



Gamificación de las Matemáticas para la Inclusión Educativa

Recursos para Atender la Diversidad en el Aula

Mgtr. Tipan Llanos Andrea Michelle
Mgtr. Llanos Aguiar Raquel Elizabeth
MSc. Carranco Avila Cristian David
Mgtr. Páez Merchan Carolina Andrea



Gamificación de las Matemáticas para la Inclusión Educativa

Recursos para Atender la Diversidad en el Aula

Mgtr. Andrea Michelle Tipan Llanos
Mgtr. Raquel Elizabeth Llanos Aguiar
MSc. Cristian David Carranco Avila
Mgtr. Carolina Andrea Páez Merchan

Páginas Brillantes Ecuador

Quito, Ecuador · 2026

Datos bibliográficos

Título	Gamificación de las Matemáticas para la Inclusión Educativa: Recursos para Atender la Diversidad en el Aula
Autores	Andrea Michelle Tipan Llanos Raquel Elizabeth Llanos Aguiar Cristian David Carranco Avila Carolina Andrea Páez Merchan
ISBN	978-9942-575-69-2
Editorial	Páginas Brillantes Ecuador
Edición	Primera edición
Lugar y fecha	Quito, Pichincha, Ecuador, octubre de 2026
Materia (Dewey)	371.9 Educación especial
Clasificación Thema	JNSG: Enseñanza de alumnos con dificultades o necesidades específicas de aprendizaje
Tipo de contenido	Libro universitario
Público objetivo	Profesional y académico
Idioma	Español
Soporte y formato	Libro digital descargable, PDF
Derecho de autor	Certificado N.º QUI-073776, Dirección Nacional de Derecho de Autor y Derechos Conexos (SENADI)

Aviso Legal y Derechos de Autor

© **2026**, Andrea Michelle Tipan Llanos, Raquel Elizabeth Llanos Aguiar, Cristian David Carranco Avila y Carolina Andrea Páez Merchan, por los textos.

© **2026**, Páginas Brillantes Ecuador, por la presente edición.

Primera edición: octubre de 2026. Quito, Pichincha, Ecuador.

ISBN: 978-9942-575-69-2 (libro digital, PDF).

Registro de derecho de autor: Certificado N.º QUI-073776, otorgado por la Dirección Nacional de Derecho de Autor y Derechos Conexos (SENADI).

Esta obra fue sometida a un proceso de revisión académica por pares externos, quienes valoraron su pertinencia, rigor científico, coherencia metodológica y aporte al campo de la educación matemática inclusiva antes de su publicación.

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, su almacenamiento en sistemas de recuperación de información y su transmisión por cualquier medio, sea electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otro, sin la autorización previa y por escrito de los titulares de los derechos de autor, salvo las citas breves con fines académicos que indiquen la fuente.

Los contenidos, opiniones y criterios expresados en esta obra son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente la posición de la editorial. Los casos ilustrativos incluidos en el texto han sido contruidos con fines didácticos y no corresponden a personas identificables.

Solicitudes de permisos: paginasbrillantesecuador@gmail.com

Sitio web: www.paginasbrillantesecuador.com

Datos de los autores

Mgtr. Andrea Michelle Tipan Llanos

Formación: Magíster en Educación con mención en Docencia e Investigación en Educación Superior, Universidad Estatal de Milagro

Afiliación: Universidad Estatal Amazónica, Ciencias de la Educación Básica

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8642-8992>

Correo: am.tipanl@uea.edu.ec

Mgtr. Raquel Elizabeth Llanos Aguiar

Formación: Magíster en Educación Básica, Universidad Estatal de Milagro

Afiliación: Unidad Educativa “Enrique Avelino Silva”

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6340-7800>

Correo: raque.elizabeth@gmail.com

MSc. Cristian David Carranco Avila

Formación: Magíster en Educación con mención en Docencia e Investigación en Educación Superior (Universidad Estatal de Milagro); Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales, mención en Matemática y Física (Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

Afiliación: Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemáticas y la Física

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1058-7657>

Correo: cristian.carranco@unach.edu.ec

Mgtr. Carolina Andrea Páez Merchan

Formación: Magíster en Educación Inicial, Universidad Estatal de Milagro

Afiliación: Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Educación, Carrera de Educación Inicial

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2950-9109>

Correo: cpaezm@unemi.edu.ec

Índice general

Capítulo I. Diversidad Cognitiva y Dinámicas Lúdicas en la Comprensión Matemática	2
1.1. Particularidades cognitivas en la construcción del conocimiento matemático	3
1.1.1. Heterogeneidad en el procesamiento de información numérica y simbólica.....	4
1.1.2. Diferencias individuales en el razonamiento lógico y espacial.....	5
1.1.3. Memoria de trabajo y demandas cognitivas de las tareas matemáticas	7
1.1.4. Obstáculos conceptuales en la interpretación de relaciones cuantitativas	9
1.1.5. Variabilidad de los procedimientos empleados para resolver problemas	10
1.2. Naturaleza de la gamificación en la actividad matemática	12
1.2.1. Distinciones entre gamificación, juegos educativos y juegos serios	13
1.2.2. Relaciones entre mecánicas lúdicas y pensamiento matemático	15
1.2.3. Función del desafío en la comprensión de conceptos abstractos	16
1.2.4. Significado de las recompensas y los sistemas de progresión	17
1.2.5. Alcances y limitaciones de la gamificación en contextos inclusivos	18
1.3. Dimensión afectiva de la participación matemática	20
1.3.1. Ansiedad matemática y disposición ante situaciones de desafío	20
1.3.2. Percepción de competencia y expectativas de logro	21
1.3.3. Influencia de la retroalimentación en la persistencia matemática.....	23
1.3.4. Frustración y tolerancia al error durante las actividades lúdicas	25
1.3.5. Motivación intrínseca y satisfacción ante los logros matemáticos	26
1.4. Barreras que condicionan la participación en actividades gamificadas	27
1.4.1. Complejidad lingüística de las instrucciones matemáticas.....	27
1.4.2. Sobrecarga visual y auditiva en los entornos de juego	28

1.4.3. Restricciones temporales y velocidad de respuesta	29
1.4.4. Exclusión derivada de clasificaciones y competencias individuales	30
1.4.5. Dificultades de interacción con materiales y dispositivos tecnológicos	32
1.5. Pertinencia pedagógica de la gamificación en aulas diversas	33
1.5.1. Correspondencia entre desafíos lúdicos y objetivos matemáticos	34
1.5.2. Equilibrio entre exigencia conceptual y posibilidades de participación	35
1.5.3. Reconocimiento de diferentes formas de razonamiento	36
1.5.4. Condiciones para evitar la simplificación excesiva de los contenidos	38
1.5.5. Criterios para determinar la conveniencia de gamificar una actividad matemática.....	39
 Capítulo II. Mecánicas de Juego y Estructuración de Desafíos Matemáticos Inclusivos	 43
2.1. Transformación de contenidos matemáticos en desafíos lúdicos.....	44
2.1.1. Identificación de conceptos susceptibles de gamificación	44
2.1.2. Conversión de problemas matemáticos en misiones de juego	45
2.1.3. Organización de secuencias según niveles de complejidad conceptual.....	47
2.1.4. Integración de situaciones problemáticas con diferentes soluciones	49
2.1.5. Conservación del significado matemático durante la transformación lúdica.....	50
2.2. Configuración de reglas y mecánicas para una participación equitativa.....	52
2.2.1. Sistemas de puntuación basados en avances individuales	52
2.2.2. Niveles progresivos con múltiples puntos de entrada	54
2.2.3. Reglas flexibles para diferentes formas de interacción	55
2.2.4. Misiones cooperativas sin eliminación de participantes	57
2.2.5. Equilibrio entre azar, habilidad y razonamiento matemático	58

2.3. Representaciones matemáticas en entornos gamificados	59
2.3.1. Integración de representaciones concretas y manipulativas	60
2.3.2. Interpretación de información gráfica durante los desafíos.....	61
2.3.3. Traducción entre lenguaje cotidiano y expresiones simbólicas	62
2.3.4. Articulación de representaciones numéricas, geométricas y alge- braicas	64
2.3.5. Identificación de errores derivados de representaciones ambiguas	66
2.4. Interacción colectiva y argumentación durante los juegos mate- máticos.....	67
2.4.1. Distribución de funciones en equipos heterogéneos.....	68
2.4.2. Negociación de estrategias para resolver problemas.....	70
2.4.3. Justificación de procedimientos ante otros participantes	71
2.4.4. Contraste de soluciones mediante dinámicas cooperativas	72
2.4.5. Participación equilibrada en las decisiones matemáticas grupales.....	73
2.5. Prototipado y comprobación de desafíos matemáticos.....	74
2.5.1. Elaboración de secuencias lúdicas con propósitos verificables	75
2.5.2. Formulación de instrucciones comprensibles y accesibles	77
2.5.3. Pruebas preliminares de funcionamiento de las mecánicas	78
2.5.4. Detección de dificultades en las interacciones y reglas	79
2.5.5. Ajustes de los desafíos a partir de pruebas piloto	80

Capítulo III. Pensamiento Numérico, Algebraico, Geométrico y Estadístico mediante la Gamificación

84

3.1. Gamificación del sentido numérico y las operaciones aritméti- cas.....	85
3.1.1. Juegos de composición y descomposición de cantidades	85
3.1.2. Desafíos de cálculo mediante procedimientos alternativos	88
3.1.3. Dinámicas de estimación y comparación numérica.....	89
3.1.4. Misiones para reconocer relaciones entre operaciones	90
3.1.5. Resolución de problemas aritméticos con diferentes niveles de complejidad	91

3.2. Razonamiento algebraico a través de estructuras lúdicas	93
3.2.1. Reconocimiento de regularidades mediante secuencias de juego	94
3.2.2. Desafíos de equivalencia y conservación de la igualdad	95
3.2.3. Interpretación de variables en situaciones problemáticas	97
3.2.4. Exploración de funciones mediante dinámicas interactivas	98
3.2.5. Juegos de resolución y verificación de ecuaciones	99
3.3. Exploración geométrica y pensamiento espacial en escenarios gamificados	101
3.3.1. Reconocimiento de propiedades geométricas mediante retos visuales.....	101
3.3.2. Construcción de figuras con materiales manipulativos.....	102
3.3.3. Misiones de orientación, ubicación y desplazamiento espacial	103
3.3.4. Desafíos de transformaciones y relaciones geométricas	106
3.3.5. Argumentación de propiedades mediante juegos de construcción.....	107
3.4. Estadística y probabilidad mediante dinámicas de experimentación lúdica	108
3.4.1. Recolección y clasificación de datos a partir de juegos.....	108
3.4.2. Interpretación de representaciones estadísticas interactivas	110
3.4.3. Desafíos de comparación y análisis de distribuciones	111
3.4.4. Experimentos aleatorios con materiales físicos y digitales.....	112
3.4.5. Juegos de predicción y estimación de probabilidades.....	113
3.5. Modalidades lúdicas para la comprensión de contenidos matemáticos	116
3.5.1. Juegos de mesa para explorar relaciones cuantitativas.....	117
3.5.2. Rompecabezas matemáticos con soluciones múltiples	118
3.5.3. Narrativas de aventura vinculadas con problemas matemáticos	119
3.5.4. Entornos digitales interactivos para la exploración conceptual	120
3.5.5. Desafíos híbridos que combinan materiales físicos y tecnológicos	121

Capítulo IV. Adaptaciones Lúdico-Matemáticas ante la Heterogeneidad del Aula	125
4.1. Desafíos matemáticos para estudiantes con dificultades específicas del aprendizaje	126
4.1.1. Particularidades de la discalculia en las actividades matemáticas	126
4.1.2. Juegos de correspondencia entre cantidades y símbolos numéricos...	128
4.1.3. Apoyos manipulativos para comprender operaciones aritméticas	130
4.1.4. Ajustes de complejidad ante dificultades matemáticas persistentes.....	131
4.1.5. Caso de intervención lúdica centrado en el sentido numérico	133
4.2. Dinámicas matemáticas para estudiantes con TDAH	135
4.2.1. Fragmentación de desafíos en misiones de corta duración.....	135
4.2.2. Organización visual de reglas y secuencias de participación.....	136
4.2.3. Alternativas de movimiento durante las actividades matemáticas	138
4.2.4. Retroalimentación inmediata y seguimiento de avances.....	139
4.2.5. Caso de resolución aritmética mediante desafíos secuenciales	141
4.3. Participación matemática de estudiantes con TEA.....	142
4.3.1. Anticipación de acontecimientos y reglas del juego	143
4.3.2. Secuencias visuales para interpretar instrucciones matemáticas	144
4.3.3. Ajustes sensoriales en entornos lúdicos interactivos.....	145
4.3.4. Opciones de interacción individual y colectiva	146
4.3.5. Caso de razonamiento geométrico mediante juegos estructurados	147
4.4. Accesibilidad de los juegos matemáticos ante discapacidades sensoriales y motrices	149
4.4.1. Materiales táctiles para la representación de conceptos matemáticos	150
4.4.2. Alternativas auditivas para interpretar información numérica	152
4.4.3. Sistemas visuales de apoyo y comunicación accesible	153
4.4.4. Adaptaciones de interacción para estudiantes con limitaciones motrices	155
4.4.5. Caso de participación matemática mediante desafíos multimodales	156

4.5. Gamificación en grupos con diferentes ritmos y niveles de dominio matemático	158
4.5.1. Retos de profundización para estudiantes con altas capacidades	158
4.5.2. Actividades con distintos grados de complejidad matemática	159
4.5.3. Misiones que admiten múltiples estrategias de resolución	160
4.5.4. Colaboración entre estudiantes con diferentes niveles de desempeño	162
4.5.5. Caso integrador de gamificación en un aula matemáticamente heterogénea	163

Capítulo V. Evidencias de Aprendizaje, Participación y Efectividad de la Gamificación Matemática

167

5.1. Criterios para examinar los resultados de la gamificación matemática	168
5.1.1. Delimitación de indicadores de comprensión conceptual	168
5.1.2. Diferenciación entre participación lúdica y aprendizaje matemático...	170
5.1.3. Identificación de cambios en la precisión de los procedimientos	172
5.1.4. Reconocimiento de avances en el razonamiento y la argumentación	173
5.1.5. Determinación de resultados relevantes para la inclusión educativa ..	175
5.2. Instrumentos para valorar el progreso matemático	177
5.2.1. Pruebas de comprensión conceptual antes y después de la intervención.....	177
5.2.2. Rúbricas para examinar procedimientos de resolución.....	178
5.2.3. Análisis de errores y dificultades matemáticas persistentes	180
5.2.4. Tareas de transferencia a problemas no gamificados	181
5.2.5. Registros individuales de progresión matemática	182
5.3. Participación equitativa y accesibilidad durante los desafíos	183
5.3.1. Indicadores de intervención efectiva en actividades colectivas.....	183
5.3.2. Registro de oportunidades individuales de participación	185
5.3.3. Identificación de barreras que persisten durante el juego	186
5.3.4. Valoración de la autonomía en la resolución de desafíos	187

