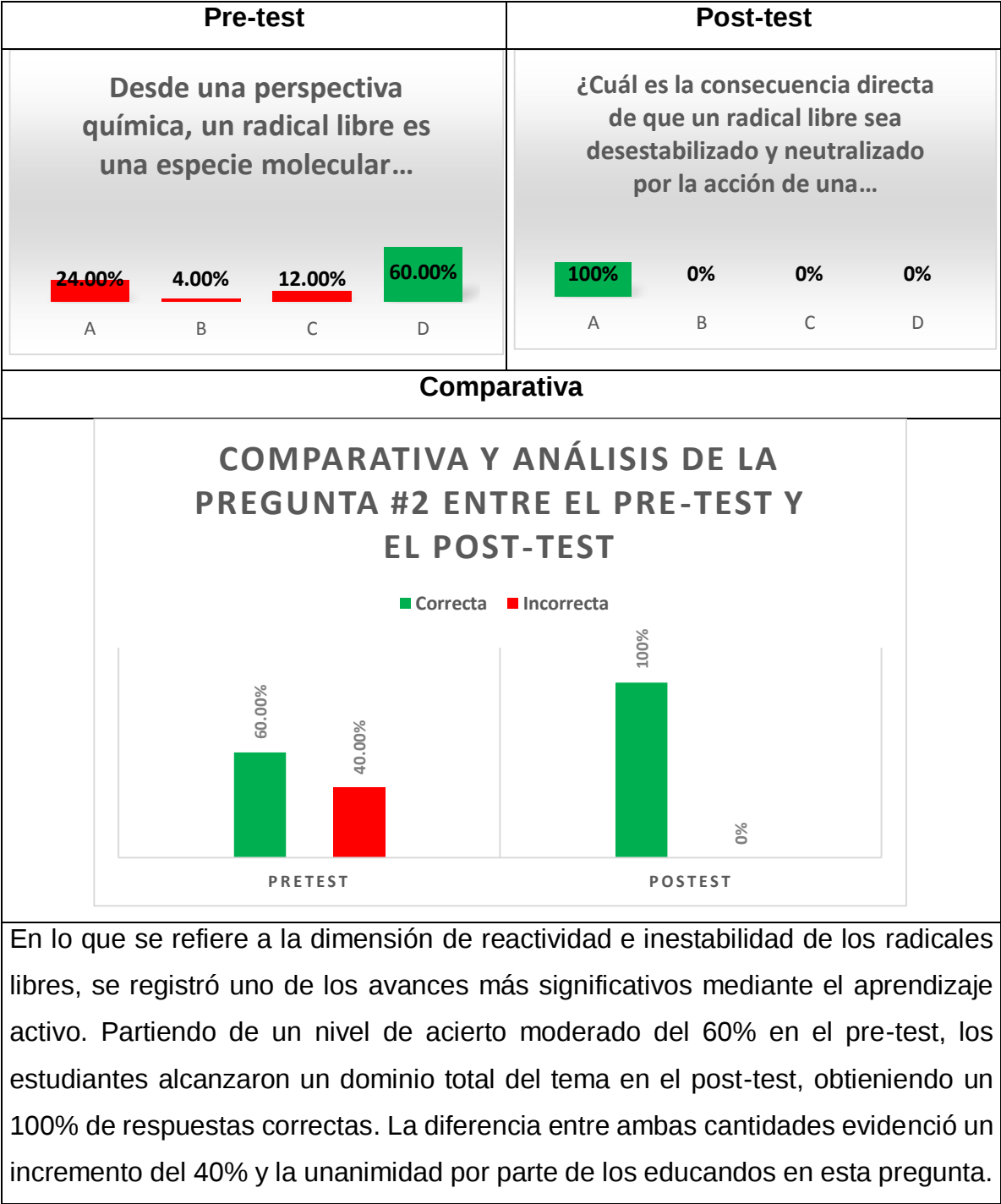
COMPARATIVA Y ANÁLISIS DE LA PREGUNTA #1 ENTRE EL PRE-TEST Y EL POST-TEST



Respecto a la estructura química de las antocianinas y otros polifenoles, los resultados demostraron un fortalecimiento importante en la comprensión conceptual de los estudiantes de la muestra. En la evaluación inicial (pre-test), el grupo ya exhibía una base sólida con un 79,20% de aciertos; sin embargo, tras la interacción con el entorno gamificado, este desempeño se elevó inclusive al 96% en el post-test, por lo que la diferencia entre ambos porcentajes indicó un crecimiento del 16,80%, el cual evidenció que mediante el aprendizaje activo fue posible consolidar aún más los conocimientos en este tema.

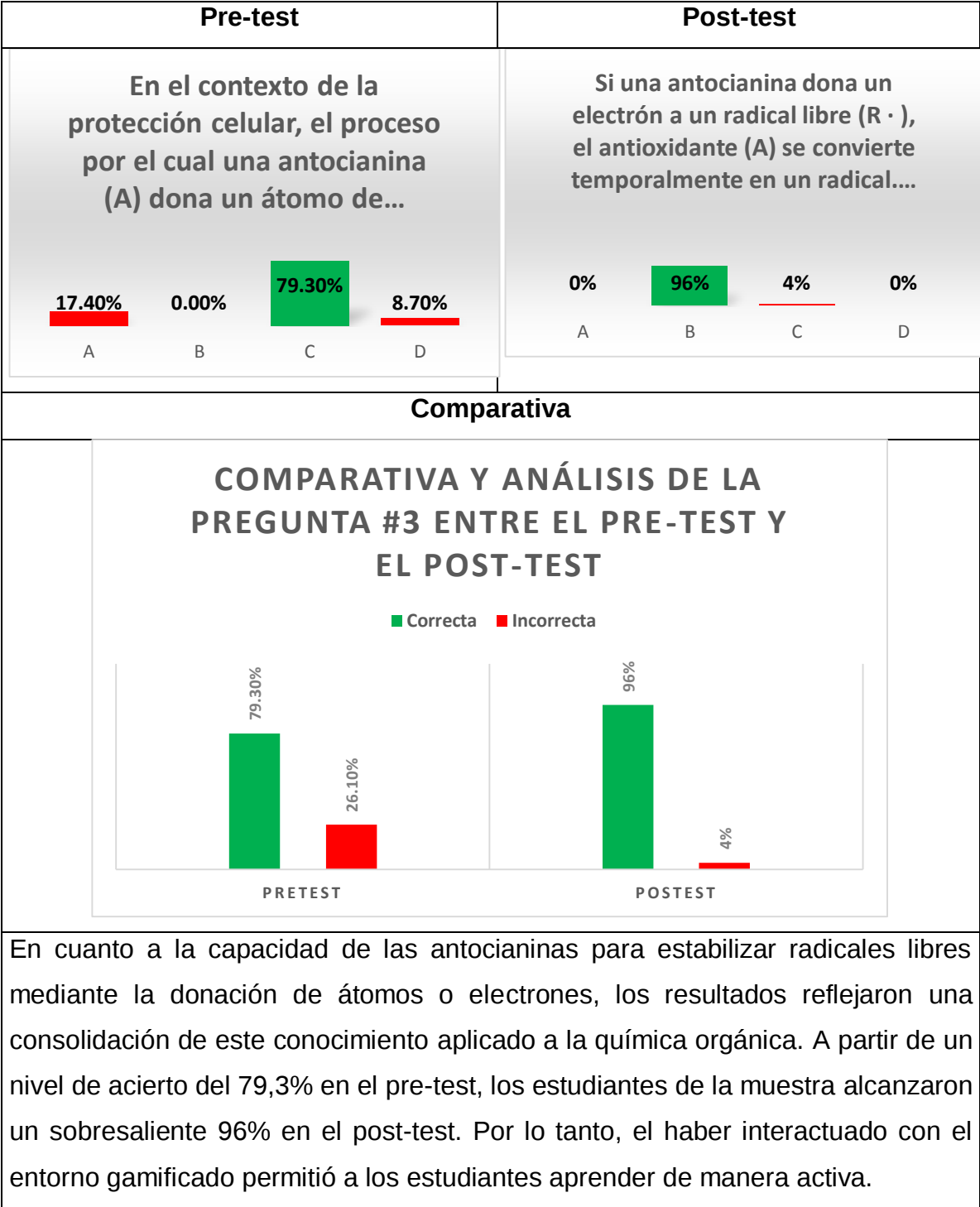
Fuente: elaboración propia

Tabla 40. Comparativa y análisis de la pregunta #2 en el pre-test y en el post-test



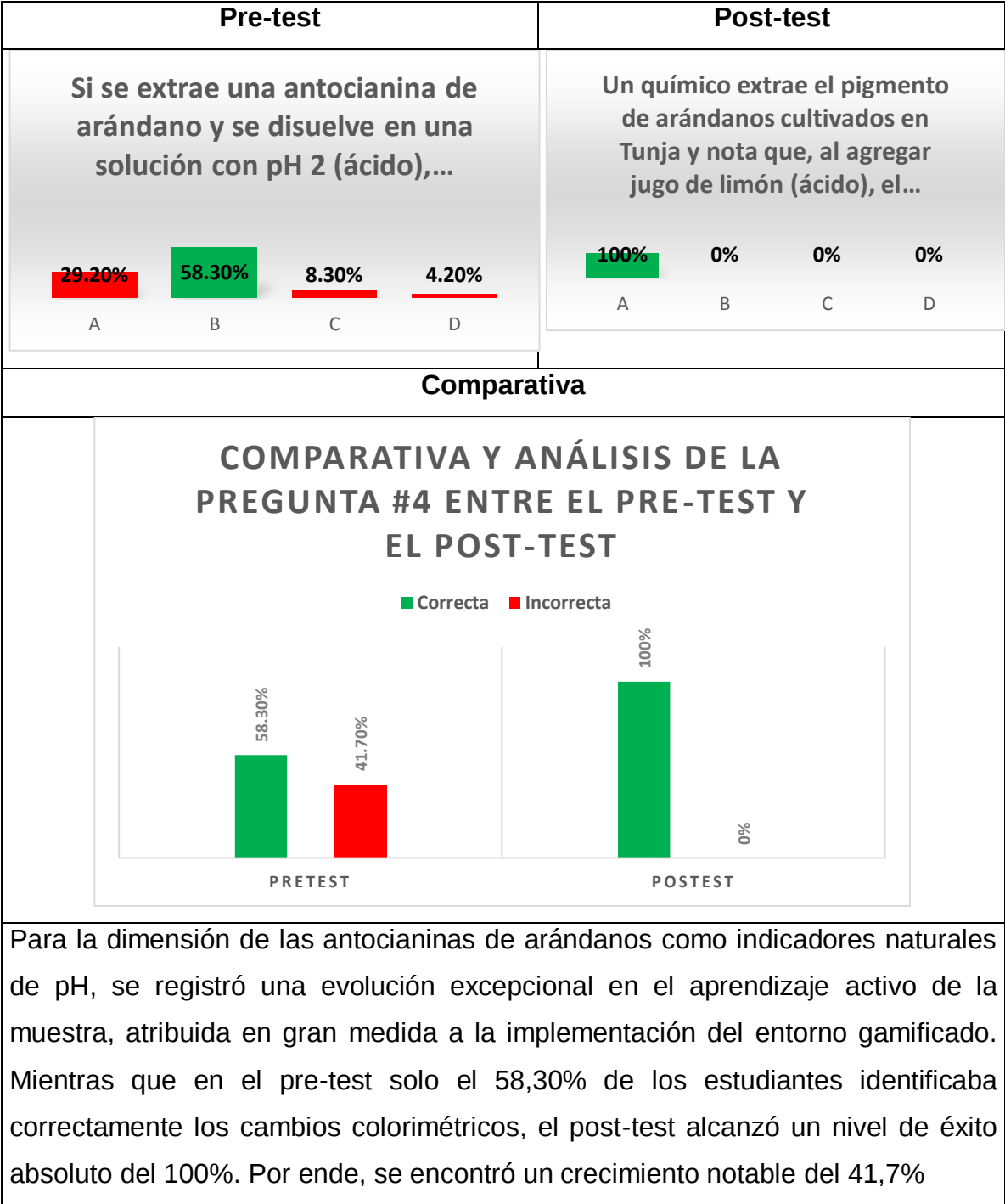
Fuente: elaboración propia

Tabla 41. Comparativa y análisis de la pregunta #3 en el pre-test y en el post-test