5.3.5. Interpretación de las percepciones del estudiantado sobre su participación	188
5.4. Consistencia de las evidencias y permanencia de los resultados.....	190
5.4.1. Fiabilidad de los instrumentos de valoración matemática	190
5.4.2. Control de factores externos que influyen en el desempeño	191
5.4.3. Comparación de resultados entre estudiantes con diferentes necesidades.....	192
5.4.4. Permanencia de los aprendizajes después de las actividades gamificadas	193
5.4.5. Transferibilidad de los resultados a otros escenarios educativos	196
5.5. Estudios de caso sobre gamificación matemática en contextos inclusivos	197
5.5.1. Caso I: Progresión del cálculo aritmético en estudiantes con dificultades numéricas	197
5.5.2. Caso II: Participación en desafíos geométricos con apoyos sensoriales diferenciados	199
5.5.3. Caso III: Resolución cooperativa de problemas algebraicos en grupos heterogéneos	200
5.5.4. Caso IV: Comprensión estadística mediante dinámicas lúdicas accesibles	201
5.5.5. Análisis comparativo de los casos y valoración de los resultados matemáticos	202
Referencias	205

Índice de tablas

Tabla 1. Características de los procesos cognitivos y sus implicaciones en la comprensión matemática.....	11
Tabla 2. Diferencias conceptuales y pedagógicas entre gamificación, juegos educativos y juegos serios.....	14
Tabla 3. Barreras de accesibilidad en actividades matemáticas gamificadas y sus consecuencias para la participación.	33
Tabla 4. Matriz de criterios para valorar la pertinencia pedagógica de una actividad matemática gamificada.....	40
Tabla 5. Ejemplos de transformación de contenidos matemáticos en desafíos lúdicos según el propósito conceptual.	51
Tabla 6. Propuesta de puntuación diferenciada según avances individuales y evidencias de razonamiento matemático.	53
Tabla 7. Errores frecuentes en la interpretación de representaciones matemáticas y alternativas de corrección durante el juego.....	67
Tabla 8. Organización de roles cooperativos y responsabilidades matemáticas en equipos heterogéneos.....	69
Tabla 9. Instrumento de comprobación de accesibilidad, funcionamiento y coherencia matemática de un prototipo gamificado.	81
Tabla 10. Propuesta de desafíos aritméticos con distintos niveles de complejidad y estrategias de resolución.....	92
Tabla 11. Desafíos algebraicos gamificados según el concepto, la mecánica de juego y el procedimiento de verificación.	100
Tabla 12. Registro de frecuencias y clasificación de resultados obtenidos en una experiencia lúdica de recolección de datos.	110
Tabla 13. Comparación entre probabilidades teóricas y frecuencias relativas obtenidas en experimentos lúdicos.	116
Tabla 14. Comparación de modalidades lúdicas según contenidos matemáticos, materiales y posibilidades de participación.....	122

Tabla 15. Caracterización de una intervención lúdica para el sentido numérico: dificultades identificadas, apoyos y resultados esperados.	134
Tabla 16. Organización de desafíos aritméticos secuenciales con tiempos flexibles, apoyos y criterios de seguimiento.	142
Tabla 17. Caracterización de un juego geométrico estructurado con ajustes sensoriales, comunicativos y de interacción.	149
Tabla 18. Adaptaciones de acceso y respuesta en juegos matemáticos para diferentes necesidades sensoriales y motrices.	157
Tabla 19. Matriz de un caso integrador de gamificación con niveles de desafío, alternativas de resolución y apoyos diferenciados.	164
Tabla 20. Matriz de indicadores para valorar comprensión matemática, participación y progresos en inclusión educativa.	176
Tabla 21. Rúbrica analítica para valorar razonamiento, precisión, justificación y verificación de procedimientos matemáticos.	179
Tabla 22. Instrumento de observación de participación equitativa, autonomía y accesibilidad en desafíos matemáticos.	189
Tabla 23. Análisis comparativo de los cuatro estudios de caso según contenidos matemáticos, adaptaciones inclusivas, participación y evidencias de aprendizaje.	203

Índice de figuras

Figura 1. Representación de las diferencias cognitivas en el procesamiento numérico, lógico y espacial.	7
Figura 2. Relaciones entre retroalimentación, percepción de competencia y persistencia ante desafíos matemáticos.	24
Figura 3. Modelo de equilibrio entre complejidad matemática, apoyos pedagógicos y participación inclusiva.	36
Figura 4. Esquema de transformación de un problema matemático convencional en una misión gamificada.	47
Figura 5. Estructura de progresión de desafíos matemáticos con diferentes puntos de acceso y rutas de resolución.	55
Figura 6. Ejemplo de correspondencia entre representaciones concretas, gráficas y simbólicas de una relación matemática.	64
Figura 7. Prototipo visual de un desafío matemático con misiones, reglas, alternativas de respuesta y retroalimentación.	76
Figura 8. Representación de un desafío gamificado de composición y descomposición numérica mediante materiales manipulativos.	87
Figura 9. Representación de un juego de equilibrio algebraico para comprender equivalencias y conservación de la igualdad.	96
Figura 10. Tablero de orientación espacial con coordenadas, trayectorias y misiones de desplazamiento geométrico.	105
Figura 11. Representación de un experimento aleatorio gamificado mediante un espacio muestral y sus probabilidades.	115
Figura 12. Ejemplo de actividad lúdica de correspondencia entre cantidades concretas, representaciones visuales y símbolos numéricos.	129
Figura 13. Secuencia visual de misiones aritméticas breves con instrucciones, pausas y retroalimentación.	137
Figura 14. Ejemplo de material matemático táctil accesible para explorar formas, cantidades y relaciones espaciales.	152

Figura 15.	Modelo de diferenciación entre indicadores de participación en el juego y evidencias de aprendizaje matemático.....	171
Figura 16.	Modelo de seguimiento de la comprensión matemática antes, después y durante el período de permanencia del aprendizaje.	195

Capítulo 1

Diversidad Cognitiva y Dinámicas Lúdicas en la Comprensión Matemática



CAPÍTULO I

Diversidad Cognitiva y Dinámicas Lúdicas en la Comprensión Matemática

EL AULA DE MATEMÁTICAS reúne, cada día, a estudiantes que piensan los números de formas muy distintas. Algunos visualizan con facilidad una fracción como parte de un todo, otros necesitan manipular objetos para entender qué significa repartir, y no faltan quienes resuelven un problema con rapidez pero son incapaces de explicar cómo llegaron a la respuesta. Esta heterogeneidad no constituye una anomalía que deba corregirse, sino la condición natural de cualquier grupo humano que aprende. El reto pedagógico consiste en diseñar experiencias que permitan a esa diversidad encontrar caminos legítimos hacia la comprensión matemática.

La gamificación ha ganado presencia en este debate porque promete transformar la relación afectiva del estudiantado con una asignatura que, con frecuencia, se asocia con el miedo al error y la sensación de incompetencia. Sin embargo, introducir puntos, insignias o niveles en una clase no garantiza por sí mismo un aprendizaje más profundo ni una participación más equitativa. Una dinámica lúdica mal diseñada puede reproducir, e incluso intensificar, las mismas barreras que pretendía eliminar. Por ello, antes de proponer recursos concretos, resulta indispensable comprender cómo se construye el conocimiento matemático en mentes diferentes y qué condiciones debe reunir un juego para ser pedagógicamente pertinente en un aula diversa.

Este primer capítulo establece esos fundamentos. Se examinan, en primer término, las particularidades cognitivas que intervienen en el procesamiento numérico, el razonamiento lógico y espacial, la memoria de trabajo y la resolución de problemas. Luego se delimita la naturaleza de la gamificación en la actividad matemática, distinguiéndola de los juegos educativos y los juegos serios. Se aborda a continuación la dimensión afectiva de la participación, con especial atención a la ansiedad matemática y a la percepción de competencia. El capítulo cierra con el análisis de las barreras que condicionan la participación en actividades gamificadas y con un conjunto de criterios para decidir cuándo conviene gamificar una actividad matemática y cuándo no.

1.1. Particularidades cognitivas en la construcción del conocimiento matemático

La comprensión matemática no es un proceso único ni lineal. En ella intervienen sistemas cognitivos diversos: la representación de cantidades, el manejo de símbolos, la orientación espacial, la capacidad de retener información mientras se opera con ella y la flexibilidad para elegir procedimientos. Cada estudiante combina estos sistemas con fortalezas y debilidades particulares, de modo que dos personas con el mismo resultado en una prueba pueden haber llegado a él por rutas completamente diferentes. Reconocer esta arquitectura cognitiva es el primer paso para diseñar desafíos lúdicos que no favorezcan solamente a un perfil de aprendiz.

1.1.1. Heterogeneidad en el procesamiento de información numérica y simbólica

El procesamiento numérico descansa sobre al menos dos formas de representación que no siempre se desarrollan al mismo ritmo. La primera es una representación aproximada de la magnitud, que permite comparar conjuntos, estimar cuál es mayor o ubicar un número en una recta sin contar elemento por elemento. La segunda es la representación simbólica, que vincula cada cantidad con un numeral escrito y con una palabra hablada. La fluidez matemática depende de que ambas representaciones se conecten de manera estable, de forma que el símbolo 7 evoque inmediatamente una magnitud y no solo una forma gráfica.

En el aula esta conexión presenta niveles muy dispares. Hay estudiantes que leen y escriben numerales con corrección, pero que no logran decidir con rapidez si 0,25 es mayor o menor que 0,3, porque su comprensión del símbolo está desligada del sentido de magnitud. Otros, en cambio, poseen una intuición numérica sólida para estimar y comparar, pero tropiezan con la notación formal, con el valor posicional o con la traducción entre la expresión verbal y la escrita. Estas diferencias no son meramente cuantitativas; implican modos cualitativamente distintos de acceder a la información numérica.

Las dificultades más persistentes en este terreno se asocian con la discalculia, entendida como una dificultad específica que afecta la ejecución de operaciones aritméticas, la interpretación de cantidades y la comprensión de conceptos matemáticos (Silva Prieto et al., 2025). Estos autores advierten, además, que buena parte del profesorado de matemáticas desconoce las manifestaciones de esta condición, lo que retrasa la identificación temprana y favorece explicaciones erróneas centradas en la falta de esfuerzo. La heterogeneidad del procesamiento

numérico, sin embargo, no se limita a los casos diagnosticados: atraviesa a todo el grupo en grados variables.

Para la gamificación, esta realidad tiene consecuencias directas. Un juego que exige respuestas simbólicas rápidas, como un concurso de cálculo mental cronometrado, premia a quienes ya dominan la conexión entre símbolo y magnitud y deja en desventaja a quienes requieren apoyos concretos o visuales. En contraste, una dinámica que ofrezca múltiples representaciones de la misma cantidad (fichas, barras, puntos, recta numérica y numeral) permite que cada estudiante ingrese al desafío desde la representación que mejor domina y avance progresivamente hacia las demás. El diseño lúdico inclusivo, por tanto, no elimina el símbolo, sino que lo vuelve accesible desde diversas puertas de entrada.

1.1.2. Diferencias individuales en el razonamiento lógico y espacial

El razonamiento lógico permite establecer relaciones de orden, inclusión, implicación y equivalencia entre objetos matemáticos. El razonamiento espacial, por su parte, permite representar mentalmente figuras, rotarlas, descomponerlas y ubicarlas en un sistema de referencia. Ambos tipos de pensamiento son decisivos en la matemática escolar: el primero sostiene la resolución de problemas, la argumentación y el álgebra; el segundo resulta fundamental en geometría, medición, interpretación de gráficos e incluso en la comprensión de la recta numérica.

Las diferencias individuales en estas capacidades son notables y se manifiestan desde edades tempranas. Hay estudiantes que siguen con facilidad una cadena de inferencias del tipo "si A entonces B, y si B en-

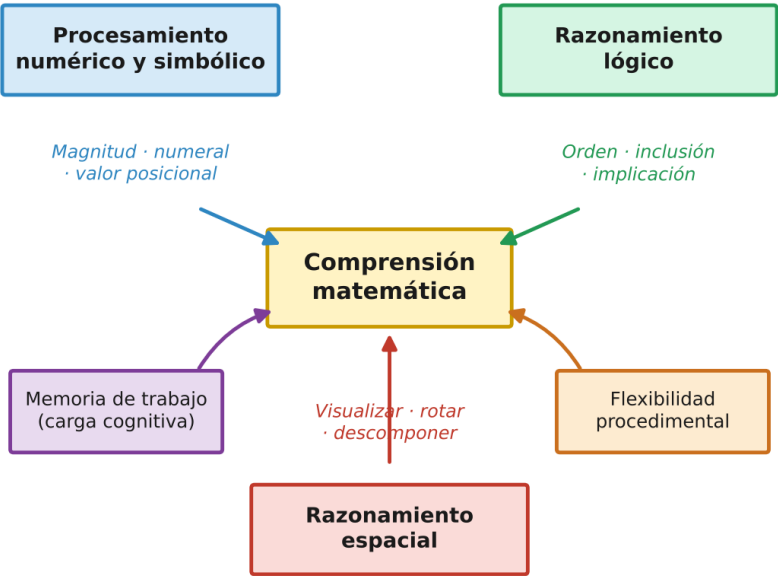
tonces C", pero que experimentan dificultades al imaginar cómo se vería un cubo desplegado. Otros reconocen al instante simetrías y transformaciones geométricas, mientras se pierden en enunciados verbales con varias condiciones encadenadas. Estas disparidades no deben interpretarse como jerarquías de inteligencia, sino como perfiles cognitivos que el diseño didáctico puede aprovechar.

La didáctica de las matemáticas con orientación inclusiva ha insistido en que la atención a la diversidad no se resuelve con actividades paralelas para estudiantes "lentos", sino con tareas abiertas que admitan diversas vías de razonamiento. Filippi-Peredo y Aravena-Díaz (2021), a partir de un estudio de caso en aulas chilenas, subrayan que la inclusión en matemáticas exige decisiones didácticas conscientes por parte del profesorado, capaces de articular el contenido disciplinar con las características de cada estudiante. En el terreno lúdico, esto se traduce en desafíos que puedan resolverse tanto por una vía deductiva como por una vía visual o manipulativa.

Un ejemplo ilustra esta posibilidad. Un reto en el que el equipo debe determinar cuántos cuadrados caben en una figura irregular puede abordarse contando, descomponiendo la figura en rectángulos, aplicando una fórmula o recortando y reorganizando las piezas. Cada estrategia moviliza un tipo distinto de razonamiento y todas conducen a la misma respuesta. Cuando el juego reconoce y valora estas rutas diversas, deja de premiar un único perfil cognitivo y se convierte en un espacio donde el razonamiento lógico y el espacial dialogan. La Figura 1 sintetiza estas dimensiones del procesamiento cognitivo y su relación con las demandas de las tareas matemáticas.

Figura 1

Representación de las diferencias cognitivas en el procesamiento numérico, lógico y espacial.



Nota. Elaboración propia.

1.1.3. Memoria de trabajo y demandas cognitivas de las tareas matemáticas

La memoria de trabajo es el sistema que permite mantener activa una cantidad limitada de información mientras se opera con ella. En matemáticas su papel es constante: retener un resultado parcial mientras se calcula el siguiente, recordar las condiciones de un problema mientras se ejecuta un procedimiento o mantener en mente la regla de un patrón mientras se verifica con nuevos ejemplos. Cuando la tarea exige

más recursos de los que la memoria de trabajo puede sostener, el rendimiento cae, no por falta de comprensión conceptual, sino por sobrecarga.

La capacidad de memoria de trabajo varía considerablemente entre estudiantes y se ve afectada por factores como la atención, la fatiga, la ansiedad y la familiaridad con el contenido. Un estudiante que todavía necesita contar con los dedos para obtener $8 + 5$ destina buena parte de sus recursos a esa operación básica y tiene menos disponibilidad para seguir el razonamiento global de un problema. En cambio, quien ha automatizado esos hechos numéricos libera capacidad para planificar, verificar y argumentar. Así, la misma tarea impone demandas cognitivas muy diferentes según el punto de partida de cada persona.

La investigación sobre juegos serios aporta un dato relevante en este punto. Fraga-Varela et al. (2021), en un estudio cuasiexperimental con 284 estudiantes de los primeros cursos de educación primaria, encontraron mejoras significativas en la fluidez matemática asociadas al uso de juegos serios, con un progreso aún mayor en las aulas que incorporaron además una estrategia de gamificación. La fluidez, entendida como la capacidad de resolver operaciones básicas con rapidez y precisión, reduce precisamente la carga sobre la memoria de trabajo y deja espacio para procesos de orden superior.

De ello se desprende un principio de diseño. Las actividades gamificadas deben dosificar las demandas cognitivas simultáneas: limitar el número de reglas que hay que recordar, ofrecer apoyos externos (tarjetas de referencia, tableros con pasos, representaciones visibles) y evitar que el estudiante tenga que gestionar al mismo tiempo la mecánica del juego, el contenido matemático y la presión del tiempo. Un juego que satura la memoria de trabajo con instrucciones complejas termina

evaluando la capacidad de retener reglas y no la comprensión matemática que se pretendía desarrollar.

1.1.4. Obstáculos conceptuales en la interpretación de relaciones cuantitativas

Muchas de las dificultades que el estudiantado experimenta en matemáticas no se deben a fallos de memoria o de atención, sino a obstáculos conceptuales: ideas previas, razonables en un contexto, que se vuelven inadecuadas cuando se extienden a otro. Un caso clásico es la creencia de que multiplicar siempre agranda y dividir siempre achica, válida con números naturales pero errónea con fracciones y decimales menores que la unidad. Otro es la tendencia a interpretar el signo igual como una orden de "calcular el resultado", y no como una relación de equivalencia entre dos expresiones.

Estos obstáculos son especialmente visibles en la interpretación de relaciones cuantitativas, como la proporcionalidad, la razón o la variación. Ante un problema del tipo "si 3 cuadernos cuestan 6 dólares, ¿cuánto cuestan 7?", algunos estudiantes aplican una estrategia aditiva (sumar 4 al precio porque se sumaron 4 cuadernos) en lugar de una multiplicativa. No se trata de descuido, sino de un modelo mental que todavía no distingue entre relaciones aditivas y multiplicativas. Corregir la respuesta sin abordar ese modelo deja intacto el obstáculo.

La gamificación puede contribuir a superar estos obstáculos cuando el juego crea situaciones en las que la idea previa conduce a resultados visiblemente contradictorios. Si en un juego de intercambio comercial la estrategia aditiva produce precios absurdos o pérdidas evidentes, el propio sistema de juego ofrece una retroalimentación que invita a revisar el razonamiento. González Moya et al. (2021) estudiaron el impacto de un juego virtual en la comprensión de la relación entre el

volumen del cono y el del cilindro con estudiantes de 13 y 14 años, y observaron que el grupo que trabajó con la propuesta gamificada alcanzó resultados superiores en ese ítem específico. Los mismos autores advierten, no obstante, que el desarrollo de propuestas gamificadas no asegura por sí solo el éxito en la enseñanza.

Esta advertencia es clave. Un juego puede volver más atractiva una tarea sin tocar el obstáculo conceptual que la vuelve difícil. Para que la dinámica lúdica tenga valor epistémico, el diseño debe identificar previamente cuáles son las concepciones erróneas más frecuentes en el contenido que se aborda y construir situaciones de juego que las hagan visibles, discutibles y revisables. El error, en este enfoque, deja de ser un fracaso que penaliza y se convierte en una oportunidad estructurada de aprendizaje.

1.1.5. Variabilidad de los procedimientos empleados para resolver problemas

Frente a un mismo problema, los estudiantes despliegan procedimientos muy diversos. Para calcular 25×12 , uno puede aplicar el algoritmo convencional, otro descomponer en $25 \times 10 + 25 \times 2$, un tercero razonar que cuatro veces 25 es 100 y que 12 contiene tres veces cuatro, y un cuarto dibujar una matriz rectangular. Todos llegan a 300, pero cada procedimiento revela una comprensión distinta de la multiplicación y de las propiedades de los números. Esta variabilidad es un recurso valioso para la enseñanza, pues permite contrastar estrategias y construir una comprensión más flexible.

Sin embargo, la cultura escolar tradicional ha tendido a privilegiar un único procedimiento "correcto", generalmente el algoritmo formal, y a considerar las demás estrategias como aproximaciones inmaduras. Esta práctica tiene efectos excluyentes: quienes razonan de manera no

convencional perciben que su pensamiento no es válido, y quienes memorizan el algoritmo sin comprenderlo obtienen la falsa impresión de dominar el contenido. La diversidad de procedimientos, lejos de ser un problema, es una manifestación de la diversidad cognitiva que la escuela inclusiva debe reconocer.

Las dinámicas lúdicas ofrecen un terreno propicio para legitimar esta variabilidad. Un juego puede otorgar reconocimiento no solo por la respuesta correcta, sino por la originalidad del procedimiento, por la capacidad de explicarlo a otros o por la identificación de una estrategia más eficiente. También puede organizar rondas en las que los equipos deban resolver el mismo reto por dos vías diferentes, o en las que se intercambien procedimientos para verificar si funcionan en otros casos. De esta manera, el juego se convierte en un espacio de exploración metacognitiva y no solo de ejecución.

La Tabla 1 recoge los principales procesos cognitivos examinados en esta sección y sus implicaciones para la comprensión matemática y para el diseño de actividades gamificadas. Su propósito es ofrecer al docente una referencia rápida que le permita anticipar qué tipo de demanda cognitiva impone cada desafío y qué apoyos conviene prever.

Tabla 1
Características de los procesos cognitivos y sus implicaciones en la comprensión matemática.

Proceso cognitivo	Manifestación en el aula	Implicación para la comprensión	Orientación para el diseño lúdico
Procesamiento numérico y simbólico	Lectura correcta de numerales sin sentido de magnitud, o intuición numérica sin dominio de la notación	Conexión inestable entre símbolo y cantidad	Ofrecer múltiples representaciones de una misma cantidad

Proceso cognitivo	Manifestación en el aula	Implicación para la comprensión	Orientación para el diseño lúdico
Razonamiento lógico	Facilidad o dificultad para seguir cadenas de inferencias y condiciones	Comprensión de enunciados, equivalencias y argumentos	Graduar el número de condiciones y permitir esquemas de apoyo
Razonamiento espacial	Diferencias para visualizar, rotar y descomponer figuras	Acceso a la geometría, la medición y los gráficos	Incluir material manipulable y vías visuales de resolución
Memoria de trabajo	Pérdida de información parcial en tareas de varios pasos	Errores por sobrecarga, no por falta de comprensión	Reducir reglas simultáneas y proporcionar apoyos externos
Concepciones previas	Uso de modelos aditivos donde corresponde un modelo multiplicativo	Obstáculos conceptuales persistentes	Crear situaciones de juego que vuelvan visible la contradicción
Flexibilidad procedimental	Uso de estrategias diversas para un mismo problema	Comprensión de propiedades y relaciones numéricas	Reconocer y premiar la diversidad de procedimientos

Nota. Elaboración propia.

1.2. Naturaleza de la gamificación en la actividad matemática

El término gamificación se emplea con frecuencia de manera imprecisa, como sinónimo de cualquier actividad divertida o de cualquier uso de tecnología en el aula. Esta ambigüedad dificulta tanto la planificación docente como la evaluación de resultados. Para que la gamificación sea una herramienta útil en la enseñanza inclusiva de las matemáticas, es necesario precisar qué es, en qué se diferencia de otras propuestas lúdicas, qué relaciones mantiene con el pensamiento matemático y cuáles son sus alcances reales.

1.2.1. Distinciones entre gamificación, juegos educativos y juegos serios

La gamificación consiste en incorporar elementos, mecánicas y dinámicas propias de los juegos en contextos que originalmente no son lúdicos, con el propósito de favorecer la implicación, la motivación y el aprendizaje. En una clase gamificada no necesariamente se juega a un juego concreto: lo que ocurre es que la propia secuencia didáctica adopta una estructura de juego, con metas claras, retos progresivos, retroalimentación frecuente, narrativa y sistemas de reconocimiento. La tarea matemática sigue siendo la protagonista, pero se presenta envuelta en una lógica lúdica.

Los juegos educativos, en cambio, son juegos completos diseñados o adaptados para enseñar un contenido. Un dominó de fracciones, un bingo de multiplicaciones o una lotería de figuras geométricas son ejemplos clásicos: tienen reglas propias, un inicio y un final, y el contenido matemático está integrado en la mecánica del juego. Su uso suele ser puntual, como actividad de refuerzo o de introducción, y no transforma necesariamente la estructura global de la clase.

Los juegos serios constituyen una categoría más específica. Fraga-Varela et al. (2021), siguiendo a Zagalo, los definen como aquellos en los que la educación, en sus diversas formas, es el objetivo principal por encima del entretenimiento, centrados en un contenido específico con independencia de la forma que adopten. En la práctica actual, el término se asocia sobre todo con software y videojuegos desarrollados con fines formativos, que simulan situaciones, ofrecen retroalimentación adaptativa y registran el progreso del jugador.

La distinción no es un mero ejercicio terminológico. Cada modalidad responde a propósitos diferentes y plantea exigencias distintas de di-

seño, tiempo y recursos. Un docente puede gamificar una unidad completa sin utilizar ningún juego propiamente dicho, puede introducir un juego educativo en una sesión concreta sin gamificar el resto de la unidad, o puede apoyarse en un juego serio digital como parte de una estrategia más amplia. La Tabla 2 sintetiza las diferencias conceptuales y pedagógicas entre las tres modalidades.

Tabla 2
Diferencias conceptuales y pedagógicas entre gamificación, juegos educativos y juegos serios.

Criterio	Gamificación	Juegos educativos	Juegos serios
Definición	Uso de elementos y mecánicas de juego en un contexto no lúdico	Juego completo adaptado o creado para enseñar un contenido	Juego cuyo objetivo principal es formativo por encima del entretenimiento
Relación con la tarea	La tarea matemática se mantiene y se reviste de estructura lúdica	El contenido está integrado en las reglas del juego	El contenido se trabaja mediante simulación o interacción guiada
Duración habitual	Unidad didáctica, trimestre o curso completo	Una sesión o parte de ella	Variable, a menudo sesiones repetidas
Soporte frecuente	Físico, digital o mixto	Principalmente físico (cartas, tableros, dados)	Principalmente digital
Elementos típicos	Narrativa, niveles, puntos, misiones, retroalimentación	Reglas, turnos, condición de victoria	Escenarios, retroalimentación adaptativa, registro de progreso
Rol docente	Diseñador de la experiencia global	Mediador de la partida	Seleccionador y acompañante del uso
Riesgo principal	Quedarse en recompensas superficiales	Desconexión con los objetivos curriculares	Dependencia tecnológica y escasa adaptación al contexto

Nota. Elaboración propia a partir de Fraga-Varela et al. (2021) y Prieto-Andreu et al. (2022).

1.2.2. Relaciones entre mecánicas lúdicas y pensamiento matemático

Existe una afinidad profunda entre el juego y la matemática. Ambos operan dentro de sistemas de reglas, exigen anticipar consecuencias, invitan a buscar estrategias óptimas y premian la persistencia ante la dificultad. Un tablero de ajedrez, un rompecabezas o un juego de cartas plantean problemas que, en el fondo, son matemáticos: combinatoria, probabilidad, geometría, lógica. Por ello, cuando las mecánicas de juego se diseñan con cuidado, no son un envoltorio externo al contenido, sino una forma de activar el propio pensamiento matemático.

Algunas mecánicas tienen una correspondencia especialmente clara con procesos matemáticos. Los sistemas de recursos y gestión, en los que el jugador debe administrar cantidades limitadas, movilizan el cálculo, la estimación y la optimización. Las mecánicas de exploración de mapas o tableros con coordenadas desarrollan el pensamiento espacial y la orientación. Las mecánicas de azar controlado introducen intuiciones sobre la probabilidad. Las mecánicas de construcción, en las que se combinan piezas para obtener una figura o una cantidad, favorecen la composición, la descomposición y el reconocimiento de equivalencias.

La revisión de Delgado Fernández y Chicaiza Taquire (2022), que analizó veinte producciones científicas sobre gamificación y herramientas tecnológicas en matemáticas, concluye que estas propuestas surgen como una estrategia didáctica orientada a renovar los procesos de enseñanza y aprendizaje, en particular por su capacidad para motivar. Sin embargo, el valor matemático de una mecánica no depende de su atractivo, sino de la medida en que exige pensar matemáticamente para avanzar. Una mecánica que permite progresar adivinando o repitiendo mecánicamente no aporta al desarrollo del razonamiento.