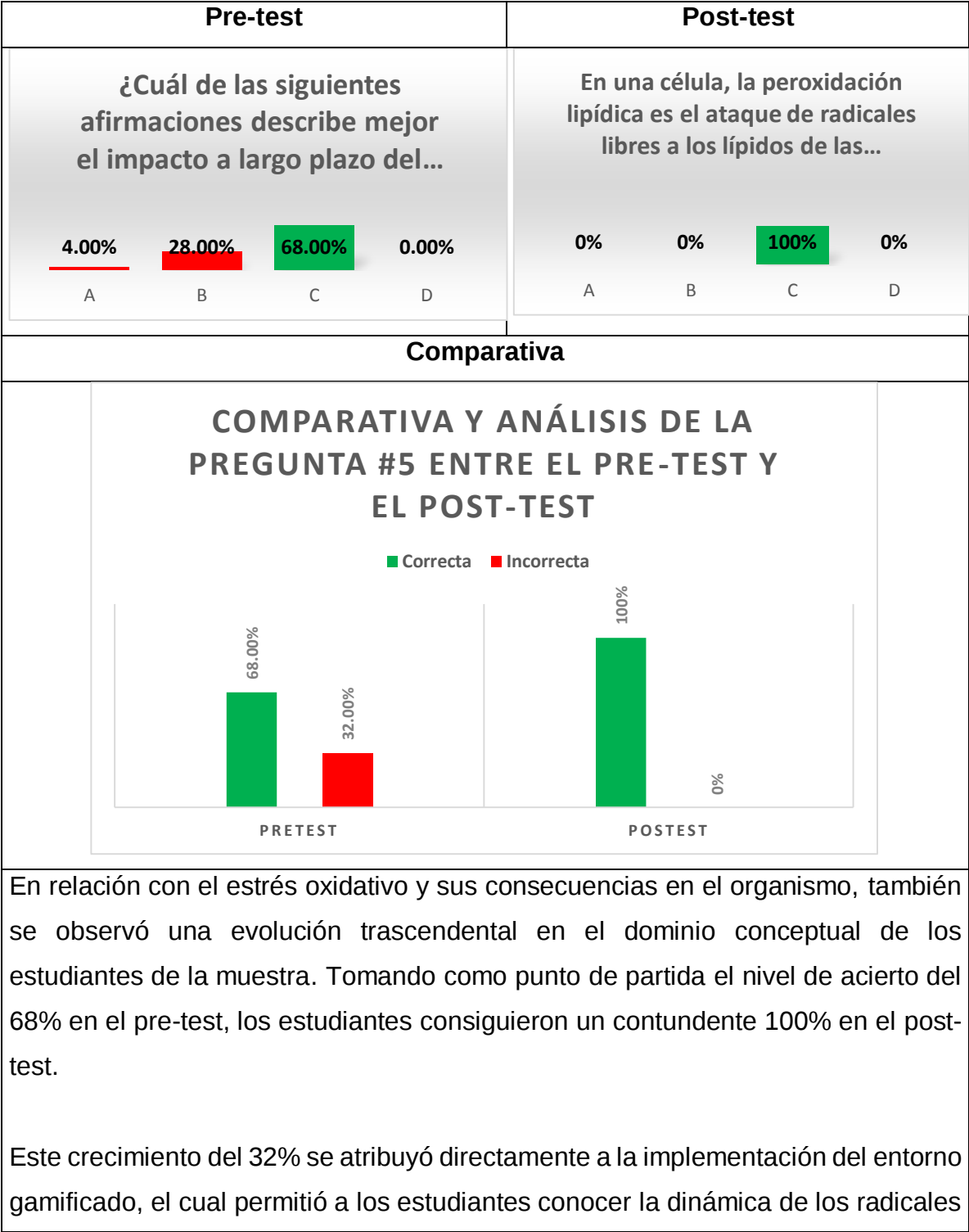
Fuente: elaboración propia

Tabla 42. Comparativa y análisis de la pregunta #4 en el pre-test y en el post-test



Fuente: elaboración propia

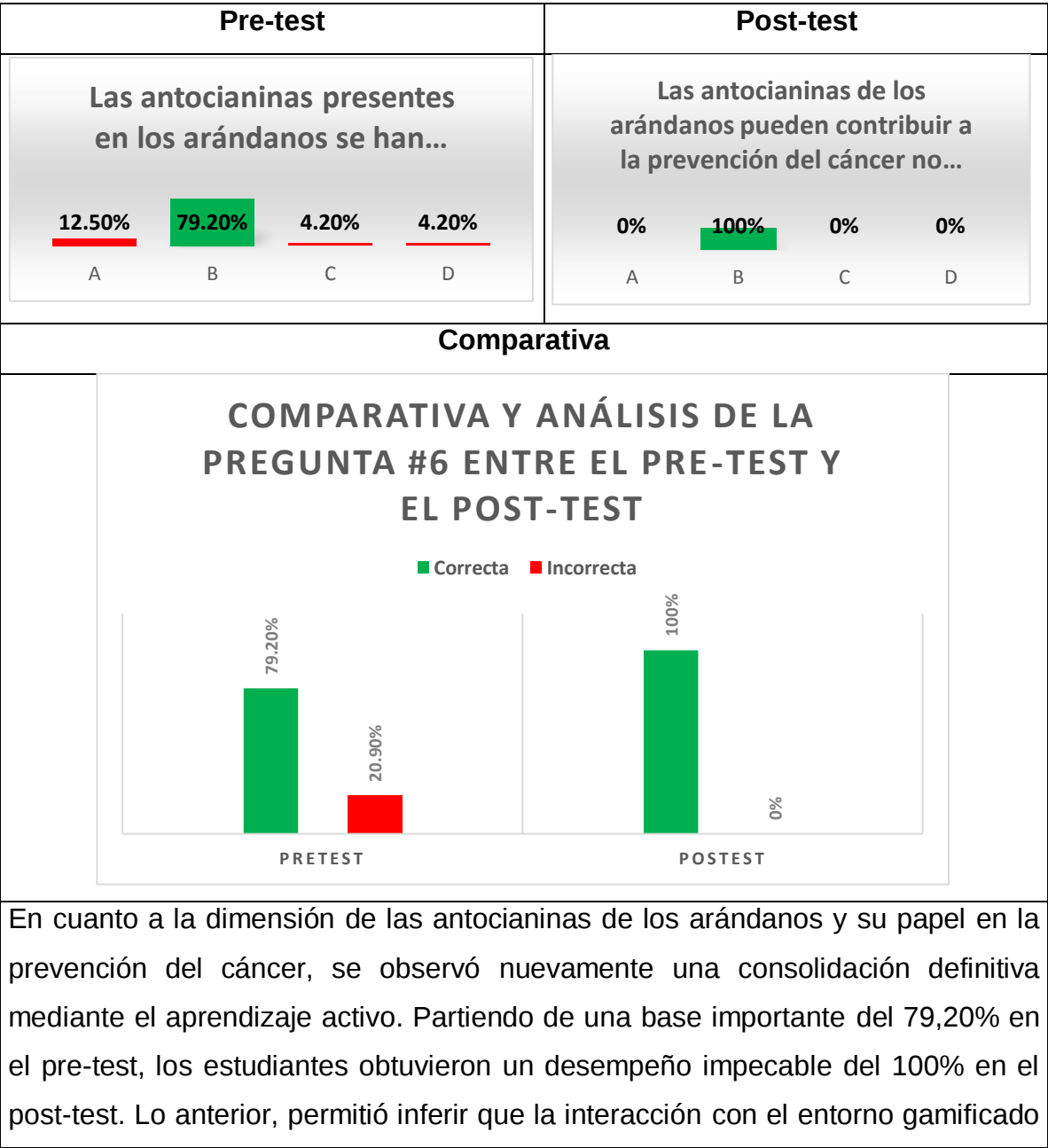
Tabla 43. Comparativa y análisis de la pregunta #5 en el pre-test y en el post-test



libres y el daño celular de una manera lúdica y competitiva, que hizo apología al aprendizaje activo.