El criterio que se desprende es sencillo de enunciar y exigente de aplicar: en una actividad gamificada bien diseñada, la decisión que hace avanzar al jugador debe ser una decisión matemática. Si el estudiante puede ganar puntos sin razonar sobre cantidades, formas, patrones o datos, la mecánica está desconectada del contenido. Si, por el contrario, cada movimiento obliga a estimar, comparar, calcular o argumentar, el juego y la matemática se funden en una misma experiencia de aprendizaje.

1.2.3. Función del desafío en la comprensión de conceptos abstractos

El desafío es el núcleo de cualquier experiencia lúdica. Un juego sin desafío resulta aburrido, y uno con un desafío desproporcionado genera frustración y abandono. Entre ambos extremos se encuentra una zona en la que la tarea exige esfuerzo, pero resulta alcanzable con los recursos disponibles o con una ayuda razonable. En esa franja se produce el aprendizaje más significativo, porque el estudiante se ve obligado a ir más allá de lo que ya domina sin perder la confianza en poder lograrlo.

Los conceptos matemáticos abstractos, como la variable, la función, el infinito o la probabilidad, presentan una dificultad particular: no pueden observarse directamente y su comprensión requiere construir representaciones mentales que el estudiante todavía no posee. El desafío lúdico puede funcionar como un puente hacia esa abstracción. Al plantear una situación concreta que, para resolverse, exige generalizar, el juego conduce al estudiante a formular por sí mismo la idea abstracta. Por ejemplo, un reto en el que hay que predecir cuántas fichas tendrá la figura número cien de una secuencia obliga a dejar de contar y a buscar una regla general.

Para que el desafío cumpla esta función, debe estar graduado y ofrecer apoyos escalonados. Un primer nivel puede resolverse por conteo directo, un segundo exige reconocer una regularidad, y un tercero requiere expresarla de forma simbólica. Cada nivel prepara el siguiente y permite que estudiantes con distintos puntos de partida participen del mismo reto global. Las pistas, disponibles a demanda, evitan que la dificultad se convierta en un muro infranqueable y preservan la autonomía de quien no las necesita.

En contextos inclusivos, la graduación del desafío no debe confundirse con la creación de tareas distintas para grupos segregados. Se trata de un mismo problema con múltiples puntos de entrada y de salida, de modo que todos trabajan sobre el mismo concepto, aunque con niveles diversos de profundidad y formalización. Este principio, que se desarrollará con detalle en el Capítulo II, permite conciliar la exigencia conceptual con la participación de todo el grupo.

1.2.4. Significado de las recompensas y los sistemas de progresión

Los puntos, las insignias y las tablas de clasificación son los elementos más visibles de la gamificación y, con frecuencia, los únicos que se incorporan en propuestas poco elaboradas. Su función es ofrecer retroalimentación inmediata, hacer visible el progreso y reconocer el esfuerzo. Bien utilizados, pueden aumentar la implicación y ayudar al estudiante a percibir que avanza. Mal utilizados, desplazan la atención desde el aprendizaje hacia la acumulación de recompensas y generan comparaciones que perjudican a quienes progresan más despacio.

La revisión sistemática de Prieto-Andreu et al. (2022), que analizó 37 estudios en educación no universitaria, constató una repercusión directa y positiva de la gamificación sobre la motivación y el rendimiento

del alumnado. No obstante, la propia literatura advierte sobre el riesgo de sobrevalorar los sistemas de puntuación. Chávez Marín y Pinedo Cantillo (2025), en su revisión sobre los retos del profesorado de secundaria, señalan que una valoración excesiva de la puntuación puede comprometer la eficacia de la estrategia, especialmente en matemáticas, donde la precisión y la claridad conceptual resultan fundamentales.

Desde una perspectiva inclusiva, el significado de la recompensa debe redefinirse. En lugar de premiar únicamente el resultado final o la velocidad, los sistemas de progresión pueden reconocer el avance respecto al propio punto de partida, la calidad de las explicaciones, la ayuda prestada a compañeros o la perseverancia ante un error. Las insignias pueden asociarse con hitos de comprensión ("explicó por qué funciona su estrategia", "encontró una segunda solución") y no solo con aciertos acumulados.

Los sistemas de progresión, por su parte, cumplen una función de andamiaje. Los niveles indican al estudiante dónde se encuentra y qué le falta para avanzar, y permiten al docente organizar la secuencia de contenidos de menor a mayor complejidad. Cuando la progresión es individual y no competitiva, cada estudiante puede avanzar a su ritmo sin sentirse expuesto. El objetivo es que la recompensa informe sobre el aprendizaje, no que lo sustituya.

1.2.5. Alcances y limitaciones de la gamificación en contextos inclusivos

La gamificación ha mostrado un potencial considerable para favorecer la participación del alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo. López-Marí et al. (2022), en un estudio de caso desarrollado en 18 aulas de educación primaria, identificaron que ciertos elementos

de la gamificación facilitan la inclusión de este alumnado, entre ellos la estructuración del proceso de aprendizaje, la retroalimentación formativa y continua y la personalización de los objetivos. Estos tres elementos coinciden con necesidades ampliamente reconocidas en la atención a la diversidad: previsibilidad, información frecuente sobre el propio desempeño y metas ajustadas a cada estudiante.

Entre los alcances de la gamificación en contextos inclusivos destacan su capacidad para reducir la ansiedad asociada con el error, al presentarlo como parte natural del juego; para ofrecer múltiples formas de participación, desde roles distintos dentro de un equipo hasta canales variados de respuesta; y para crear un clima de aula en el que la colaboración tiene un valor explícito. También puede contribuir a que estudiantes habitualmente silenciosos encuentren espacios de protagonismo, por ejemplo cuando el juego valora habilidades que no suelen reconocerse en la clase tradicional.

Las limitaciones son igualmente relevantes. La gamificación exige tiempo de diseño, formación docente y, en muchos casos, recursos materiales o tecnológicos que no siempre están disponibles. Chávez Marín y Pinedo Cantillo (2025) identificaron como desafíos principales la falta de capacitación del profesorado, la resistencia al cambio, la dificultad para acceder a herramientas adecuadas y la gestión del tiempo. A ello se suma un riesgo pedagógico: la gamificación superficial, centrada en puntos y premios, puede incrementar la competencia y la exclusión en lugar de reducirlas.

En consecuencia, la gamificación no debe concebirse como una solución universal para la diversidad, sino como una herramienta cuyo valor depende de su diseño. Su aporte a la inclusión es real cuando se fundamenta en el conocimiento de las particularidades cognitivas y

afectivas del estudiantado, cuando la mecánica de juego exige pensamiento matemático y cuando el sistema de reconocimiento valora la diversidad de avances. Fuera de estas condiciones, puede convertirse en un nuevo mecanismo de clasificación disfrazado de diversión.

1.3. Dimensión afectiva de la participación matemática

El aprendizaje matemático no es un proceso exclusivamente cognitivo. Las emociones que el estudiante experimenta frente a la asignatura, las creencias que mantiene sobre su propia capacidad y las expectativas que proyecta sobre sus resultados influyen de manera decisiva en su disposición a participar, en el esfuerzo que invierte y en la persistencia ante la dificultad. Una dinámica lúdica que ignore esta dimensión afectiva corre el riesgo de fracasar incluso cuando su diseño cognitivo es impecable.

1.3.1. Ansiedad matemática y disposición ante situaciones de desafío

La ansiedad matemática puede describirse como un estado de tensión, preocupación o temor que surge ante situaciones que implican manipular números, resolver problemas o enfrentar evaluaciones de la asignatura. No se trata de una ansiedad generalizada, sino de una respuesta específica vinculada con la matemática, que puede manifestarse en el plano cognitivo (pensamientos de incapacidad), fisiológico (aceleración del pulso, sudoración) y conductual (evitación de las tareas). Su presencia es amplia y atraviesa todos los niveles educativos.

La investigación reciente confirma tanto su extensión como sus consecuencias. García Suárez et al. (2023), en un estudio con estudiantes de ingeniería, identificaron futuros profesionales con niveles muy altos de ansiedad matemática y una correlación negativa entre esa ansiedad

y su autoconfianza. Que el fenómeno aparezca incluso en quienes han elegido una carrera con fuerte componente matemático muestra que no es privativo de los estudiantes con bajo rendimiento, sino una variable afectiva que puede coexistir con niveles elevados de capacidad.

En el aula, la ansiedad matemática altera la disposición ante el desafío. Una situación que para un estudiante representa una oportunidad estimulante puede ser percibida por otro como una amenaza. La ansiedad, además, consume recursos de la memoria de trabajo, ya que la persona dedica parte de su capacidad a gestionar pensamientos de preocupación, lo que reduce la disponibilidad para el razonamiento. Así se produce un círculo vicioso: la ansiedad perjudica el rendimiento, el bajo rendimiento confirma la creencia de incapacidad y esa creencia alimenta nuevamente la ansiedad.

La gamificación puede intervenir en este círculo si modifica las condiciones que desencadenan la respuesta ansiosa. Las situaciones de juego de bajo riesgo, en las que el error no tiene consecuencias graves y puede repetirse el intento, reducen la sensación de amenaza. La exposición pública del error, en cambio, la intensifica. Por ello, un diseño lúdico sensible a la ansiedad evita las clasificaciones visibles, ofrece la posibilidad de trabajar en equipo antes de responder individualmente y permite que el estudiante elija el momento en que se siente preparado para asumir un reto mayor.

1.3.2. Percepción de competencia y expectativas de logro

La percepción de competencia es la valoración que cada estudiante hace de su propia capacidad para enfrentar con éxito una tarea. En matemáticas esta percepción suele consolidarse temprano y mostrar una notable estabilidad: quien llega a la conclusión de que "no es bueno para los números" tiende a interpretar los éxitos como casualidad y los

fracasos como confirmación. Las expectativas de logro, por su parte, se refieren a lo que el estudiante anticipa que conseguirá, y condicionan el esfuerzo que está dispuesto a invertir.

Estas creencias no se forman en el vacío. Dependen de la historia de experiencias con la asignatura, de los mensajes recibidos de docentes y familias y de la comparación con los compañeros. Un aula en la que constantemente se ordena a los estudiantes por su rapidez o por sus calificaciones refuerza percepciones de competencia polarizadas: unos pocos se consideran competentes y la mayoría asume una posición de inferioridad. La percepción de competencia, en definitiva, es también un producto de las prácticas pedagógicas.

El papel del docente resulta aquí decisivo. González-Medina y Treviño-Villarreal (2024), a partir de datos de 6288 estudiantes de bachillerato evaluados en PISA 2022, encontraron que el apoyo docente y el fomento del razonamiento y del pensamiento matemático se relacionan de manera inversa con la ansiedad hacia las matemáticas. Cuando el profesorado se interesa por el aprendizaje de cada estudiante, ofrece ayuda adicional y pide explicar y justificar los procedimientos, el alumnado experimenta menos ansiedad. Estas prácticas inciden directamente en la percepción de competencia, porque transmiten que el razonamiento propio es valioso y que la dificultad puede superarse con apoyo.

En el diseño lúdico, la percepción de competencia se fortalece mediante experiencias de éxito progresivo y genuino. Los primeros niveles de un desafío deben ser alcanzables para todos, de modo que cada estudiante comience con una experiencia de logro. Las metas intermedias deben ser visibles y estar al alcance del esfuerzo razonable. Cuando el avance se mide respecto al propio punto de partida y no respecto a los demás, incluso quienes progresan lentamente pueden

constatar que mejoran, lo que alimenta expectativas de logro más realistas y positivas.

1.3.3. Influencia de la retroalimentación en la persistencia matemática

La retroalimentación es la información que el estudiante recibe sobre su desempeño. En matemáticas puede limitarse a indicar si una respuesta es correcta o incorrecta, o puede ofrecer pistas sobre dónde se produjo el error, qué estrategia alternativa podría funcionar o qué aspecto del razonamiento es valioso. El tipo de retroalimentación influye de manera directa en la persistencia, es decir, en la disposición a seguir intentándolo después de una dificultad.

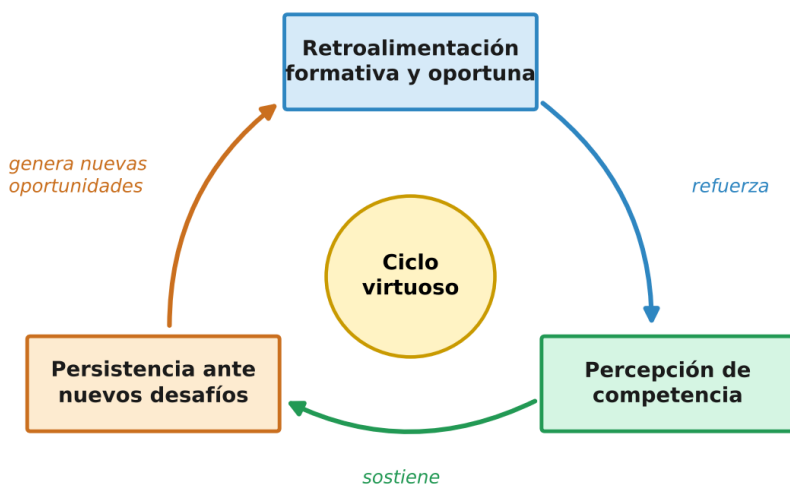
Una retroalimentación puramente evaluativa, del tipo "incorrecto", tiende a reducir la persistencia en estudiantes con baja percepción de competencia, porque confirma su expectativa de fracaso sin ofrecer un camino de mejora. Una retroalimentación formativa, en cambio, separa el error de la identidad del estudiante y lo convierte en información útil. Cuando se le dice "tu planteamiento es correcto, revisa la segunda operación", el mensaje implícito es que el estudiante es capaz y que el problema es puntual y corregible.

La gamificación ofrece condiciones especialmente favorables para la retroalimentación formativa. En un juego, el estudiante recibe información inmediata sobre las consecuencias de sus decisiones: avanza o no avanza, obtiene o no un recurso, desbloquea o no un nivel. Esta inmediatez le permite ajustar su estrategia sin esperar a que el docente corrija una prueba días después. López-Marí et al. (2022) identificaron precisamente la retroalimentación formativa y continua como uno de los elementos de la gamificación que más favorecen la inclusión del alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo.

La Figura 2 representa las relaciones entre retroalimentación, percepción de competencia y persistencia. Cuando la retroalimentación es formativa y oportuna, refuerza la percepción de competencia; esta, a su vez, sostiene la persistencia ante nuevos desafíos, y la persistencia genera nuevas oportunidades de recibir retroalimentación. Se configura así un ciclo virtuoso que se opone al círculo vicioso de la ansiedad descrito anteriormente. El diseño lúdico inclusivo busca activar este ciclo desde los primeros momentos de la actividad.

Figura 2

Relaciones entre retroalimentación, percepción de competencia y persistencia ante desafíos matemáticos.



Se opone al círculo vicioso: ansiedad → bajo rendimiento → creencia de incapacidad

Nota. Elaboración propia.

1.3.4. Frustración y tolerancia al error durante las actividades lúdicas

La frustración aparece cuando el estudiante percibe que no puede alcanzar una meta a pesar de su esfuerzo. En dosis moderadas, forma parte natural de cualquier aprendizaje exigente y puede incluso estimular la búsqueda de nuevas estrategias. En exceso, conduce al abandono, a conductas disruptivas o a la evitación de futuras tareas. La tolerancia al error, por su parte, es la capacidad de aceptar los errores como parte del proceso sin interpretarlos como una amenaza a la propia valía.

Los juegos tienen una relación particular con el error. En un videojuego, el jugador falla una y otra vez, reinicia el nivel y vuelve a intentarlo sin que esto afecte su autoestima. El error se vive como información sobre lo que no funciona y como impulso para probar algo distinto. Esta cultura del error es precisamente lo que la enseñanza tradicional de las matemáticas ha tenido dificultades para cultivar, al asociar cada equivocación con una penalización en la calificación.

Trasladar esa cultura al aula requiere decisiones de diseño concretas. Los desafíos deben admitir varios intentos sin penalización acumulativa, el sistema de puntuación debe valorar las correcciones y no solo los aciertos a la primera, y el docente debe modelar una actitud positiva ante el error, por ejemplo analizando en voz alta una respuesta equivocada para descubrir qué razonamiento la produjo. También es útil introducir pausas o puntos de control que permitan al estudiante detenerse antes de que la frustración se vuelva inmanejable.

Conviene reconocer, sin embargo, que no todos los estudiantes toleran la frustración de la misma manera. Quienes tienen antecedentes de fracaso escolar reiterado, quienes presentan dificultades en la regulación emocional o quienes experimentan altos niveles de ansiedad

matemática pueden reaccionar con mayor intensidad ante un error en contexto lúdico, especialmente si el juego es competitivo y público. Para ellos, conviene prever alternativas: modalidades cooperativas, retos privados, ayudas disponibles a demanda y la posibilidad de retirarse temporalmente sin quedar excluidos de la experiencia global.

1.3.5. Motivación intrínseca y satisfacción ante los logros matemáticos

La motivación intrínseca es la que surge del interés por la actividad misma, del placer de comprender y de la satisfacción de resolver un problema difícil. Se distingue de la motivación extrínseca, que depende de recompensas o consecuencias externas, como una calificación, un premio o la aprobación de otros. En matemáticas, la motivación intrínseca se manifiesta en la curiosidad por descubrir por qué funciona un procedimiento, en el gusto por los acertijos y en la sensación de logro al encontrar una solución elegante.

Uno de los debates más relevantes en torno a la gamificación es si sus recompensas fortalecen o debilitan la motivación intrínseca. El riesgo es que el estudiante aprenda a trabajar solo cuando hay puntos en juego, y que el interés por la matemática quede subordinado a la obtención de premios. Este efecto se observa sobre todo cuando las recompensas son predecibles, están desligadas de la calidad del aprendizaje y se presentan como el fin último de la actividad.

La alternativa consiste en diseñar experiencias lúdicas que cultiven fuentes intrínsecas de motivación: la autonomía para elegir caminos, la sensación de competencia creciente y la conexión con otros en la resolución de problemas. Una narrativa atractiva, un misterio que resolver, un reto que despierte la curiosidad o una situación en la que la mate-

mática permita comprender algo del mundo real pueden generar un interés que sobreviva a la retirada de los puntos. Las recompensas externas, en este enfoque, funcionan como andamios temporales que ayudan a iniciar la implicación, pero no como el motor principal.

La satisfacción ante los logros matemáticos es, en última instancia, el objetivo afectivo más valioso de cualquier propuesta lúdica. Cuando un estudiante que se consideraba incapaz descubre que puede resolver un problema y explicar su razonamiento, experimenta una transformación en su relación con la asignatura que ninguna insignia puede sustituir. La gamificación inclusiva busca multiplicar esas experiencias de logro auténtico, de modo que la satisfacción provenga del propio aprendizaje y no únicamente del reconocimiento externo.

1.4. Barreras que condicionan la participación en actividades gamificadas

La participación en una actividad gamificada no depende únicamente de la voluntad del estudiante. Existen barreras en el diseño de la tarea, en el entorno y en los materiales que pueden impedir o limitar el acceso de determinados estudiantes, aunque estén motivados y posean la capacidad matemática necesaria. Desde el enfoque inclusivo, estas barreras se sitúan en la interacción entre la persona y el contexto, y no en las características individuales. Identificarlas es el paso previo para eliminarlas o reducirlas.

1.4.1. Complejidad lingüística de las instrucciones matemáticas

Las instrucciones de un juego matemático combinan dos tipos de lenguaje: el lenguaje cotidiano, con el que se explican las reglas, y el lenguaje matemático, con su vocabulario específico, sus símbolos y sus

estructuras lógicas. Cuando ambas capas se superponen en textos extensos o en enunciados con varias condiciones, la comprensión de la consigna se convierte en una barrera previa al razonamiento matemático. Un estudiante puede ser perfectamente capaz de resolver el reto, pero no llegar a hacerlo porque no entendió qué se le pedía.

Esta barrera afecta con especial intensidad a estudiantes con dificultades de comprensión lectora, a quienes aprenden en una lengua distinta de su lengua materna y a quienes presentan trastornos del lenguaje. También incide en estudiantes con dificultades de atención, para quienes los textos largos resultan difíciles de procesar. Términos como "a lo sumo", "como mínimo", "respectivamente" o "excepto" introducen relaciones lógicas que exigen una lectura cuidadosa y que, en el ritmo acelerado de un juego, pueden pasar desapercibidas.

Reducir la complejidad lingüística no implica simplificar el contenido matemático. Significa presentar las instrucciones en frases breves, en un orden que siga la secuencia de acciones, con apoyos visuales que muestren lo que se debe hacer y con ejemplos concretos antes de iniciar la partida. Una demostración inicial, en la que el docente o un estudiante juega una ronda en voz alta, suele resultar más eficaz que cualquier explicación escrita. Las tarjetas de reglas con pictogramas permiten, además, que el estudiante consulte las instrucciones cuando lo necesite sin depender de su memoria.

1.4.2. Sobrecarga visual y auditiva en los entornos de juego

Muchos entornos gamificados, especialmente los digitales, se caracterizan por una gran densidad de estímulos: colores intensos, animaciones constantes, efectos sonoros, música de fondo, contadores en movimiento y notificaciones emergentes. Esta riqueza sensorial busca generar emoción y mantener la atención, pero puede tener el efecto

contrario en determinados estudiantes. La sobrecarga sensorial dificulta la concentración, incrementa la fatiga y puede provocar malestar intenso en personas con hipersensibilidad.

Los estudiantes dentro del espectro autista, quienes presentan trastorno por déficit de atención e hiperactividad y quienes tienen dificultades de procesamiento sensorial son particularmente vulnerables a esta barrera. Para ellos, una pantalla saturada de elementos puede impedir distinguir la información relevante, es decir, el problema matemático, del ruido decorativo. En el aula física ocurre algo similar cuando varios equipos juegan al mismo tiempo con materiales sonoros o cuando el docente utiliza alarmas y aplausos como parte de la dinámica.

La respuesta de diseño consiste en jerarquizar la información y ofrecer control sobre los estímulos. El contenido matemático debe ocupar el centro visual, los elementos decorativos deben ser discretos y las animaciones, opcionales. En entornos digitales conviene poder desactivar el sonido o reducir los efectos visuales. En el aula física, la organización del espacio, con zonas más tranquilas y el uso de señales visuales en lugar de sonoras, contribuye a que la experiencia lúdica sea accesible sin perder su atractivo.

1.4.3. Restricciones temporales y velocidad de respuesta

El tiempo es uno de los recursos más utilizados para generar tensión en un juego: contrarrelojes, rondas rápidas, bonificaciones por velocidad. En matemáticas, sin embargo, la velocidad de respuesta no equivale a la comprensión. Un estudiante puede razonar con profundidad y llegar a soluciones originales, pero necesitar más tiempo para procesar la información, planificar su estrategia o expresar su respuesta. Penalizar la lentitud equivale, en muchos casos, a penalizar la reflexión.

Las restricciones temporales afectan de forma desproporcionada a estudiantes con discalculia, con dificultades de procesamiento, con limitaciones motrices que hacen más lenta la escritura o la manipulación de materiales, y a quienes experimentan ansiedad matemática, ya que la presión del tiempo es uno de sus desencadenantes más potentes. También perjudican a estudiantes reflexivos que prefieren verificar antes de responder. El resultado es un juego que mide la rapidez en lugar del aprendizaje y que reproduce la exclusión.

Esto no significa que el tiempo deba desaparecer por completo de las dinámicas lúdicas. La automatización de ciertos hechos numéricos es un objetivo legítimo y algunos juegos de fluidez pueden incluir elementos temporales. Lo que se requiere es flexibilidad: tiempos ajustables según el estudiante, retos sin límite de tiempo como alternativa, competencia contra el propio récord y no contra los demás, y equipos en los que la velocidad sea una responsabilidad compartida y no individual. El tiempo debe ser una variable de diseño al servicio del objetivo y no una barrera implícita.

1.4.4. Exclusión derivada de clasificaciones y competencias individuales

Las tablas de clasificación son uno de los elementos más característicos de la gamificación y, al mismo tiempo, uno de los más problemáticos en contextos inclusivos. Ordenar públicamente a los estudiantes según sus puntos genera una jerarquía visible en la que siempre hay alguien en los últimos lugares. Para quienes ocupan esas posiciones de manera reiterada, la experiencia lúdica se convierte en una confirmación pública de su supuesta incompetencia, con efectos negativos sobre su motivación y su percepción de sí mismos.

La competencia individual intensa tiende, además, a beneficiar a quienes ya parten con ventaja. Los estudiantes con mayor dominio previo acumulan puntos con rapidez, se alejan del resto y consolidan su posición, mientras que quienes necesitan más tiempo quedan relegados sin posibilidad realista de alcanzarlos. Este efecto acumulativo contradice el propósito inclusivo de la gamificación y puede desmotivar tanto a los rezagados como a los líderes, que pierden el interés cuando la victoria está asegurada.



Las alternativas son variadas. Las clasificaciones pueden sustituirse por indicadores de progreso individual que muestren el avance de cada estudiante respecto a su propio punto de partida. La competencia puede orientarse entre equipos heterogéneos y no entre individuos, de modo que el éxito dependa de la contribución de todos. Las metas colectivas, en las que toda la clase trabaja para alcanzar un objetivo común, eliminan la jerarquía interna y fomentan la cooperación. Cuando se mantiene algún componente competitivo, conviene que sea breve, variable y que permita que distintos estudiantes destaquen en distintos momentos.

1.4.5. Dificultades de interacción con materiales y dispositivos tecnológicos

Los materiales manipulativos y los dispositivos tecnológicos son soportes habituales de la gamificación matemática. Fichas, dados, cartas, tableros, bloques, tabletas y computadoras permiten representar conceptos de manera concreta y ofrecen formas de interacción variadas. Sin embargo, cada soporte plantea exigencias motrices, sensoriales y cognitivas que no todos los estudiantes pueden cumplir en igualdad de condiciones.

Un estudiante con limitaciones de motricidad fina puede tener dificultades para manipular piezas pequeñas, lanzar dados o arrastrar elementos en una pantalla táctil. Uno con baja visión puede no distinguir los colores o los números impresos en las cartas. Uno que no ha tenido acceso frecuente a dispositivos digitales puede invertir tanto esfuerzo en aprender a usar la aplicación que pierde de vista el contenido matemático. A ello se suman las brechas de conectividad y de disponibilidad de equipos, que en muchos contextos latinoamericanos condicionan la viabilidad de las propuestas digitales.

La accesibilidad de los materiales debe considerarse desde el inicio del diseño y no como un añadido posterior. Esto incluye piezas de tamaño adecuado y con texturas diferenciadas, contrastes de color suficientes, alternativas táctiles y auditivas a la información visual, compatibilidad de las aplicaciones con lectores de pantalla y la posibilidad de combinar soportes físicos y digitales. La Tabla 3 sistematiza las barreras de accesibilidad examinadas en esta sección y sus consecuencias para la participación.

Tabla 3

Barreras de accesibilidad en actividades matemáticas gamificadas y sus consecuencias para la participación.

Barrera	Estudiantes más afectados	Consecuencia para la participación	Ajuste recomendado
Complejidad lingüística de las instrucciones	Dificultades lectoras, segunda lengua, trastornos del lenguaje	No comprende la consigna y no accede al reto matemático	Frases breves, pictogramas, demostración previa
Sobrecarga visual y auditiva	TEA, TDAH, hipersensibilidad sensorial	Distracción, fatiga, malestar y abandono	Jerarquizar información, controlar estímulos, espacios tranquilos
Restricciones temporales	Discalculia, ansiedad matemática, limitaciones motrices	Respuestas precipitadas, bloqueo, exclusión de quienes reflexionan	Tiempos ajustables, retos sin límite, competencia contra el propio récord
Clasificaciones públicas	Estudiantes con bajo rendimiento previo	Confirmación de incompetencia y desmotivación	Progreso individual, metas colectivas, equipos heterogéneos
Materiales y dispositivos	Limitaciones motrices o visuales, brecha digital	Esfuerzo desviado al manejo del soporte	Diseño accesible, alternativas táctiles y auditivas, soportes mixtos

Nota. Elaboración propia.

1.5. Pertinencia pedagógica de la gamificación en aulas diversas

Las secciones anteriores han mostrado que la gamificación puede favorecer la comprensión y la participación matemática, pero también que puede generar nuevas barreras si se diseña sin criterio. La pregunta que corresponde formular, por tanto, no es si la gamificación es buena

o mala, sino cuándo, cómo y para qué resulta pertinente. Esta sección propone un conjunto de criterios que orientan esa decisión en aulas caracterizadas por la diversidad.