Fuente: elaboración propia

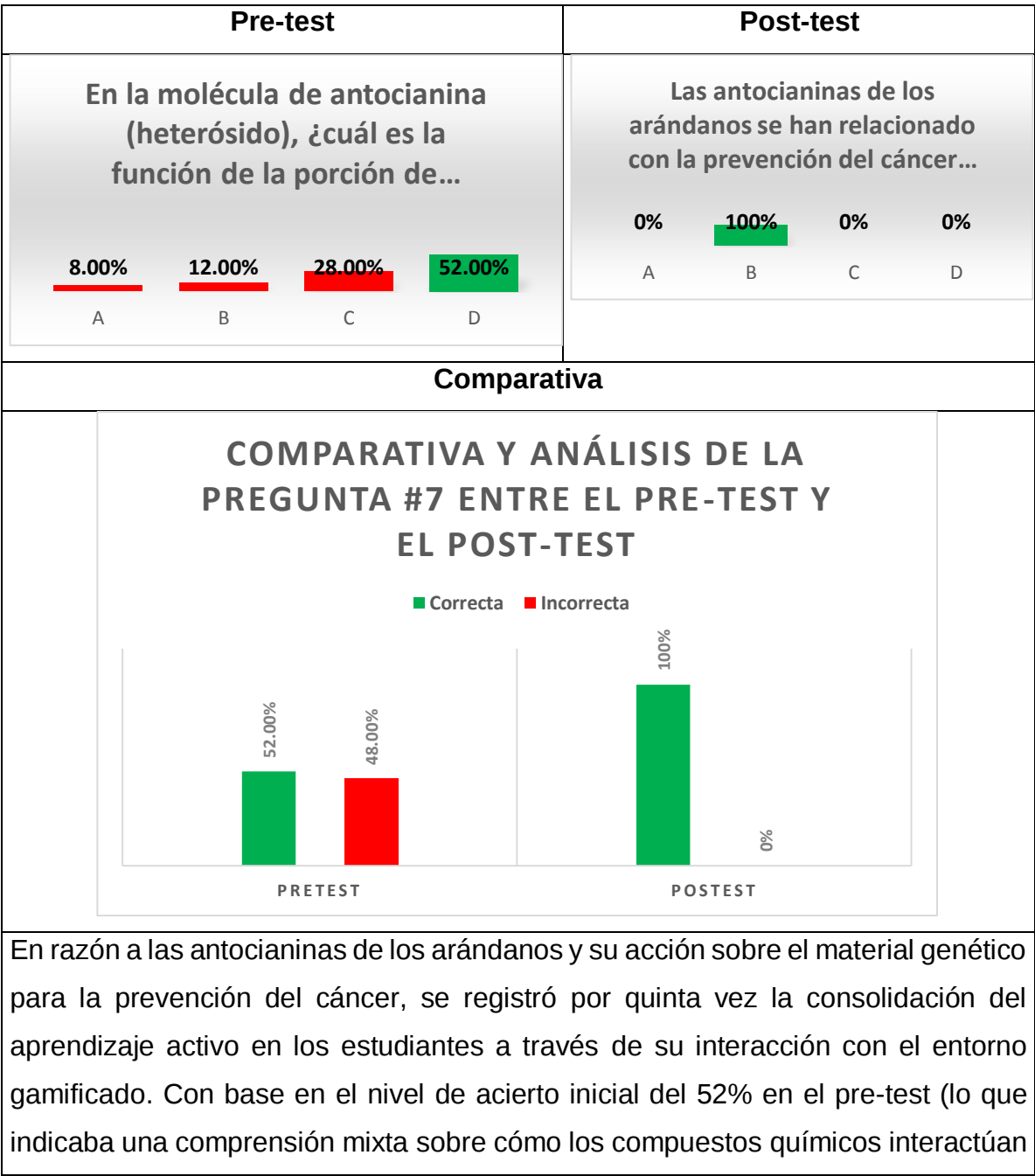
Tabla 44. Comparativa y análisis de la pregunta #6 en el pre-test y en el post-test



garantizó en los educandos un nivel de aprendizaje activo al unísono al haber avanzado un 20,8%.

Fuente: elaboración propia

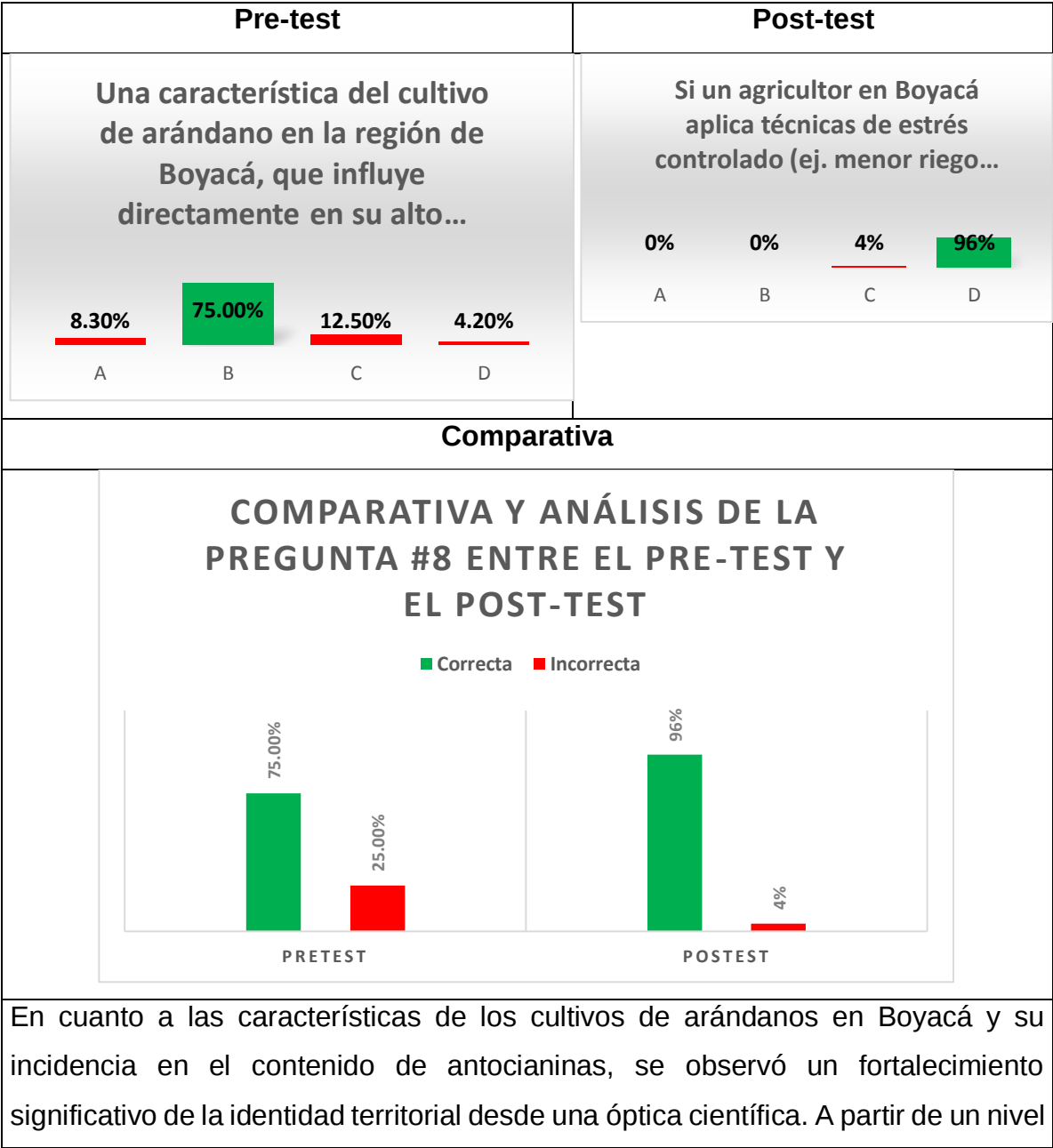
Tabla 45. Comparativa y análisis de la pregunta #7 en el pre-test y en el post-test



con el ADN), los 25 estudiantes de la muestra alcanzaron el dominio total en el post-test. Este incremento del 48% puso de manifiesto la fortaleza del entorno gamificado como herramienta de aprendizaje activo en los educandos.

Fuente: elaboración propia

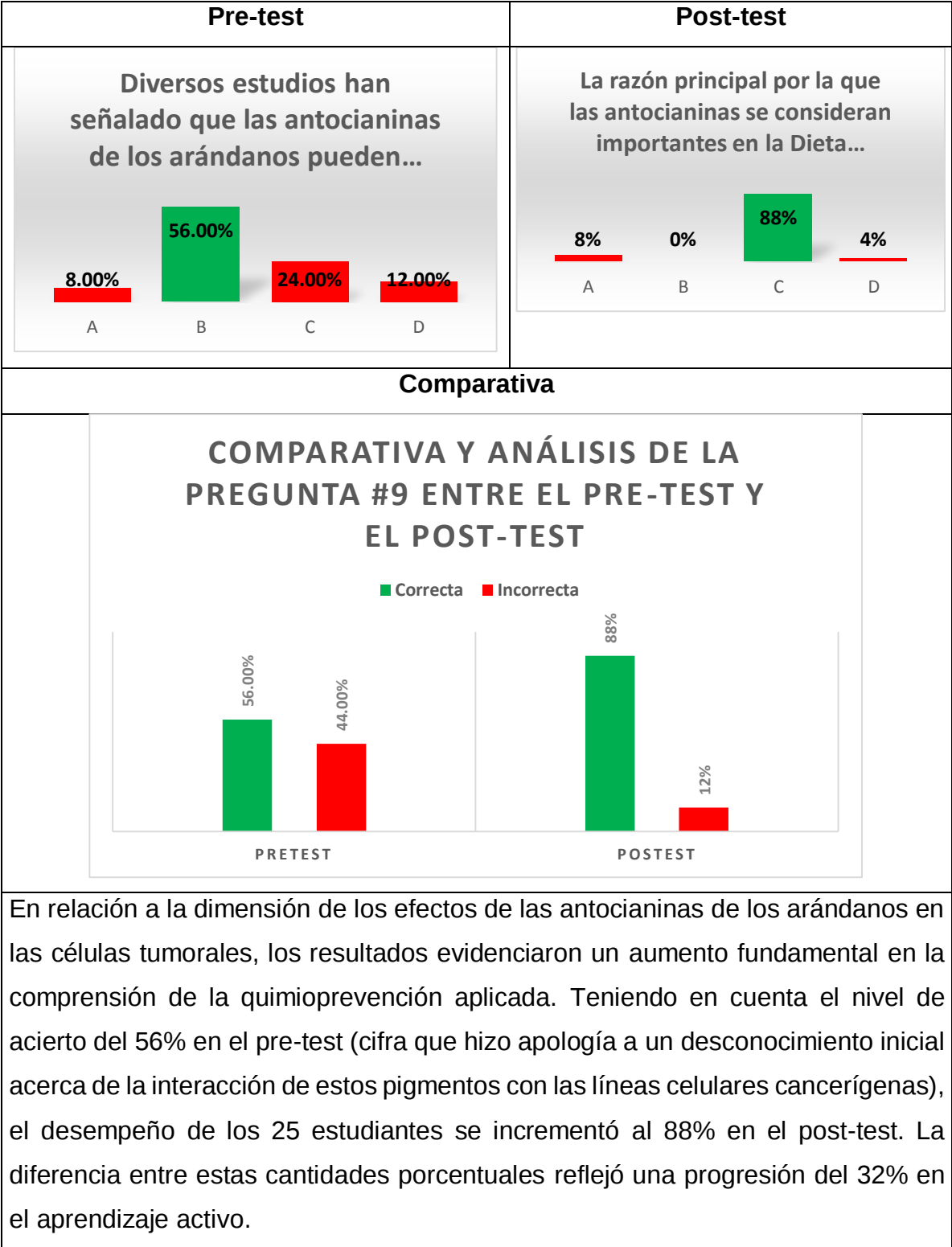
Tabla 46. Comparativa y análisis de la pregunta #8 en el pre-test y en el post-test



de respuestas correctas del 75% en el pre-test, los estudiantes de la muestra lograron un perceptible 96% en el post-test. Este avance del 21% reflejó lo eficaz del entorno gamificado para conectar variables agrícolas con conceptos de química avanzada, por lo que a su vez se reflejó un incremento considerable del aprendizaje activo.

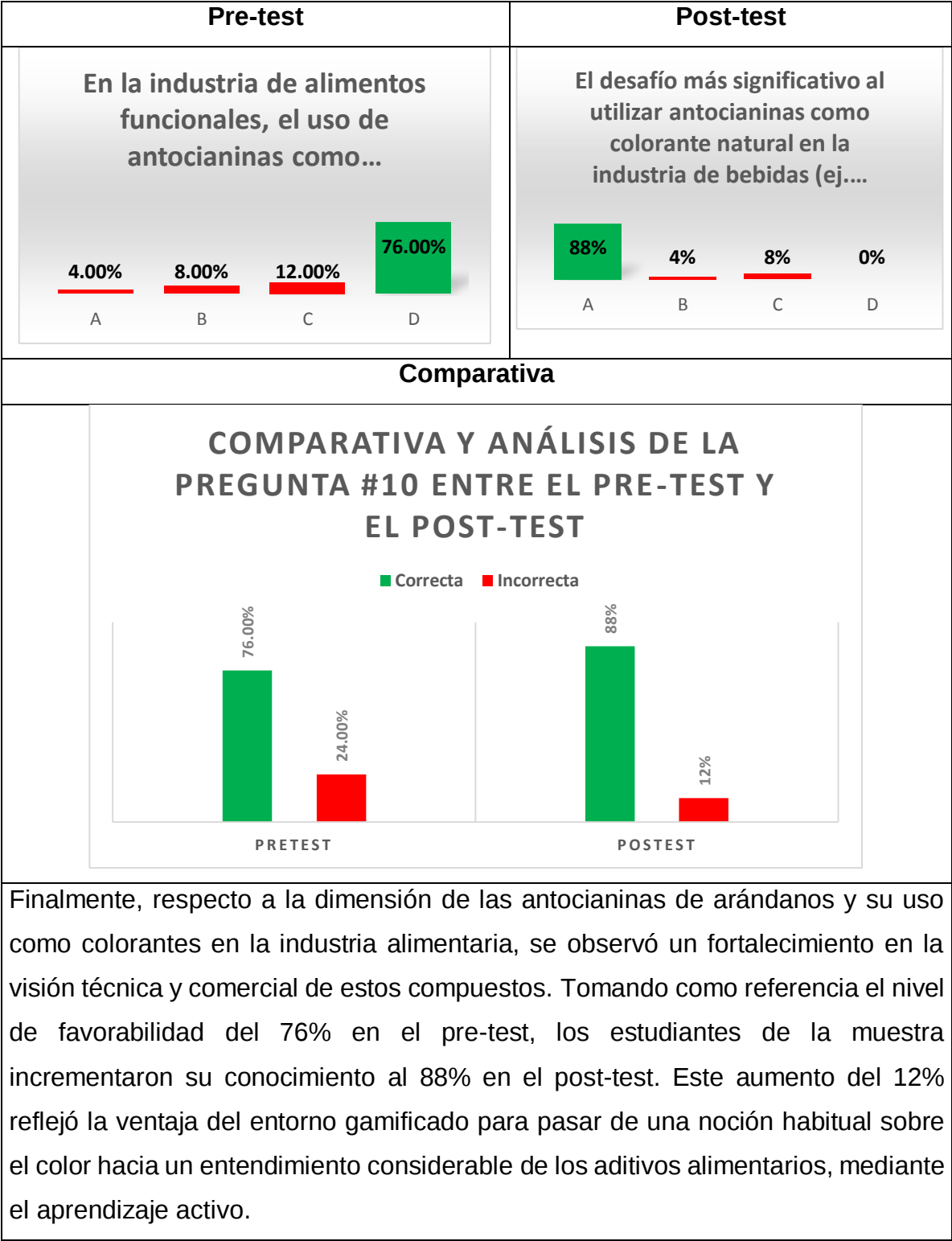
Fuente: elaboración propia

Tabla 47. Comparativa y análisis de la pregunta #9 en el pre-test y en el post-test



Fuente: elaboración propia

Tabla 48. Comparativa y análisis de la pregunta #10 en el pre-test y en el post-test



Fuente: elaboración propia

10.3. Cálculo del Factor de Ganancia Normalizada (g de Hake)

Una vez que se realizaron las comparaciones entre cada una de las preguntas del pre-test y el post-test, las cuales de manera dual apuntaron a cada una de las dimensiones de la variable dependiente, y siguiendo la técnica del factor de la ganancia normalizada de Hake (1998), se llevó a cabo el siguiente cálculo:

- Se promediaron los valores de acierto del pre-test:

$\% \text{ pretest}$

$$= \frac{(79,20\% + 60,00\% + 79,30\% + 58,30\% + 68,00\% + 79,20\% + 52,00\% + 75,00\% + 56,00\% + 76,00\%)}{10}$$

$$\% \text{ pretest} = \frac{683\%}{10}$$

$$\% \text{ pretest} = 68,3\%$$

- Se promediaron los valores de acierto del post-test:

$$\% \text{ posttest} = \frac{(96\% + 100\% + 96\% + 100\% + 100\% + 100\% + 100\% + 96\% + 88\% + 88\%)}{10}$$

$$\% \text{ posttest} = \frac{964\%}{10}$$

$$\% \text{ posttest} = 96,4\%$$

- Se calculó el factor de ganancia normalizada (g de Hake):

$$g = \frac{\% \text{ posttest} - \% \text{ pretest}}{100\% - \% \text{ pretest}}$$

$$g = \frac{96,4\% - 68,3\%}{100\% - 68,3\%}$$

$$g = \frac{28,1\%}{31,7\%}$$

$$g = 0,8864\% \approx 0,89\%$$

Una vez calculada la ganancia normalizada de Hake y según su escala planteada, el valor 0,89% indicó un nivel alto, lo cual a su vez reflejó la efectividad del entorno gamificado en el fortalecimiento del aprendizaje activo de las antocianinas antioxidantes de los arándanos.

10.4. Medición del entorno gamificado

A partir de la interacción realizada por los estudiantes con el entorno gamificado (validado por un experto mediante Anexo E. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD TECNOLÓGICA Y USABILIDAD DE ENTORNO GAMIFICADO) y de las evidencias presentadas, fue posible determinar lo siguiente:

10.4.1. Interacción con el mapa de niveles

$$\begin{aligned} &\text{Porcentaje de estudiantes que interactuaron con el mapa de niveles de Genially} \\ &= (\# \text{ de estudiantes que interactuaron} \\ &\quad / \# \text{ de estudiantes de la muestra}) * 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Porcentaje de estudiantes que interactuaron con el mapa de niveles de Genially} \\ &= (25/ 25) * 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Porcentaje de estudiantes que interactuaron con el mapa de niveles de Genially} = 100\%$$

Los cálculos anteriores indicaron que el 100% de los estudiantes interactuaron con el mapa de niveles de Genially, puesto que todos tuvieron acceso al entorno gamificado, a través de las sesiones planeadas y el uso de los medios tecnológicos propuestos.

10.4.2. Identidad tecnológica

Porcentaje de estudiantes interesados en crear y personalizar su propio Avatar

$$= (\text{Número de estudiantes con Avatar creado} / \text{Número de estudiantes de la muestra}) * 100\%$$

Porcentaje de estudiantes interesados en crear y personalizar su propio Avatar

$$= (25/ 25) * 100\%$$

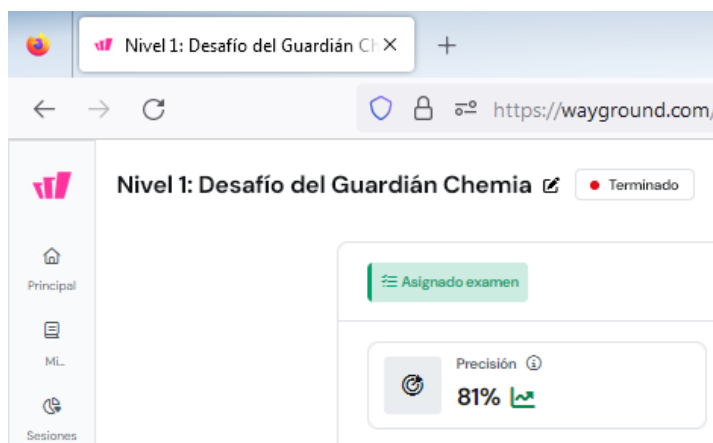
Porcentaje de estudiantes interesados en crear y personalizar su propio Avatar = 100%

Los resultados obtenidos demostraron que el 100% de los estudiantes evidenciaron un interés absoluto para crear y personalizar su propio avatar, mediante las herramientas de la plataforma ClassMana.

10.4.3. Eficacia de los desafíos construidos

- Precisión en el Desafío del Guardián Chemia

Figura 13. Precisión en el Desafío del Guardián Chemia

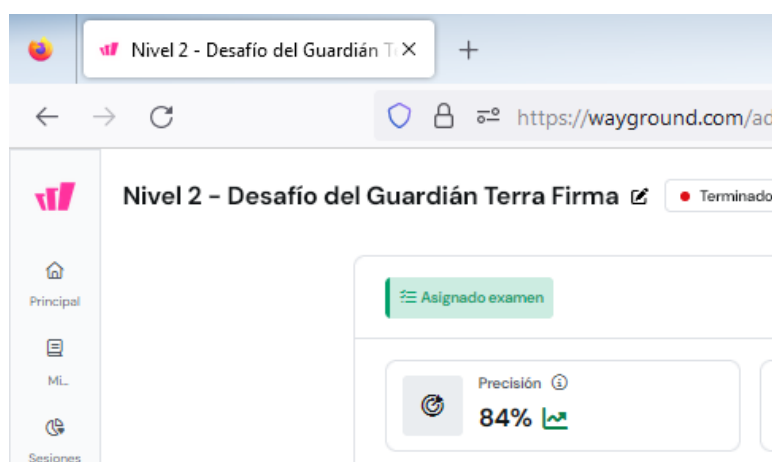


Fuente: <https://wayground.com/>

A partir de la estadística calculada por la plataforma Wayground se consiguió una precisión del 81% en el Desafío del Guardián Chemia, lo anterior indica que el entorno gamificado presentó de manera adecuada y comprensible todo el contenido referente a la Estructura Química de las antocianinas.

- Precisión en el Desafío del Guardián Terra Firma

Figura 14. Precisión en el Desafío del Guardian Terra Firma

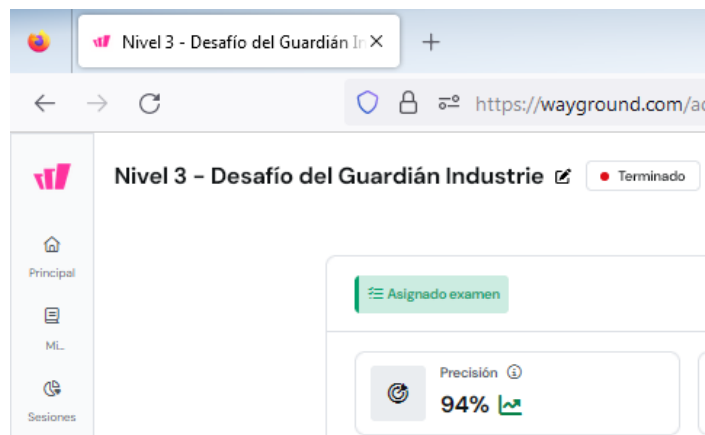


Fuente: <https://wayground.com/>

Con base en el dato calculado por la plataforma Wayground se alcanzó una precisión del 84% en el Desafío del Guardián Terra Firma, por lo anterior se infiere que el entorno gamificado visualizó de forma amigable la información relacionada con el conocimiento agrícola de las antocianinas de arándanos.