1.5.1. Correspondencia entre desafíos lúdicos y objetivos matemáticos

El primer criterio de pertinencia es la correspondencia entre lo que el juego exige y lo que el currículo pretende que el estudiante aprenda. Un desafío lúdico es pertinente cuando su resolución requiere precisamente el conocimiento o la habilidad que se busca desarrollar. Si el objetivo es comprender la equivalencia de fracciones, el juego debe obligar a reconocer, construir o comparar fracciones equivalentes; si el objetivo es interpretar gráficos estadísticos, el avance debe depender de leer y analizar datos representados.

La falta de correspondencia es uno de los defectos más comunes en las propuestas gamificadas. Ocurre cuando el juego es atractivo, pero el contenido matemático queda en un segundo plano, o cuando se utiliza una mecánica genérica (responder preguntas para ganar puntos) que podría aplicarse a cualquier asignatura y no aporta nada específico al pensamiento matemático. En estos casos, la actividad puede ser entretenida, pero su valor de aprendizaje es limitado.

Para asegurar la correspondencia, conviene partir del objetivo de aprendizaje y no del juego. El docente define primero qué debe comprender o saber hacer el estudiante, luego identifica qué tipo de decisión matemática pone en evidencia ese aprendizaje y, solo después, elige o diseña una mecánica lúdica que exija esa decisión. Este orden de razonamiento, del objetivo a la mecánica, evita la tentación de adaptar el contenido a un juego atractivo y garantiza que la dimensión lúdica esté al servicio de la dimensión matemática.

1.5.2. Equilibrio entre exigencia conceptual y posibilidades de participación

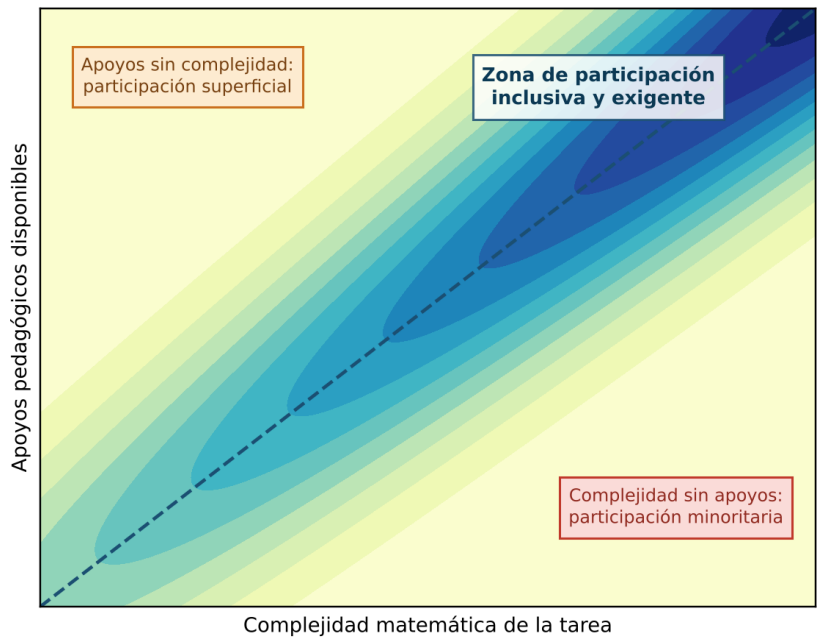
El segundo criterio se refiere a la tensión entre la exigencia conceptual de la tarea y las posibilidades reales de participación de todo el grupo. Si la exigencia es demasiado alta, solo unos pocos podrán participar de manera significativa; si es demasiado baja, la actividad perderá valor de aprendizaje y aburrirá a quienes ya dominan el contenido. El equilibrio no se alcanza reduciendo la exigencia para todos, sino ampliando las posibilidades de participación mediante apoyos pedagógicos.

Los apoyos pueden adoptar formas diversas: representaciones concretas o visuales, ejemplos resueltos, pistas graduadas, roles diferenciados dentro de un equipo, tiempo adicional o la posibilidad de responder por distintos canales. Su función es permitir que estudiantes con distintos puntos de partida accedan al mismo contenido conceptual, sin que este se empobrezca. La complejidad matemática se mantiene, pero el camino para llegar a ella se vuelve más transitable.

La Figura 3 representa este modelo de equilibrio. La complejidad matemática y los apoyos pedagógicos actúan como dos fuerzas que, bien proporcionadas, amplían la zona de participación inclusiva. Cuando la complejidad aumenta sin apoyos, la participación se reduce a un grupo minoritario; cuando los apoyos sustituyen a la complejidad, la participación es amplia pero superficial. La zona óptima se encuentra donde ambas dimensiones crecen de manera coordinada, de modo que el desafío sigue siendo exigente y, al mismo tiempo, accesible.

Figura 3

Modelo de equilibrio entre complejidad matemática, apoyos pedagógicos y participación inclusiva.



Nota. Elaboración propia.

1.5.3. Reconocimiento de diferentes formas de razonamiento

El tercer criterio exige que la actividad gamificada reconozca y valore las distintas formas de razonar. Como se analizó en la primera sección, el estudiantado resuelve problemas mediante procedimientos variados, apoyados en diferentes perfiles cognitivos. Un juego que solo admite una vía de resolución, o que solo premia la respuesta final, invisibiliza esta diversidad y transmite el mensaje de que existe una única manera correcta de pensar matemáticamente.

Reconocer diferentes formas de razonamiento implica diseñar retos abiertos, con varias soluciones posibles o con varios caminos hacia

una misma solución. Implica también incorporar momentos en los que los estudiantes expliquen y comparen sus estrategias, de modo que la diversidad se convierta en objeto de reflexión colectiva. Cuando un equipo descubre que otro resolvió el mismo problema de una forma más eficiente, o más visual, o más general, se produce un aprendizaje que va más allá del contenido puntual.



Este reconocimiento tiene, además, un efecto inclusivo directo. Los estudiantes cuyo razonamiento no coincide con el procedimiento escolar convencional encuentran un espacio en el que su forma de pensar es legítima. Esto fortalece su percepción de competencia y su disposición a participar. La gamificación, en este sentido, puede contribuir a desmontar la idea de que la matemática es una disciplina rígida reservada para quienes piensan de una manera determinada.

1.5.4. Condiciones para evitar la simplificación excesiva de los contenidos

Uno de los riesgos más sutiles de la gamificación en contextos inclusivos es la simplificación excesiva. Con la intención de que todos puedan participar, se reducen los contenidos a ejercicios mecánicos, se eliminan los problemas abiertos y se sustituye la comprensión por la repetición. El resultado es una actividad lúdica accesible pero pobre, que no contribuye al desarrollo del pensamiento matemático y que, paradójicamente, termina excluyendo al alumnado de los aprendizajes más valiosos.

Esta simplificación suele afectar con mayor frecuencia a los estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo, a quienes se les asignan tareas de menor exigencia bajo el supuesto de que no pueden abordar contenidos complejos. Esta práctica, aunque bien intencionada, reduce sus oportunidades de aprendizaje y refuerza las expectativas bajas. La inclusión auténtica no consiste en ofrecer menos matemática a algunos estudiantes, sino en ofrecer la misma matemática con los apoyos necesarios.

Para evitar la simplificación excesiva, el diseño debe mantener un núcleo conceptual común para todo el grupo, sobre el cual se construyen niveles diversos de profundidad. Debe incluir problemas que exijan razonar y no solo calcular, momentos de explicación y argumentación y oportunidades para transferir lo aprendido a situaciones nuevas. Los apoyos deben retirarse progresivamente a medida que el estudiante gana autonomía, de modo que no se conviertan en una dependencia permanente. La accesibilidad, en suma, debe ampliar el acceso al conocimiento, no reducir el conocimiento al que se accede.

1.5.5. Criterios para determinar la conveniencia de gamificar una actividad matemática

No todas las actividades matemáticas se benefician de la gamificación. Algunas requieren silencio, concentración individual y un ritmo pausado que una dinámica lúdica podría interrumpir. Otras implican conceptos tan nuevos que conviene introducirlos primero mediante una exploración guiada antes de convertirlos en desafíos de juego. Decidir cuándo gamificar es, por tanto, una competencia profesional del docente que requiere criterios explícitos.

Los criterios desarrollados en este capítulo pueden organizarse en una matriz de valoración. La actividad es candidata a ser gamificada cuando existe correspondencia entre la mecánica y el objetivo matemático, cuando el desafío puede graduarse con múltiples puntos de entrada, cuando el diseño permite reconocer diversas formas de razonamiento, cuando las barreras de accesibilidad han sido identificadas y pueden reducirse, cuando el sistema de reconocimiento valora el progreso y no solo el resultado, y cuando se dispone del tiempo y los recursos necesarios para implementarla con calidad.

La evidencia acumulada respalda esta cautela. La revisión de Chávez Marín y Pinedo Cantillo (2025) muestra que los docentes de matemáticas enfrentan desafíos importantes de formación, planificación y gestión del tiempo cuando implementan la gamificación, y que una aplicación superficial puede generar desmotivación en lugar de compromiso. Por su parte, la experiencia documentada por López-Marí et al. (2022) indica que los beneficios inclusivos dependen de elementos de diseño concretos, como la estructuración, la retroalimentación y la personalización, y no de la etiqueta lúdica en sí misma.

La Tabla 4 presenta una matriz que el docente puede utilizar para valorar la pertinencia pedagógica de una actividad matemática gamificada antes de implementarla. Cada criterio se acompaña de una pregunta orientadora y de indicadores de cumplimiento. Una actividad que no satisface la mayoría de los criterios probablemente no se beneficiará de la gamificación, o requerirá un rediseño antes de llevarse al aula.

Tabla 4

Matriz de criterios para valorar la pertinencia pedagógica de una actividad matemática gamificada.

Criterio	Pregunta orientadora	Indicador de cumplimiento	Valoración (Sí / Parcial / No)
Correspondencia matemática	¿La decisión que hace avanzar en el juego es una decisión matemática?	La mecánica exige el conocimiento que se pretende desarrollar	
Graduación del desafío	¿El reto admite varios puntos de entrada y de salida?	Existen niveles progresivos sobre un mismo núcleo conceptual	
Diversidad de razonamientos	¿Se reconocen procedimientos distintos para una misma meta?	El diseño valora la explicación y el contraste de estrategias	
Accesibilidad	¿Se han identificado y reducido las barreras lingüísticas, sensoriales, temporales y materiales?	Instrucciones claras, estímulos controlados, tiempos flexibles, materiales accesibles	
Dimensión afectiva	¿El error se trata como información y no como penalización?	Varios intentos, retroalimentación formativa, ausencia de exposición pública	
Sistema de reconocimiento	¿Se premia el progreso individual y la colaboración?	Indicadores de avance personal y metas colectivas	

Criterio	Pregunta orienta- dora	Indicador de cumpli- miento	Valoración (Sí / Parcial / No)
Profundidad con- ceptual	¿Se mantiene la exi- gencia sin simplifi- car el contenido?	Problemas abiertos, ar- gumentación y transfe- rencia	
Viabilidad	¿Se dispone del tiempo, la forma- ción y los recursos necesarios?	Planificación realista y materiales disponibles	

Nota. Elaboración propia a partir de López-Marí et al. (2022) y Chávez Marín y Pinedo Cantillo (2025).

La diversidad cognitiva y afectiva del aula no es un obstáculo para la gamificación matemática, sino la razón misma que justifica diseñarla con rigor. Los fundamentos expuestos en este capítulo permiten pasar, en el siguiente, al terreno de las mecánicas concretas: cómo transformar contenidos matemáticos en desafíos lúdicos, cómo configurar reglas que garanticen una participación equitativa y cómo prototipar y comprobar los desafíos antes de llevarlos al aula.

Capítulo 2

Mecánicas de Juego y Estructuración de Desafíos Matemáticos Inclusivos



CAPÍTULO II

Mecánicas de Juego y Estructuración de Desafíos Matemáticos Inclusivos

COMPRENDER POR QUÉ LA diversidad cognitiva y afectiva exige un diseño lúdico cuidadoso es solo el punto de partida. El docente necesita, además, herramientas concretas para convertir un contenido matemático en un desafío que todos puedan abordar sin que la matemática se diluya en el camino. Este capítulo se ocupa de ese trabajo de diseño. Su propósito es mostrar cómo se construye, paso a paso, una actividad gamificada que conserva el significado matemático, reparte las oportunidades de participación de manera equitativa y puede comprobarse antes de llevarse al aula.

La estructura del capítulo sigue el recorrido natural de quien diseña. En primer lugar se examina la transformación de contenidos matemáticos en desafíos lúdicos: qué conceptos se prestan a ello, cómo se convierte un problema en una misión y cómo se ordenan las secuencias según su complejidad. A continuación se analizan las reglas y mecánicas que favorecen una participación equitativa, desde los sistemas de puntuación hasta el equilibrio entre azar y razonamiento. La tercera sección aborda las representaciones matemáticas en entornos gamificados, y la cuarta, la interacción colectiva y la argumentación durante el juego. El capítulo cierra con el prototipado y la comprobación de los desafíos, una fase que suele omitirse y de la que depende buena parte del éxito de cualquier propuesta.

2.1. Transformación de contenidos matemáticos en desafíos lúdicos

Transformar un contenido en desafío no consiste en añadirle una portada atractiva. Supone reorganizar la tarea de modo que el estudiante tenga una meta clara, enfrente obstáculos con sentido, tome decisiones y reciba información sobre sus resultados. Este proceso exige conocer bien el contenido matemático, anticipar las dificultades que suele provocar y elegir una forma lúdica que, lejos de ocultarlas, las ponga al servicio del aprendizaje.

2.1.1. Identificación de conceptos susceptibles de gamificación

No todos los conceptos matemáticos ofrecen las mismas posibilidades lúdicas. Algunos se prestan de forma casi natural al juego porque implican decisiones, comparaciones o búsquedas: la estimación de cantidades, la probabilidad, la orientación espacial, la búsqueda de patrones o la resolución de problemas con varias soluciones. Otros requieren más trabajo de diseño, como las definiciones formales o los procedimientos algorítmicos largos, cuya gamificación corre el riesgo de quedarse en la repetición disfrazada de juego.

Un criterio útil para identificar conceptos susceptibles de gamificación consiste en preguntarse si el contenido genera decisiones con consecuencias observables. Cuando el estudiante debe elegir entre varias opciones y puede comprobar el efecto de su elección, existe material para un desafío lúdico. La comparación de fracciones, por ejemplo, puede convertirse en un juego de repartos en el que elegir la fracción mayor implica obtener más recursos. La simetría puede trabajarse mediante un reto en el que solo la figura bien reflejada abre una cerradura. En ambos casos, la decisión matemática tiene una consecuencia dentro del juego.