- Precisión en el Desafío del Guardián Industrie

Figura 15. Precisión en el Desafío del Guardián Industrie

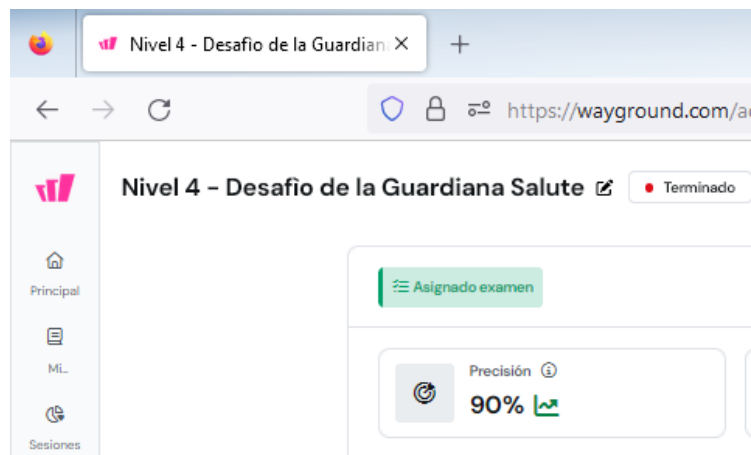


Fuente: <https://wayground.com/>

Tomando como referencia el cálculo realizado por la plataforma Wayground se obtuvo una precisión del 94% en el Desafío del Guardián Industrie, a partir de este dato es posible inferir que los elementos visuales presentados en el entorno gamificado fueron lo suficientemente llamativos para los estudiantes a tal punto que lograron identificarse con el tema de las aplicaciones industriales de las antocianinas de los arándanos.

- Precisión en el Desafío de la Guardiana Salute

Figura 16. Precisión en el Desafío de la Guardiana Salute



Fuente: <https://wayground.com/>

En última instancia, con el dato obtenido por la plataforma Wayground se logró una precisión del 90% en el Desafío de la Guardiania Salute, lo anterior quiere decir que a nivel del entorno gamificado, el contenido relacionado con los beneficios para la salud de la actividad antioxidante de las antocianinas de arándanos fue lo suficientemente interesante para los estudiantes.

11. CONCLUSIONES

Se determinó el nivel de aprendizaje activo inicial en los estudiantes en cuanto a las antocianinas como propiedades antioxidantes del alimento funcional arándano, a través del pre-test, por lo que se encontraron cantidades porcentuales modestas siendo un 52% el nivel más bajo presentado por los educandos específicamente en la acción de estos compuestos sobre el material genético para la prevención de la enfermedad del cáncer. Así mismo, la acción indicadora natural de pH de estas antocianinas se clasificó en un 58,30% consolidándose como el segundo resultado más bajo encontrado en los estudiantes.

Se estructuró el entorno gamificado tomando como base las dinámicas del aprendizaje activo, por lo que se contemplaron los conceptos más importantes de las antocianinas de los arándanos y su capacidad antioxidante; su estructura química, conocimientos agrícolas, aplicaciones industriales y beneficios para la salud humana, mediante la puesta en marcha del mapa de niveles, disposición de avatares y acceso a los desafíos de cada nivel.

La aplicación del entorno gamificado a los estudiantes evidenció un mecanismo que facilitó el aprendizaje activo de las antocianinas como propiedades antioxidantes del arándano; este entorno permitió cerrar la brecha que existía entre la teoría química y sus aplicaciones en el contexto, pasando de aprender pasivamente conceptos abstractos en un aula de clase a interactuar y conectar el tema con experiencias mediadas por la tecnología mucho más cercanas que les permitieron construir su propio conocimiento.

Se contrastó el nivel de aprendizaje activo obtenido por los estudiantes en el post-test frente a los resultados alcanzados en el pre-test; en lo referente a la salud, los resultados más notables se apreciaron en la dimensión relacionada con el cáncer. El incremento del 48% en lo referente a la labor de las antocianinas en el material

genético fue la evidencia más notable de la fortaleza de la interacción con el entorno gamificado. Otros de los aspectos más destacados se expresaron en la evolución trascendental (del 58,3% al 100%) en la concepción de las antocianinas como indicadores naturales de pH, así como en el entendimiento de sus aplicaciones como colorantes funcionales en la industria de los alimentos. Por su parte, esta investigación permitió un afianzamiento importante en la comprensión de las antocianinas y polifenoles, lo anterior se vio evidenciado en el hecho que los estudiantes de la muestra consiguieron un dominio completo (100%) en temas críticos como la inestabilidad de los radicales libres y el estrés oxidativo, superando brechas de hasta 32 puntos porcentuales. Así mismo, los estudiantes identificaron con exactitud el rol de las antocianinas como agentes donadores de electrones, consiguiendo un 96% de acierto en el post-test. En la misma medida, el fortalecimiento del conocimiento sobre los cultivos de arándanos (consiguiendo un 96% de acierto en el post-test) evidenció la viabilidad de esta estrategia.

A partir de los resultados y del análisis realizado, se infirió que la aplicación del entorno gamificado tuvo una incidencia importante en el fortalecimiento del aprendizaje activo en los estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja, en lo referente a las antocianinas del arándano y su capacidad antioxidante; el paso desde los niveles de comprensión fraccionados (con resultados en el pre-test desde el 52%) hacia dominios contundentes del 100% en 5 de las 10 dimensiones del post-test, así como resultados muy sobresalientes desde el 88% hasta el 96% en las 5 dimensiones restantes, demostró que la didáctica y la interacción con este entorno incrementaron el aprendizaje activo de conceptos científicos complejos. Finalmente, con el cálculo del factor de ganancia normalizada (g de Hake) fue posible consolidar un valor de 0,89% (nivel alto de ganancia de aprendizaje activo), por lo tanto, se infirió que la aplicación del entorno gamificado tuvo una alta efectividad en la evolución de la variable dependiente. Por ende, esta investigación permitió a los estudiantes comprender con facilidad temáticas que, con métodos tradicionales, hubieran sido completamente abstractos.

12.RECOMENDACIONES

El uso de herramientas tecnológicas en efecto es una característica muy importante en esta investigación. Plataformas como Genially, ClassMana y Wayground, presentan un conjunto de funcionalidades disponibles de manera gratuita, las cuales son adecuadas y muy útiles. Se destaca que el acceso a algunas otras características más sofisticadas como ciertas plantillas, artilugios más complejos y uso avanzado de multimedia requiere de acceso a planes de pago con membresías Premium.

Por su parte, el Servicio de Google Forms no genera restricción alguna, puesto que con las características disponibles es posible llevar a cabo la creación y aplicación de formularios para pre-test y post-test. Se recomienda tener una cuenta registrada con el dominio @gmail.com para poder acceder a todas las características de esta plataforma.

Todo el acceso al entorno gamificado y su correcta interacción se basa en una conexión a Internet estable, así como el uso de equipos de cómputo con versiones actuales de sistemas operativos (Windows, distribuciones Linux y Mac OS) que soporten las versiones más recientes de los principales navegadores del mercado como lo son Microsoft Edge, Google Chrome y Mozilla Firefox.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (s.f.). Declaraciones nutricionales y saludables. Ministerio de Sanidad, Gobierno de España. https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/para_el_consumidor/ampliacion/declaraciones_nutricionales.htm
- Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA). (s. f) Alimentos funcionales: regulaciones y enfoques a nivel global y en Latinoamérica. <https://thefoodtech.com/metodos-de-control-y-regulaciones/alimentos-funcionales-regulaciones-y-enfoques-a-nivel-global-y-en-latinoamerica/>
- Agronet – MinAgricultura. (2022). Las Exportaciones de Arándanos superaron us\$1 millón durante el primer semestre. [https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Las-exportaciones-de-ar%C3%A1ndanos-superaron-us\\$1-mill%C3%B3n-durante-el-primer-semestre.aspx](https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Las-exportaciones-de-ar%C3%A1ndanos-superaron-us$1-mill%C3%B3n-durante-el-primer-semestre.aspx)
- Berrones, Espinoza, Congacha & Moyano. (2023). La gamificación en el aprendizaje significativo de las asignaturas de educación básica. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9234519>
- Bonifaz Yugcha, E. R., Catota Timbila, M. L., Taimal Lema, M. del C., Alajo Tumbaco, G. D. P., & Urbano Arce, L. J. (2025). Gamificación y aprendizaje activo en el aula. *Ciencia Y Educación*, 6(10.2), 281 - 302. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17667498>
- Britez, M., y Romero, S. (2019). Conocimiento y consumo de alimentos funcionales en la comunidad académica de la Universidad Nacional del Chaco Austral. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Córdoba*, 76(2), 131-137. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162019000200011
- Cámara de Comercio de Tunja. (2019). Valor de la Producción Agraria en el Departamento de Boyacá. <https://cctunja.org.co/wp-content/uploads/2020/12/Nota-econ%C3%B3mica-Agraria-2019-f.pdf>
- Cambridge Assessment International Education. (s. f). Aprendizaje Activo. <https://www.cambridgeinternational.org/Images/579618-active-learning-spanish-.pdf>
- Campbell, D. T., y Stanley, J. C. (2015). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. Amorrortu Editores. (Obra original publicada en 1966).
- Classmana. (2025). Classmana. <https://es.classmana.com/>

- Comunidad de Madrid, Consejería de Sanidad. (2007). Guía de alimentación saludable. Madrid: Comunidad de Madrid. <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009703.pdf>
- Dewey, J. (2016). Democracy and education (J. Manis, ed.). The Pennsylvania State University. <https://nsee.memberclicks.net/assets/docs/KnowledgeCenter/BuildingExpEduc/BooksReports/10.%20democracy%20and%20education%20by%20dewey.pdf> (Obra original publicada en 1916)
- Escuela de Profesores del Perú. (s. f). Constructivismo social de Vygotsky. <https://epperu.org/constructivismo-social-de-vygotsky/>
- FAO. (2022). Alimentos funcionales. <https://www.fao.org/agrovoc/es/concepts-of-the-month/alimentos-funcionales?page=3#:~:text=Los%20alimentos%20funcionales%20contienen%20un,del%20Post%2DCOVID%2D19.>
- FAO. (2023). El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo 2023. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/62edbe6e-fcb9-477d-8a88-e35613dbf4db/content/state-food-security-and-nutrition-2023/annexes5.html#:~:text=El%20sistema%20NOVA%20clasifica%20todos,bebidas%20altamente%20procesados45%2C%2046.>
- Franco, A. (2023). Importancia de la gamificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. <https://orcid.org/0000-0002-2723-9850>
- Fuentes, A., Acevedo, B., y Gélvez, L. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 13(2), 110-118. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/413>
- Gámez-Villazana, J. (2020). Avances en la determinación de compuestos bioactivos en alimentos. Agrollanía, 19(1), 7-17. <https://www.researchgate.net/publication/358738872>
- García, F. (2024). La gamificación y el aprendizaje lúdico como recurso didáctico: práctica comparada y análisis de una metodología en centros de España y Costa Rica. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=325324>
- Gobernación de Boyacá. (2020). Plan Departamental de Extensión Agropecuaria (PDEA) 2020 — 2023. <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/PublishingImages/Paginas/PDEA/Boyaca.pdf>