Un segundo criterio es la existencia de obstáculos conceptuales conocidos. Como se señaló en el capítulo anterior, los contenidos que generan concepciones erróneas frecuentes son especialmente valiosos para el diseño lúdico, porque el juego puede crear situaciones en las que la idea equivocada produce resultados visiblemente contradictorios. La proporcionalidad, el valor posicional, la equivalencia de expresiones y la relación entre área y perímetro son candidatos destacados por esta razón.

Un tercer criterio es la posibilidad de graduar la complejidad sin cambiar de concepto. Un contenido es más fácil de gamificar de forma inclusiva cuando admite versiones sencillas y versiones exigentes del mismo problema, de modo que todos los estudiantes trabajen sobre la misma idea con distintos niveles de profundidad. La experiencia de González Moya et al. (2021), centrada en la relación entre los volúmenes del cono y del cilindro, ilustra cómo un concepto geométrico específico, con una relación cuantitativa precisa, puede convertirse en el núcleo de un juego virtual con resultados de comprensión observables.

2.1.2. Conversión de problemas matemáticos en misiones de juego

Una misión es un problema que se presenta dentro de una narrativa, con un propósito que tiene sentido para el jugador y con condiciones que delimitan cómo alcanzarlo. La conversión de un problema convencional en misión implica cuatro operaciones básicas: dotar al problema de un contexto narrativo, formular una meta explícita, establecer restricciones que obliguen a razonar y definir una forma de comprobar si la meta se ha alcanzado.

Tómese un problema escolar típico: "Un rectángulo tiene un perímetro de 24 cm. ¿Cuáles pueden ser sus dimensiones?". Convertido en

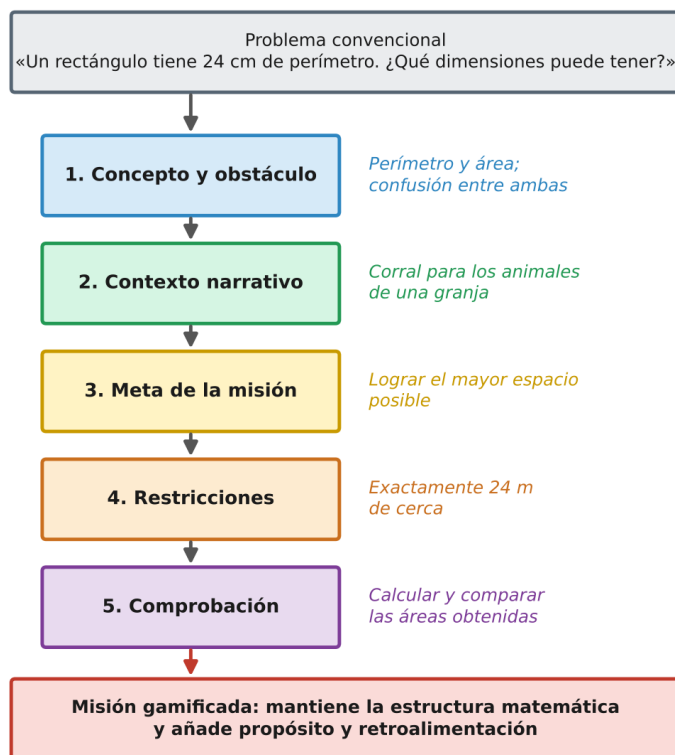
misión, podría plantearse así: el equipo debe construir un corral para los animales de una granja con exactamente 24 metros de cerca, y el granjero quiere que los animales tengan el mayor espacio posible. El contexto narrativo da sentido a la tarea, la meta es encontrar el corral más amplio, la restricción es la longitud fija de la cerca, y la comprobación consiste en calcular y comparar las áreas. El problema matemático sigue intacto, pero ahora tiene un propósito y abre una pregunta más rica que la original, pues obliga a relacionar perímetro y área.

La conversión debe evitar dos errores frecuentes. El primero es una narrativa que distrae: un relato extenso, con muchos personajes y detalles irrelevantes, aumenta la carga lingüística y aleja al estudiante del problema. El segundo es una meta que puede alcanzarse sin matemática, por ejemplo cuando la misión se cumple respondiendo rápido o adivinando. La narrativa debe ser breve y funcional, y la meta debe depender de una decisión matemática verificable.

La Figura 4 esquematiza este proceso de transformación. A partir de un problema convencional se identifica el concepto central y el obstáculo que se quiere trabajar, se construye un contexto narrativo breve, se formula la meta de la misión, se definen las restricciones y se establece el mecanismo de comprobación. El resultado es una misión que mantiene la estructura matemática del problema original y añade motivación, propósito y retroalimentación.

Figura 4

Esquema de transformación de un problema matemático convencional en una misión gamificada.



Nota. Elaboración propia.

2.1.3. Organización de secuencias según niveles de complejidad conceptual

Una misión aislada rara vez basta para construir un concepto. El aprendizaje matemático requiere secuencias en las que las tareas se encadenan de manera que cada una prepare la siguiente. En la gamificación, estas secuencias suelen organizarse como niveles o etapas de una

aventura, lo que ofrece al estudiante una visión clara de su progreso y al docente una estructura para ordenar los contenidos.

La organización por niveles debe responder a la lógica conceptual del contenido y no solo a una dificultad creciente de cálculo. Una secuencia para la comprensión de las fracciones, por ejemplo, podría comenzar con repartos concretos de objetos, continuar con la representación de esos repartos mediante dibujos, avanzar hacia la comparación de fracciones con igual denominador, luego con distinto denominador, y llegar a la equivalencia y a las operaciones. Cada nivel introduce un aspecto nuevo del concepto apoyándose en lo construido en el anterior.

Es conveniente distinguir entre tres tipos de progresión. La progresión de representación avanza de lo concreto a lo gráfico y de lo gráfico a lo simbólico. La progresión de generalidad va de casos particulares a reglas generales. La progresión de autonomía reduce gradualmente los apoyos, desde la resolución guiada hasta la resolución independiente. Una secuencia gamificada bien diseñada combina las tres, de modo que el estudiante gana al mismo tiempo abstracción, capacidad de generalizar y autonomía.

En contextos inclusivos, la secuencia debe permitir que no todos recorran los niveles al mismo ritmo ni por el mismo camino. Algunos estudiantes necesitarán permanecer más tiempo en los niveles concretos; otros podrán saltar etapas o explorar niveles de profundización. Lo importante es que la secuencia tenga un núcleo común que todos atraviesen y que el diseño permita avances diferenciados sin que nadie quede excluido de la experiencia colectiva.

2.1.4. Integración de situaciones problemáticas con diferentes soluciones

Los problemas con una única respuesta correcta tienen un lugar en la enseñanza, pero su predominio transmite una imagen empobrecida de la matemática. Las situaciones problemáticas con diferentes soluciones, en cambio, permiten que distintos estudiantes encuentren respuestas válidas, invitan a comparar y justificar, y reflejan mejor la naturaleza de la actividad matemática. En la gamificación, estas situaciones resultan especialmente valiosas porque amplían las posibilidades de éxito y reducen la presión de encontrar "la" respuesta.

Existen varias formas de abrir un problema. Una es plantear situaciones con múltiples respuestas posibles, como encontrar todas las formas de pagar una cantidad con ciertas monedas o todas las figuras que pueden construirse con un número dado de cuadrados. Otra es pedir la mejor solución según un criterio, como el corral de mayor área o el recorrido más corto, lo que obliga a comparar alternativas. Una tercera consiste en dejar abierta alguna condición del problema, de modo que los estudiantes deban decidir qué datos utilizar y justificar su elección.

En un entorno lúdico, las soluciones múltiples pueden incorporarse como misiones de exploración en las que cada nueva solución encontrada suma al progreso del equipo, o como desafíos de colección en los que el grupo intenta reunir todas las respuestas posibles. Este enfoque permite que un estudiante que encuentra una solución sencilla contribuya tanto como otro que encuentra una solución sofisticada, porque ambas forman parte del conjunto. La diversidad de respuestas deja de ser un problema de corrección y se convierte en un recurso colectivo.

Este tipo de situaciones requiere, sin embargo, un cierre cuidadoso. Si el juego termina con una simple acumulación de respuestas, se

pierde la oportunidad de analizar por qué algunas soluciones son equivalentes, cuál es la más eficiente o qué regla general las abarca a todas. La puesta en común final, en la que los equipos comparan y organizan sus hallazgos, es la que transforma la exploración lúdica en conocimiento matemático estructurado.

2.1.5. Conservación del significado matemático durante la transformación lúdica

El mayor riesgo de cualquier transformación lúdica es que el juego devore a la matemática. Ocurre cuando la narrativa, las reglas o las recompensas ocupan tanto espacio que el concepto se vuelve secundario, o cuando la mecánica permite avanzar sin comprender. Un juego puede ser muy atractivo y, sin embargo, no enseñar nada, o incluso enseñar algo erróneo si las reglas contradicen las propiedades matemáticas que se quieren construir.

Conservar el significado matemático exige verificar, en cada decisión de diseño, que el juego respeta las relaciones del contenido. Si una misión de fracciones permite que $\frac{1}{3}$ valga más que $\frac{1}{2}$ porque así lo requiere la historia, se está introduciendo una contradicción. Si un juego de probabilidad asigna resultados que no corresponden a las frecuencias reales, se distorsiona la intuición que se pretende desarrollar. Las reglas del juego deben ser coherentes con las reglas de la matemática.

Un segundo aspecto es la visibilidad del concepto. Al terminar la actividad, el estudiante debería poder decir qué aprendió en términos matemáticos y no solo qué hizo en el juego. Para ello conviene incluir momentos de reflexión explícita en los que se nombre el concepto, se formalicen las regularidades descubiertas y se conecte la experiencia lúdica con la notación y el vocabulario de la disciplina. Sin este paso, el

aprendizaje queda atrapado en el contexto del juego y difícilmente se transfiere a otras situaciones.

La Tabla 5 presenta ejemplos de transformación de contenidos matemáticos en desafíos lúdicos, organizados según el propósito conceptual. Cada fila indica el contenido, el obstáculo que se pretende trabajar, la misión propuesta y el modo en que el juego conserva el significado matemático.

Tabla 5
Ejemplos de transformación de contenidos matemáticos en desafíos lúdicos según el propósito conceptual.

Contenido	Propósito conceptual	Misión gamificada	Conservación del significado
Perímetro y área	Distinguir ambas magnitudes y su relación	Construir el corral más amplio con 24 m de cerca	El área se calcula y compara; la cerca fija el perímetro
Fracciones	Comparar fracciones con distinto denominador	Repartir tesoros entre grupos de distinto tamaño	Elegir la fracción mayor implica obtener más recursos
Valor posicional	Comprender el valor de cada cifra según su posición	Canjear fichas en un banco que solo acepta grupos de diez	Cada canje obliga a agrupar y reagrupar unidades
Proporcionalidad	Superar la estrategia aditiva	Preparar recetas para un número variable de invitados	La estrategia aditiva produce recetas visiblemente fallidas
Patrones	Generalizar una regularidad	Predecir cuántas piezas tendrá la torre número cien	Contar se vuelve inviable y se requiere una regla
Probabilidad	Relacionar frecuencia y probabilidad	Apostar fichas antes de lanzar dados en una carrera	Los resultados reales confirman o refutan la predicción

Nota. Elaboración propia.

2.2. Configuración de reglas y mecánicas para una participación equitativa

Las reglas de un juego definen quién puede hacer qué, cuándo y con qué consecuencias. Por ello, son también el lugar donde se decide, a menudo de forma implícita, quién tiene más oportunidades de participar y de tener éxito. Un sistema de reglas aparentemente neutral puede favorecer sistemáticamente a ciertos estudiantes, por ejemplo a los más rápidos, a los más extrovertidos o a quienes ya dominan el contenido. Configurar reglas para una participación equitativa exige revisar cada mecánica desde esta perspectiva.

2.2.1. Sistemas de puntuación basados en avances individuales

La puntuación es la mecánica que con mayor fuerza comunica qué se valora en una actividad. Si los puntos solo se obtienen por respuestas correctas y rápidas, el mensaje es que lo importante es acertar pronto. Si se obtienen también por explicar un procedimiento, corregir un error o ayudar a un compañero, el mensaje cambia. En contextos inclusivos, la puntuación debe reflejar el aprendizaje en su sentido amplio y no solo el rendimiento inmediato.

Un sistema basado en avances individuales toma como referencia el punto de partida de cada estudiante. En lugar de comparar a todos con un mismo estándar, valora cuánto ha progresado cada uno respecto a sí mismo. Un estudiante que pasa de resolver correctamente dos de diez problemas a resolver seis ha avanzado de forma notable, aunque su resultado absoluto sea inferior al de otro que pasa de nueve a diez. Reconocer ese avance resulta decisivo para la motivación y para la percepción de competencia.

La revisión de Chávez Marín y Pinedo Cantillo (2025) alerta sobre la sobrevaloración inicial de los sistemas de puntuación en la enseñanza

de las matemáticas y recomienda un enfoque equilibrado, con objetivos claros y apoyo en la narrativa. Esta advertencia sugiere que los puntos deben funcionar como información sobre el progreso y no como un fin en sí mismos. Una forma de lograrlo es diversificar las fuentes de puntuación y vincularlas con evidencias de razonamiento, de modo que el estudiante perciba que se premia es su pensamiento matemático.

La Tabla 6 presenta una propuesta de puntuación diferenciada que combina el avance individual con distintas evidencias de razonamiento. La propuesta puede adaptarse a cada contenido y nivel, y su lógica central es que todos los estudiantes tengan múltiples caminos para sumar puntos, de manera que el sistema no reproduzca las jerarquías previas del aula.

Tabla 6
Propuesta de puntuación diferenciada según avances individuales y evidencias de razonamiento matemático.

Evidencia valorada	Descripción	Puntos	Ejemplo en el aula
Avance respecto al punto de partida	Mejora observable en relación con la evaluación inicial del propio estudiante	3 a 5	Resuelve un tipo de problema que antes no lograba
Explicación del procedimiento	Comunica de forma oral, escrita o gráfica cómo llegó a la respuesta	3	Dibuja el reparto que justifica su fracción
Corrección de un error propio	Identifica y corrige un error sin ayuda directa	2	Revisa su cálculo tras una pista del juego
Estrategia alternativa	Resuelve el reto por una vía distinta a la ya presentada	2	Usa una matriz en lugar del algoritmo
Aporte al equipo	Ayuda a un compañero a comprender o propone una idea útil	2	Explica a otro cómo agrupar de diez en diez
Respuesta correcta	Obtiene el resultado esperado	1	Encuentra el área del corral

Nota. Elaboración propia a partir de Chávez Marín y Pinedo Cantillo (2025) y López-Marí et al. (2022).