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hernández, M. (2024). Evaluación del contenido fenólico y capacidad antioxidante del arándano y sus efectos en la salud para prevenir y tratar enfermedades crónicas no transmisibles. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/6fca69c0-ca98-4f15-8de5-f9f3d7c44a76/content>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Instituto Nacional del Cáncer – NIH. (s. f). Antioxidante. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/antioxidante>
- Malvido, A. (2019). La gamificación como estrategia educativa. <https://www.cursosfemxa.es/blog/gamificacion-estrategia-educativa>
- Martínez, J. A., & López, P. R. (2024). Gamificación y aprendizaje activo en el aula. *Ciencia y Educación*, 5(2), 45–60. <https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/zenodo.17667498/2443>
- Medina Medina, Grisel Consuelo. (2024). Beneficios de la gamificación como opción estratégica didáctica para mejorar el clima del aula universitaria. *Educación Superior*, 11(2), 85-98. Epub 00 de octubre de 2024. <https://doi.org/10.53287/stsk2797qt20h>
- Ministerio de Educacion – Mineducacion (2025). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Ministerio de la Protección Social. (2011). Resolución Número 333 de 2011. https://www.andi.com.co/Uploads/Res_333_de_feb_2011_Rotulado_nutricional.pdf
- Ministry of Health, Labour and Welfare. (s.f.). Food with Health Claims (FHC): System in Japan. Government of Japan. <https://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/02.html>
- Moreno-Guerrero, A.-J., Parra-González, M.-E., López-Belmonte, J., & Segura Robles, A. (2022). Innovando en educación nutricional: Aplicación de la gamificación y recursos digitales en estudiantes de secundaria (Innovating in Nutrition Education: Application of Gamification and Digital Resources in High School Students). *Retos*, 43, 438-446. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.87569>

- Narváez, Santiago Caicedo, & Carrión, María Hernández. (2022). Evaluation of antioxidant activity, phenolic content, anthocyanins, and flavonoids of fresh and dried 'Biloxi' blueberries. *Vitae*, 29(3), a348980. Epub October 08, 2024. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v29n3a348980>
- Nueva Escuela Mexicana. (s. f). Constructivista: Funcionamiento y Ejemplos Esenciales. <https://nuevaescuelamexicana.org/constructivista/>
- Office of Dietary Supplements. (1994). Dietary Supplement Health and Education Act of 1994. National Institutes of Health. https://ods.od.nih.gov/About/DSHEA_Wording.aspx
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (s. f). Definiciones para los fines del Codex Alimentarius. <https://www.fao.org/4/w5975s/w5975s08.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2014). Estrategia de educación de la UNESCO, 2014-2021 (ED-2014/WS/41). UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231288_spa
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Rashwan, A. K., Osman, A. I., Karim, N., Mo, J., & Chen, W. (2024). Unveiling the mechanisms of the development of blueberries-based functional foods: An updated and comprehensive review. *Food Reviews International*, 40(7), 1913–1940. <https://doi.org/10.1080/87559129.2023.2245025>
- Román, Verónica, & Quintana, Margot. (2010). Nivel de influencia de los medios de comunicación sobre la alimentación saludable en adolescentes de colegios públicos de un distrito de Lima. *Anales de la Facultad de Medicina*, 71(3), 185-190. Recuperado en 30 de mayo de 2026, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832010000300008&lng=es&tlng=es.
- Saludteca. (s. f). Arándanos, frutas del bosque. <https://www.saludteca.es/arandanos-frutos/>
- Sarmiento, J. (2006). Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *Orinoquia*, 10 (1), 40-48. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89610103>
- Solís & Marquina. (2022). Gamificación como alternativa metodológica en la educación superior. <https://revistaconciencia.edu.pe/ojs/index.php/55551/article/view/194/145>
- Unión Europea. (2006). Directiva 2006/123/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a los servicios en el mercado interior. *Diario Oficial*

- de la Unión Europea, L 404, 9-25. <https://www.boe.es/doue/2006/404/L00009-00025.pdf>
- Unión Europea. (2016). Reglamento General de Protección de Datos (RGPD): Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016. EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/general-data-protection-regulation-gdpr.html>
- Universidad Alfonso X el Sabio – UAX. (2020). Alimentos Funcionales, Bases Conceptuales y su Aplicación en el Diseño de Planes de Alimentación. <https://revistas.uax.es/index.php/biociencia/article/view/1283/1043>
- Universidad Católica de Colombia. (2021, junio 10). ISO 21001:2018 y gamificación: mejora la calidad en educación. Blog Universidad Católica de Colombia. <https://www.ucatalunya.edu.co/blog/iso-210012018-y-gamificacion-mejora-la-calidad-en-educacion>
- Velázquez Peña, E. A., Ulloa Reyes, L. G., & Hernández Mujica, J. L. (2009). La estimulación del aprendizaje. VARONA, (48-49), 50-54.
- Villanueva -Tiburcio, Juan Edson, Bravo- Romaina, Joana Milagros, Briceño-Yen, Henry, & Vásquez- Rojas, Erasmo. (2023). Contenido de Polifenoles Totales, Antocianinas y Actividad Antioxidante en arándanos nativos (*Vaccinium floribundum* H.B.K) de la región andina. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 10(3), 48-55. Epub 00 de diciembre de 2023. <https://doi.org/10.53287/jdqm6148yi17u>
- Zamora, I., y Barboza, Y. (2020). Consumo de alimentos funcionales por estudiantes universitarios Ecuatorianos. Anales Venezolanos de Nutrición, 33(1), 14-23. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522020000100014
- Zhang, Y., Li, X., Wang, J., & Chen, L. (2024). Effects of dietary polyphenols on gut microbiota and human health: A review. Frontiers in Nutrition, 11, 1415737. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11196611/>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. O'Reilly Media.

Anexo A. CARTA DE AVAL INSTITUCIONAL

	COLEGIO NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO TUNJA Dominicas de Santa Catalina de Sena Calle 18 No. 9-44 TEL. 7422352 – 7441609 Reg. Dane: 315001-000030	CARTA DE AVAL INSTITUCIONAL	 Pág.: 1 de 1 2025
---	--	-----------------------------	---

Tunja, 25 de abril de 2025

Sor Estela Figueroa Ayala
Rectora
Colegio Nuestra Señora del Rosario
Tunja, Boyacá

Asunto: carta de aval institucional

En mi calidad de docente del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja, de manera atenta solicito su aval para poder implementar mi tesis de grado de Maestría con los estudiantes del grado 1101 de la institución, considerando lo siguiente:

1. Que de acuerdo con mi rol de estudiante del programa académico de Maestría en Docencia de la Química de la UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL estoy adelantando la tesis de grado titulada "ENTORNO GAMIFICADO COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA EN EL APRENDIZAJE DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES EN ESTUDIANTES DE QUÍMICA DE GRADO 11°".
2. Que la tesis de grado formulada se encuentra articulada al grupo de investigación "Química, Aprendizaje, Saberes en Aplicaciones Reales - QuASAR", aprobado por la UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL.
3. Que en mi calidad de autora de la tesis de grado deberé formular y gestionar la participación de una población objeto de investigación acorde con los lineamientos exigidos por la UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL, manejando correctamente la información, documentos suministrados y guardando la debida reserva sin excepción alguna.

Por lo anterior, coloco a su consideración la implementación de este valioso ejercicio de investigación, el cual contribuirá al mejoramiento continuo de los procesos de enseñanza/aprendizaje en la asignatura Química y a su vez en la Institución.

Cordialmente,

Camila A Sotelo G
Camila Andrea Sotelo Gutiérrez
Docente de Química
Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja


Aprobado por Sor Estela Figueroa Ayala
Rectora
Abril 28 / 2025

Nota: En el momento en el que se adquirió el Aval Institucional (25/04/2025) el título de la investigación se denominada tal como aparece en el anexo. No obstante, durante el transcurso del tiempo se refinó la investigación de tal manera que el nuevo título obtenido fue "ENTORNO GAMIFICADO PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE ANTOCIANINAS DEL ARÁNDANO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11°"

Anexo B. PRE-TEST

1. ¿Cuál es la característica estructural que define y diferencia a las antocianinas de otros polifenoles, permitiendo su clasificación como Flavonoides?
 - A. Un peso molecular superior a 10.000 Da que indica un polímero complejo.
 - B. La presencia de un grupo carboxilo y una cadena alifática.
 - C. La estructura base C6-C3-C6, compuesta por dos anillos bencénicos unidos por tres carbonos.
 - D. La capacidad de formar uniones peptídicas estables.
2. Desde una perspectiva química, un radical libre es una especie molecular altamente reactiva porque presenta:
 - A. Una carga iónica totalmente neutra y estable.
 - B. Un enlace triple entre dos átomos de carbono.
 - C. Un exceso de protones en su núcleo atómico.
 - D. Un electrón desapareado en su orbital de valencia.
3. En el contexto de la protección celular, el proceso por el cual una antocianina (A) dona un átomo de hidrógeno (H) a un radical libre ($R \cdot$) para formar un producto estable (RH) se conoce como:
 - A. Termólisis catalítica.
 - B. Secuestro de metales de transición.
 - C. Transferencia de Átomo de Hidrógeno (HAT).
 - D. Reacción de hidrólisis.
4. Si se extrae una antocianina de arándano y se disuelve en una solución con pH 2 (ácido), ¿qué color esperarías observar y cómo cambiaría este color si el pH aumenta a 8 (alcalino)?
 - A. Azul a pH 2, y Viraría a Rojo a pH 8.
 - B. Rojo a pH 2, y Viraría a Azul/Verdoso a pH 8.
 - C. Incoloro (Leucoforma) a pH 2, y Viraría a Amarillo a pH 8.
 - D. Rojo a pH 2, y Viraría a Rojo Brillante a pH 8.
5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor el impacto a largo plazo del Estrés Oxidativo Crónico en el organismo humano?
 - A. Una mejora en la eficiencia metabólica celular y la síntesis de colágeno.
 - B. Una sobreproducción controlada de antioxidantes endógenos (propios del cuerpo).
 - C. La degradación de membranas celulares y el daño al ADN, lo que contribuye a enfermedades crónicas y envejecimiento.
 - D. La activación de la respuesta de lucha o huida del sistema nervioso central.
6. Las antocianinas presentes en los arándanos se han estudiado por sus posibles beneficios en la salud. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor su papel en la prevención del cáncer?
 - A. Favorecen la producción excesiva de radicales libres en las células.
 - B. Actúan como antioxidantes que ayudan a proteger el ADN del daño celular.
 - C. Incrementan la proliferación descontrolada de células tumorales.

- D. Disminuyen la absorción de nutrientes esenciales en el organismo.
7. En la molécula de antocianina (heterósido), ¿cuál es la función de la porción de Azúcar (glucósido) que se une a la aglicona?
- A. Proporcionar rigidez estructural al anillo bencénico de la aglicona.
 B. Neutralizar completamente su capacidad antioxidante.
 C. Disminuir la polaridad de la molécula para facilitar su paso a través de membranas lipídicas.
 D. Aumentar la solubilidad en agua de la molécula y facilitar su almacenamiento y transporte en la planta y el organismo.
8. Una característica del cultivo de arándano en la región de Boyacá, que influye directamente en su alto contenido de antocianinas y valor nutracéutico, es:
- A. La exposición a altas temperaturas durante el día, lo cual estimula la oxidación.
 B. Las condiciones de alta radiación UV y bajas temperaturas nocturnas del clima de páramo o subpáramo.
 C. La baja humedad relativa que permite el desarrollo de plagas.
 D. El uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, que aumentan el tamaño del fruto.
9. Diversos estudios han señalado que las antocianinas de los arándanos pueden influir en el desarrollo del cáncer. ¿Cuál de los siguientes efectos se ha observado en relación con las células tumorales?
- A. Estimulan la división acelerada de células cancerígenas
 B. Favorecen la apoptosis, es decir, la muerte programada de células dañadas.
 C. Incrementan la resistencia de los tumores a los tratamientos médicos.
 D. Alteran negativamente el sistema inmunológico, debilitando la defensa contra el cáncer.
10. En la industria de alimentos funcionales, el uso de antocianinas como colorante natural es ventajoso sobre los colorantes sintéticos, principalmente porque:
- A. No aportan sabor al producto final, siendo completamente insípidas.
 B. Su color es extremadamente estable a altas temperaturas y pH neutros.
 C. Son significativamente más económicas de producir que cualquier colorante sintético en el mercado.
 D. Aportan el beneficio adicional de ser un antioxidante activo sin ser un aditivo químico sintético.

Matriz evaluativa del pre-test

Ítem	Respuesta Correcta	Criterio de Evaluación	Nivel de Logro Esperado
1	C. La estructura base C6-C3-C6, compuesta por dos anillos bencénicos unidos por tres carbonos	Reconoce la estructura característica de los flavonoides y diferencia antocianinas de otros polifenoles.	Identifica correctamente la base estructural de las antocianinas.
2	D. Un electrón desapareado en su orbital de valencia	Comprende la razón química de la alta reactividad de los radicales libres.	Explica la naturaleza de los radicales libres.

Ítem	Respuesta Correcta	Criterio de Evaluación	Nivel de Logro Esperado
3	C. Transferencia de Átomo de Hidrógeno (HAT)	Reconoce el mecanismo antioxidante de las antocianinas en la neutralización de radicales libres.	Relaciona procesos químicos con protección celular.
4	B. Rojo a pH 2, y Viraría a Azul/Verdoso a pH 8	Identifica el efecto del pH en el color de las antocianinas.	Aplica conocimiento de química de pigmentos en condiciones ácidas y alcalinas.
5	C. La degradación de membranas celulares y el daño al ADN, lo que contribuye a enfermedades crónicas y envejecimiento	Comprende las consecuencias del estrés oxidativo crónico en la salud humana.	Relaciona procesos oxidativos con enfermedades y envejecimiento.
6	B. Actúan como antioxidantes que ayudan a proteger el ADN del daño celular.	Reconoce el papel de las antocianinas en la prevención el Cáncer	Explica beneficios anticancerígenos de los antioxidantes.
7	D. Aumentar la solubilidad en agua de la molécula y facilitar su almacenamiento y transporte en la planta y el organismo	Comprende la función del glucósido en la estructura de las antocianinas.	Relaciona estructura química con propiedades de solubilidad y transporte.
8	B. Las condiciones de alta radiación UV y bajas temperaturas nocturnas del clima de páramo o subpáramo	Reconoce factores ambientales que favorecen la síntesis de antocianinas en arándanos.	Aplica conocimiento de fisiología vegetal y ambiente.
9	B. Favorecen la apoptosis, es decir, la muerte programada de células dañadas.	Comprende la importancia de las antocianinas como antioxidantes que previenen la aparición células tumorales	Explica su papel preventivo frente a las células tumorales.
10	D. Aportan el beneficio adicional de ser un antioxidante activo sin ser un aditivo químico sintético	Reconoce ventajas de las antocianinas como colorantes naturales en la industria de alimentos funcionales.	Relaciona propiedades químicas con aplicaciones industriales.

Anexo C. POST-TEST

1. Si una empresa de alimentos funcionales quiere certificar el arándano como 'rico en polifenoles', ¿qué estructura química clave debe confirmar que está presente en la molécula de antocianina?
 - A. Una larga cadena de triglicéridos insaturados.
 - B. Un alto contenido de fósforo en su matriz cristalina.
 - C. La presencia de un anillo de pirano heterocíclico unido a anillos bencénicos.
 - D. Una secuencia de veinte o más aminoácidos distintos.
2. ¿Cuál es la consecuencia directa de que un radical libre sea desestabilizado y neutralizado por la acción de una antocianina?
 - A. La molécula pierde su capacidad de iniciar una reacción de oxidación en cadena.
 - B. La molécula se transforma en una vitamina del grupo B.
 - C. El núcleo atómico del radical libre se desintegra.
 - D. La antocianina requiere una enzima transportadora para salir de la célula.
3. Si una antocianina dona un electrón a un radical libre ($R \cdot$), el antioxidante (A) se convierte temporalmente en un radical. Para que la antocianina evite volverse dañina, debe:
 - A. Migrar hacia el núcleo celular para unirse al ADN.
 - B. Estabilizarse por resonancia para distribuir la energía sin causar daño.
 - C. Aumentar bruscamente la temperatura del medio.
 - D. Transformarse inmediatamente en agua y dióxido de carbono.
4. Un químico extrae el pigmento de arándanos cultivados en Tunja y nota que, al agregar jugo de limón (ácido), el color se intensifica a rojo vivo. Si agregara bicarbonato de sodio (alcalino), el color tendería a:
 - A. Virar hacia tonos púrpura o azul-verdoso.
 - B. Cristalizar en el fondo del recipiente por insolubilidad.
 - C. Desaparecer completamente (volverse incoloro).
 - D. Permanecer rojo intenso debido a la estabilidad del catión flavilio.
5. En una célula, la peroxidación lipídica es el ataque de radicales libres a los lípidos de las membranas celulares, un síntoma de estrés oxidativo. Una consecuencia de este daño es:
 - A. El núcleo celular pierde todo el material genético.
 - B. Se aumenta la producción de ATP en la mitocondria.
 - C. La membrana se vuelve más rígida y menos permeable, afectando el transporte de nutrientes.
 - D. La célula inicia una mitosis acelerada para regenerar el tejido.
6. Las antocianinas de los arándanos pueden contribuir a la prevención del cáncer no solo por su acción antioxidante, sino también por otro mecanismo. ¿Cuál de los siguientes describe mejor ese mecanismo?
 - A. Debilitan la respuesta inmunológica, facilitando la aparición de tumores.
 - B. Refuerzan el sistema inmunológico, ayudando a identificar y eliminar células dañadas.
 - C. Bloquean la producción de glóbulos blancos, reduciendo la defensa del organismo.
 - D. Favorecen la acumulación de toxinas en los tejidos, aumentando el riesgo de cáncer.
7. Las antocianinas de los arándanos se han relacionado con la prevención del cáncer debido a su acción sobre el material genético. ¿Cuál de los siguientes efectos explica mejor esta relación?

- A. Favorecen la ruptura de las cadenas de ADN, aumentando el riesgo de mutaciones.
 B. **Protegen el ADN contra el daño oxidativo que puede generar mutaciones cancerígenas.**
 C. Alteran la secuencia genética para impedir la división celular normal.
 D. Bloquean la síntesis de proteínas necesarias para la reparación del ADN.
8. Si un agricultor en Boyacá aplica técnicas de estrés controlado (ej. menor riego o temperatura nocturna) al cultivo de arándano, ¿cuál es el resultado esperado en el fruto en términos de su valor funcional?
- A. Se promueve la infección por hongos debido a la debilidad de la planta.
 B. Aumenta la producción de glucosa y el tamaño del arándano, sin cambiar el contenido de antocianinas.
 C. Se reduce drásticamente el contenido de todas las moléculas antioxidantes.
 D. **Se incrementa la concentración de antocianinas y otros compuestos defensivos, mejorando el valor nutracéutico.**
9. La razón principal por la que las antocianinas se consideran importantes en la Dieta Occidental Moderna, a pesar de ser no esenciales, es que:
- A. Son las únicas moléculas que pueden reparar el ADN dañado.
 B. Solo las antocianinas pueden activar las mitocondrias para producir energía.
 C. **Los altos niveles de contaminantes y alimentos procesados generan más estrés oxidativo del que el cuerpo puede manejar solo.**
 D. La dieta actual es muy rica en vegetales, pero carece de la enzima para sintetizar antioxidantes.
10. El desafío más significativo al utilizar antocianinas como colorante natural en la industria de bebidas (ej. jugos y refrescos) es:
- A. **Su alta sensibilidad a la luz, el oxígeno y los cambios de pH durante el procesamiento y almacenamiento.**
 B. Su incapacidad para ser disueltas en agua.
 C. El alto riesgo de ser tóxicas si se consumen en altas concentraciones.
 D. La falta de materia prima a nivel mundial para su extracción.

Matriz evaluativa del post-test

Ítem	Respuesta Correcta	Criterio de Evaluación	Nivel de Logro Esperado
1	C. La presencia de un anillo de pirano heterocíclico unido a anillos bencénicos	Reconoce la estructura química clave de las antocianinas como polifenoles.	Identifica correctamente la base estructural de los compuestos funcionales.
2	A. La molécula pierde su capacidad de iniciar una reacción de oxidación en cadena	Comprende el mecanismo antioxidante de las antocianinas frente a radicales libres.	Explica la neutralización de radicales libres.
3	B. Estabilizarse por resonancia para distribuir la energía sin causar daño	Entiende la importancia de la resonancia en la estabilidad de antioxidantes.	Relaciona estructura química con función biológica.

Ítem	Respuesta Correcta	Criterio de Evaluación	Nivel de Logro Esperado
4	A. Virar hacia tonos púrpura o azul-verdoso	Reconoce el efecto del pH sobre el color de las antocianinas.	Aplica conocimiento de química de pigmentos.
5	C. La membrana se vuelve más rígida y menos permeable, afectando el transporte de nutrientes	Identifica consecuencias de la peroxidación lipídica en células.	Relaciona estrés oxidativo con daño celular.
6	B. Refuerzan el sistema inmunológico, ayudando a identificar y eliminar células dañadas.	Comprende el efecto inmunológico de las antocianinas en el cuerpo humano	Explica beneficios inmunológicos en la salud.
7	B. Protegen el ADN contra el daño oxidativo que puede generar mutaciones cancerígenas.	Reconoce la acción protectora hacia el ADN frente a mutaciones	Relaciona bondades antioxidantes frente a mutaciones cancerígenas
8	D. Se incrementa la concentración de antocianinas y otros compuestos defensivos, mejorando el valor nutracéutico	Comprende el impacto del estrés controlado en la síntesis de metabolitos secundarios.	Aplica conocimiento de fisiología vegetal a la producción funcional.
9	C. Los altos niveles de contaminantes y alimentos procesados generan más estrés oxidativo del que el cuerpo puede manejar solo	Reconoce la relevancia de los antioxidantes en la dieta moderna.	Explica la importancia de compuestos no esenciales en la salud.
10	A. Su alta sensibilidad a la luz, el oxígeno y los cambios de pH durante el procesamiento y almacenamiento	Identifica limitaciones tecnológicas de las antocianinas como colorantes naturales.	Relaciona propiedades químicas con aplicaciones industriales.

Anexo D. PROTOCOLO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

FORMATO DE VALIDACIÓN INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

En la Universidad Pedagógica Nacional se está llevando a cabo una investigación para el programa de Maestría en Docencia de la Química en el Grupo de Investigación Química, Aprendizaje, Saberes en Aplicaciones Reales – QuASAR, bajo la línea de investigación Química y sus Aplicaciones: una mirada pedagógica, la cual se denomina ENTORNO GAMIFICADO PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE ANTOCIANINAS DEL ARÁNDANO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11° y tiene como objetivo general “Evaluar el impacto de un entorno gamificado como estrategia de aprendizaje activo en la comprensión de las antocianinas del arándano y su capacidad antioxidante en estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja.”

Nombre del formato: Pre-test del proyecto

ESCALA	
Valor	Concepto
1.0	Muy deficiente (MD)
2.0	Deficiente (D)
3.0	Regular (R)
4.0	Bueno (B)
5.0	Muy bueno (MB)

N°	Parámetros de Evaluación	Escala				
		MD	D	R	B	MB
1	Emplea lenguaje científico de clara comprensión y es adecuado al tipo de investigación que se desea realizar.					X
2	Está reflejado con indicadores observables o medibles					X
3	Las preguntas contemplan las formas actuales de formulación de instrumentos de investigación.				X	
4	Se evidencia una secuencia lógica en el planteamiento de las preguntas según la clase de investigación a realizar.					X
5	El número de preguntas concuerda con la cantidad que indicadores que se pretende medir.					X
6	Los numerales contemplan las preguntas de los problemas o el tipo de investigación.				X	
7	Las preguntas construidas se respaldan en el marco teórico de la investigación.					X
8	El instrumento presenta los elementos estructurados básicos.					X
9	El instrumento da respuesta al tipo de investigación adecuada para la recolección de datos confiables.				X	
10	El instrumento es original o en dado caso expresa la fuente.					X
Puntaje parcial		0	0	0	12	35
Promedio final		4,7				

Firma: ADOLFO SOTELO

Nombre del profesor evaluador: Jairo Adolfo Sotelo Gutiérrez

Título profesional: Ingeniero de Sistemas | Especialista en Aplicación de TIC para la Enseñanza | Magíster en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación

Fecha de la evaluación: 26/01/2026

Elaboración propia con base en: <https://es.scribd.com/document/436083366/Validacion-Del-Instrumento-de-Investigacion#:~:text=Instrumento%20de%20Investigacion-,Este%20documento%20presenta%20un%20formato%20de%20validaci%C3%B3n%20de%20instrumentos%20de,de%20investigaci%C3%B3n%20y%20su%20adecuaci%C3%B3n.>

FORMATO DE VALIDACIÓN INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

En la Universidad Pedagógica Nacional se está llevando a cabo una investigación para el programa de Maestría en Docencia de la Química en el Grupo de Investigación Química, Aprendizaje, Saberes en Aplicaciones Reales – QuASAR, bajo la línea de investigación Química y sus Aplicaciones: una mirada pedagógica, la cual se denomina ENTORNO GAMIFICADO PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE ANTOCIANINAS DEL ARÁNDANO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11° y tiene como objetivo general “Evaluar el impacto de un entorno gamificado como estrategia de aprendizaje activo en la comprensión de las antocianinas del arándano y su capacidad antioxidante en estudiantes de grado 11° del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Tunja.”

Nombre del formato: Post-test del proyecto

ESCALA	
Valor	Concepto
1.0	Muy deficiente (MD)
2.0	Deficiente (D)
3.0	Regular (R)
4.0	Bueno (B)
5.0	Muy bueno (MB)

N°	Parámetros de Evaluación	Escala				
		MD	D	R	B	MB
1	Emplea lenguaje científico de clara comprensión y es adecuado al tipo de investigación que se desea realizar.					X
2	Está reflejado con indicadores observables o medibles					X
3	Las preguntas contemplan las formas actuales de formulación de instrumentos de investigación.				X	
4	Se evidencia una secuencia lógica en el planteamiento de las preguntas según la clase de investigación a realizar.					X
5	El número de preguntas concuerda con la cantidad que indicadores que se pretende medir.					X
6	Los numerales contemplan las preguntas de los problemas o el tipo de investigación.				X	
7	Las preguntas construidas se respaldan en el marco teórico de la investigación.					X
8	El instrumento presenta los elementos estructurados básicos.					X
9	El instrumento da respuesta al tipo de investigación adecuada para la recolección de datos confiables.				X	
10	El instrumento es original o en dado caso expresa la fuente.					X
Puntaje parcial		0	0	0	12	35
Promedio final		4,7				

Firma: ADOLFO SOTELO

Nombre del profesor evaluador: Jairo Adolfo Sotelo Gutiérrez

Título profesional: Ingeniero de Sistemas | Especialista en Aplicación de TIC para la Enseñanza | Magíster en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación

Fecha de la evaluación: 26/01/2026

Elaboración propia con base en: <https://es.scribd.com/document/436083366/Validacion-Del-Instrumento-de-Investigacion#:~:text=Instrumento%20de%20Investigacion-,Este%20documento%20presenta%20un%20formato%20de%20validaci%C3%B3n%20de%20instrumentos%20de,de%20investigaci%C3%B3n%20y%20su%20adecuaci%C3%B3n.>

Anexo E. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD TECNOLÓGICA Y USABILIDAD DE ENTORNO GAMIFICADO

1. Identificación del evaluador

Nombre completo:	Jairo Adolfo Sotelo Gutiérrez
Títulos obtenidos:	Ingeniero de Sistemas Especialista en Aplicación de TIC para la Enseñanza Magíster en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación
Máximo nivel académico alcanzado:	Magíster (Mg)
Años de experiencia:	11 años como Ingeniero de soporte y desarrollo de software 8 años como docente universitario

2. Información de la investigación

Título: ENTORNO GAMIFICADO PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE ANTOCIANINAS DEL ARÁNDANO EN ESTUDIANTES DE GRADO 11°

3. Dimensiones de evaluación

A. Calidad técnica y estabilidad

	Nada satisfactorio (1)	Poco satisfactorio (2)	Neutral (3)	Muy satisfactorio (4)	Totalmente satisfactorio (5)
Funcionamiento: ¿El entorno está libre de errores de ejecución (bugs) críticos?					X
Compatibilidad: ¿Se visualiza correctamente en diferentes dispositivos o navegadores?				X	
Velocidad: ¿El tiempo de carga y respuesta de los elementos interactivos es el adecuado?					X

Calificación (media aritmética de las puntuaciones): 4,7

Observaciones: La calidad técnica y la estabilidad del entorno gamificado propuesto reflejaron un alto nivel de ejecución, puesto que no se encontraron errores de software en el mismo. Durante la verificación realizada mediante pruebas de caja negra, todos los resultados obtenidos fueron conforme a los esperados. Su visualización fue compatible en una gran variedad de dispositivos, siendo el computador de escritorio el principal mecanismo de acceso al entorno gamificado. De igual manera su capacidad de respuesta en tiempos cortos (máximo 2 segundos de espera) teniendo como base una conexión a internet estable fue otra de las bondades encontradas.

B. Interfaz gráfica de usuario y usabilidad

	Nada satisfactorio (1)	Poco satisfactorio (2)	Neutral (3)	Muy satisfactorio (4)	Totalmente satisfactorio (5)
Navegabilidad: ¿Es intuitivo desplazarse por el entorno o el usuario se siente perdido?					X
Diseño Visual: ¿Los elementos gráficos (colores, fuentes) son coherentes y facilitan la lectura sobre las antocianinas?					X
Accesibilidad: ¿El entorno cumple con estándares básicos para ser usado por diversos tipos de usuarios?				X	

Calificación (media aritmética de las puntuaciones): 4,7

Observaciones: El entorno gamificado presentó una navegación muy cómoda e intuitiva debido a su estructura de mapa por niveles, la cual centralizó correctamente los accesos a plataformas complementarias como ClassMana y Wayground a través de hipervínculos propuestos. Su apariencia fue de alto nivel con personajes bastante estilizados y cuyos diseños se acoplaron muy bien al público objetivo (preadolescentes y adolescentes). Se encontró una alta satisfacción en la accesibilidad de este entorno gamificado basada en las características de los estudiantes pertenecientes a la muestra.

C. Mecánicas de gamificación

	Nada satisfactorio (1)	Poco satisfactorio (2)	Neutral (3)	Muy satisfactorio (4)	Totalmente satisfactorio (5)
Dinámicas de Retroalimentación: ¿El sistema de puntos, recompensas o niveles se actualiza correctamente?					X
Progresión: ¿La dificultad de los retos es escalonada y lógica?				X	
Interactividad: ¿El nivel de interacción técnica permite un aprendizaje activo real?					X

Calificación (media aritmética de las puntuaciones): 4,7

Observaciones: Las dinámicas de gamificación cumplieron con gran satisfacción lo esperado, puesto que a través de los accesos generados a la plataforma ClassMana desde el mapa de niveles en Genially fue posible acceder a las diferentes herramientas para gestionar la puntuación de cada uno de los avatares registrados en el entorno. Así mismo, se apreció una distribución de niveles bien fundamentados y en un orden lógico. El éxito de esta propuesta se vio reflejado en la centralización del mapa interactivo de niveles con Genially, la percepción de las herramientas competitivas de gamificación con ClassMana y la alta retroalimentación en los desafíos desplegados en Wayground.

D. Seguridad y datos

	Nada satisfactorio (1)	Poco satisfactorio (2)	Neutral (3)	Muy satisfactorio (4)	Totalmente satisfactorio (5)
Gestión de Datos: ¿El sistema guarda correctamente el progreso del estudiante?					X
Seguridad: ¿El entorno es seguro para el usuario final?					X

Calificación (media aritmética de las puntuaciones): 5,0

Observaciones: La dimensión mejor consolidada del entorno gamificado fue su capacidad para salvaguardar la seguridad y los datos. En la medida que el entorno fue accionado, la información relacionada con la progresión de los avatares fue almacenada correctamente y sin incidencias durante el proceso. El entorno gamificado fue diseñado de tal manera que se basa en las herramientas de seguridad de las mismas plataformas (Genially, ClassMana y Wayground) las cuales evidenciaron el cumplimiento de los pilares fundamentales de la seguridad de la información como lo son la confidencialidad, integridad y disponibilidad.

Resultados:

Calificación global (media aritmética de las calificaciones por cada dimensión evaluada): 4,8

Dictamen final	Firma
☒ Aprobado ☐ Aprobado con sugerencias de mejora ☐ No aprobado	ADOLFO SOTELLO