2.2.2. Niveles progresivos con múltiples puntos de entrada

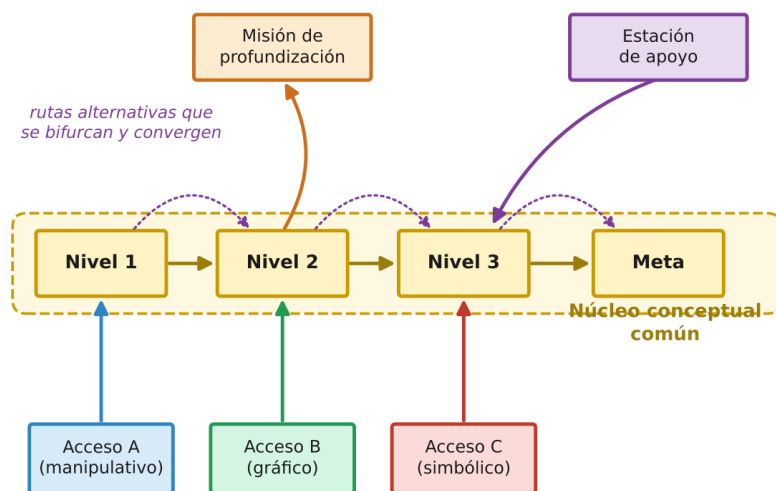
Los niveles progresivos son una de las estructuras más eficaces de la gamificación porque ordenan el aprendizaje y hacen visible el avance. Sin embargo, en su forma más común, todos los estudiantes comienzan en el nivel uno y deben superar cada etapa antes de acceder a la siguiente. Este esquema lineal resulta problemático en aulas diversas: obliga a quienes ya dominan los primeros niveles a repetir tareas que no les aportan y detiene a quienes encuentran una dificultad puntual, sin ofrecerles alternativas.

Una estructura con múltiples puntos de entrada permite que cada estudiante comience en el nivel que corresponde a su dominio actual. Una breve tarea diagnóstica, presentada como una misión de exploración inicial, puede orientar la elección del punto de partida sin que se perciba como una prueba. Además, la estructura puede ofrecer rutas alternativas para superar un mismo nivel: una ruta con apoyos manipulativos, otra con representaciones gráficas y otra con trabajo simbólico. Todas conducen al mismo objetivo conceptual, pero respetan distintos modos de acceder a él.

La Figura 5 representa esta estructura de progresión. Los niveles se organizan en torno a un núcleo conceptual común, con puntos de acceso diferenciados y rutas de resolución que se bifurcan y vuelven a converger. Las misiones de profundización, situadas al margen de la ruta principal, permiten que los estudiantes con mayor dominio amplíen su trabajo sin alejarse del grupo. Las estaciones de apoyo, por su parte, ofrecen ayudas específicas a quienes las necesitan sin detener el avance colectivo.

Figura 5

Estructura de progresión de desafíos matemáticos con diferentes puntos de acceso y rutas de resolución.



Nota. Elaboración propia.

Esta organización exige al docente un trabajo previo de planificación, pero simplifica la gestión durante la actividad. Una vez definidos los niveles, las rutas y los apoyos, los estudiantes pueden avanzar con cierta autonomía, y el docente puede concentrar su atención en quienes requieren acompañamiento. La clave está en que la diversidad de recorridos no fragmente al grupo: los momentos de puesta en común, en los que todos comparten lo aprendido en su ruta, mantienen la cohesión de la experiencia.

2.2.3. Reglas flexibles para diferentes formas de interacción

Las reglas de un juego suelen prescribir una única forma de participar: responder en voz alta, escribir la solución, mover una ficha o pulsar un

botón. Esta uniformidad excluye a los estudiantes para quienes esa forma de interacción supone una barrera, ya sea por razones motrices, comunicativas, sensoriales o emocionales. Las reglas flexibles, en cambio, establecen qué debe lograrse y dejan abiertas varias maneras de hacerlo.

La flexibilidad puede aplicarse a distintos aspectos. En la forma de respuesta, el estudiante puede elegir entre decir, escribir, dibujar, señalar o construir su solución con materiales. En el ritmo, puede disponer de tiempo adicional o de pausas sin perder su turno. En la modalidad de participación, puede alternar entre trabajo individual, en pareja o en equipo según la fase del juego. En el canal de información, puede acceder a las instrucciones de forma oral, escrita o visual. Estas opciones no alteran la exigencia matemática, sino el modo de demostrarla.

Este planteamiento se alinea con el Diseño Universal para el Aprendizaje, un marco que propone ofrecer múltiples formas de implicación, de representación y de acción y expresión. De la Fuente-González et al. (2025), en una revisión de 88 artículos sobre su incorporación en la formación del profesorado, observan que el enfoque predominante lo vincula sobre todo con el alumnado con discapacidad, y advierten que esta lectura restringida limita su aplicación en el aula. Las reglas flexibles en la gamificación responden precisamente a una interpretación amplia del marco: no son adaptaciones para unos pocos, sino opciones disponibles para todo el grupo.

Conviene, no obstante, que la flexibilidad tenga límites claros. Un juego con demasiadas opciones puede resultar confuso y aumentar la carga cognitiva, justo lo contrario de lo que se busca. Lo recomendable es identificar las barreras más probables en el grupo concreto y ofrecer alternativas para ellas, presentadas de forma sencilla y visible. Con el

tiempo, a medida que el grupo se familiariza con la dinámica, pueden incorporarse nuevas opciones.

2.2.4. Misiones cooperativas sin eliminación de participantes

Muchos juegos tradicionales funcionan por eliminación: quien falla sale del juego, y la partida continúa con los restantes hasta que queda un ganador. Esta mecánica, habitual en concursos de preguntas o en juegos de cálculo rápido, tiene un efecto excluyente evidente. Los primeros eliminados suelen ser quienes más necesitan practicar, y una vez fuera del juego pierden toda oportunidad de aprender durante el resto de la actividad. La eliminación convierte el error en exclusión.

Las misiones cooperativas ofrecen una alternativa en la que el éxito depende de la contribución de todos. En lugar de competir entre sí, los participantes trabajan juntos para alcanzar una meta común, como resolver una serie de acertijos que abren una puerta, reunir los recursos necesarios para construir algo o completar un mapa con piezas que cada miembro aporta. Si alguien se equivoca, el equipo puede ayudarlo a corregir, y la partida continúa con todos los participantes dentro.

La investigación sobre aprendizaje cooperativo en matemáticas respalda este enfoque. Abalo Paladines y Jaramillo Serrano (2024), en un estudio cuasiexperimental sobre la resolución de ecuaciones lineales en educación básica, encontraron que el grupo que trabajó con aprendizaje cooperativo mejoró su rendimiento académico, aumentó su motivación y redujo de manera significativa su ansiedad, además de fortalecer sus habilidades sociales y su participación activa. Estos resultados coinciden con la idea de que la cooperación favorece simultáneamente el aprendizaje y el clima afectivo.

Para que una misión cooperativa funcione, debe estar diseñada de manera que la colaboración sea necesaria y no opcional. Si un solo estudiante puede resolver toda la misión, los demás quedarán como espectadores. Por ello, conviene repartir la información entre los miembros del equipo, de modo que cada uno posea una pieza imprescindible, o estructurar la tarea en partes que deban integrarse. La interdependencia positiva, en la que el éxito de cada uno depende del éxito del grupo, es el principio que convierte el trabajo en equipo en cooperación auténtica.

2.2.5. Equilibrio entre azar, habilidad y razonamiento matemático

Los juegos combinan, en proporciones variables, elementos de azar y elementos de habilidad. El azar, representado por dados, cartas o sorteos, introduce incertidumbre, igualdad de oportunidades y emoción. La habilidad, en cambio, recompensa el conocimiento, la estrategia y la práctica. En un juego matemático, la habilidad relevante es el razonamiento matemático, y el diseño debe garantizar que este tenga un peso suficiente en el resultado.

El azar cumple una función inclusiva importante. Cuando una parte del resultado depende de la suerte, los estudiantes con menor dominio tienen posibilidades reales de ganar algunas rondas, lo que mantiene su motivación y reduce la sensación de que el resultado está decidido de antemano. Al mismo tiempo, el azar puede generar situaciones matemáticas interesantes, como la necesidad de calcular con números que no se eligen o de tomar decisiones en condiciones de incertidumbre.

El exceso de azar, sin embargo, vacía al juego de contenido matemático. Si el resultado depende casi por completo de la suerte, el razonamiento deja de importar y la actividad se convierte en un pasatiempo

sin valor de aprendizaje. El exceso de habilidad, por su parte, reproduce las jerarquías del aula, pues siempre ganan los mismos. El equilibrio adecuado se alcanza cuando el azar determina las condiciones del problema y el razonamiento determina cómo se aprovechan.

Un ejemplo ilustra esta combinación. En un juego en el que se lanzan tres dados y cada jugador debe formar el número más cercano posible a un objetivo usando operaciones, el azar decide qué números están disponibles, pero la habilidad matemática decide qué tan cerca se llega. Todos pueden obtener dados favorables o desfavorables, y la diferencia la marca la capacidad de combinar operaciones. Este tipo de diseño ofrece igualdad de oportunidades en el punto de partida y recompensa el pensamiento en el desarrollo.

2.3. Representaciones matemáticas en entornos gamificados

Los objetos matemáticos no pueden percibirse directamente: solo se accede a ellos mediante representaciones. Un número puede representarse con objetos, con puntos en una recta, con una palabra o con un numeral; una función, con una tabla, una gráfica, una expresión algebraica o una descripción verbal. Comprender un concepto implica reconocerlo a través de sus distintas representaciones y moverse con soltura entre ellas. Los entornos gamificados, por su naturaleza visual y manipulativa, ofrecen oportunidades privilegiadas para trabajar esta pluralidad.

2.3.1. Integración de representaciones concretas y manipulativas

Las representaciones concretas, como bloques, regletas, fichas, balanzas o figuras recortables, permiten que el estudiante actúe físicamente sobre los objetos y observe las consecuencias de sus acciones. Esta experiencia sensorial y motriz constituye una base fundamental para la construcción de conceptos, especialmente en los primeros niveles de escolaridad y en estudiantes que todavía no disponen de representaciones mentales estables. Agrupar diez palillos para formar una decena, por ejemplo, hace tangible una idea que el numeral oculta.

En la gamificación, los materiales manipulativos pueden convertirse en piezas del juego. Las fichas pueden ser monedas de un mercado, los bloques pueden ser ladrillos para construir una torre, la balanza puede ser el mecanismo de una cerradura que solo se abre cuando ambos platos están equilibrados. Esta integración convierte la manipulación en una acción con sentido dentro de la narrativa, lo que aumenta la implicación y da propósito al uso del material.

Las representaciones concretas tienen un valor particular para la inclusión. Permiten participar a estudiantes con dificultades en el lenguaje simbólico, ofrecen una vía de acceso táctil para quienes tienen limitaciones visuales y reducen la carga sobre la memoria de trabajo al externalizar la información. Sin embargo, su uso debe orientarse hacia la abstracción. Si el estudiante permanece indefinidamente en el plano concreto sin conectar sus acciones con la representación gráfica y simbólica, el material se convierte en una muleta y no en un puente.

Por ello, el diseño lúdico debe incluir momentos en los que lo manipulado se registre, se dibuje y se exprese con símbolos. Un juego puede pedir, por ejemplo, que después de cada canje en el banco de fichas el equipo anote la operación realizada, o que al final de la construcción de una figura se calcule su área con una fórmula y se compare con el

conteo directo. Así, la experiencia concreta alimenta la comprensión simbólica sin sustituirla.

2.3.2. Interpretación de información gráfica durante los desafíos

La información gráfica, como tablas, diagramas, mapas, gráficos de barras o planos de coordenadas, está presente en numerosos juegos y en gran parte de las situaciones matemáticas de la vida cotidiana. Interpretarla exige habilidades específicas: identificar qué representa cada elemento, leer escalas, relacionar ejes, comparar magnitudes y extraer conclusiones. Estas habilidades no se desarrollan de manera espontánea y requieren una enseñanza intencionada.

Los desafíos gamificados pueden convertir la interpretación gráfica en una necesidad del juego. Un mapa del tesoro con coordenadas obliga a leer el plano cartesiano; un tablero de mercado con precios que cambian según un gráfico exige interpretar tendencias; una misión que se resuelve consultando una tabla de horarios de trenes requiere localizar información en filas y columnas. En cada caso, el estudiante no lee el gráfico porque se le pide, sino porque necesita la información para avanzar.

La interpretación gráfica presenta dificultades frecuentes que conviene anticipar. Muchos estudiantes leen los gráficos de forma literal, sin atender a la escala o al sentido de los ejes, o confunden la altura de una barra con la cantidad representada cuando la escala no comienza en cero. Otros tienen dificultades para pasar de un punto aislado a la lectura de una tendencia. Un buen diseño lúdico introduce estas dificultades de forma gradual y ofrece retroalimentación cuando se produce una lectura errónea.

En términos de accesibilidad, la información gráfica debe presentarse con contrastes suficientes, tamaños legibles y una cantidad de

elementos manejable. Para estudiantes con baja visión, conviene ofrecer versiones ampliadas o táctiles; para quienes tienen dificultades de atención, gráficos con poca información decorativa. La claridad del gráfico es una condición para que el desafío evalúe la interpretación matemática y no la capacidad de descifrar un diseño confuso.

2.3.3. Traducción entre lenguaje cotidiano y expresiones simbólicas

Uno de los mayores desafíos del aprendizaje matemático es la traducción entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje simbólico. La frase "el doble de un número aumentado en tres" debe convertirse en $2x + 3$, y no en $2(x + 3)$; la expresión "cinco menos que un número" se escribe $x - 5$ y no $5 - x$. Estas traducciones exigen atender al orden, a la estructura y a los matices del lenguaje, y son fuente de errores persistentes incluso en estudiantes que dominan las operaciones.

Desde la teoría de los registros de representación semiótica, la conversión entre sistemas de representación es una operación cognitiva central para la comprensión matemática. Valiero et al. (2021), en un estudio sobre la enseñanza de expresiones algebraicas racionales en secundaria, observaron que el profesorado recurría principalmente a la notación algebraica y a la explicación verbal, con escasa variedad de representaciones, y atribuyeron buena parte de los errores del alumnado a esas decisiones didácticas, más que a una simple falta de conocimiento. Los autores recomiendan coordinar de forma explícita el registro verbal y el algebraico, y ampliar el uso de tablas y gráficos.

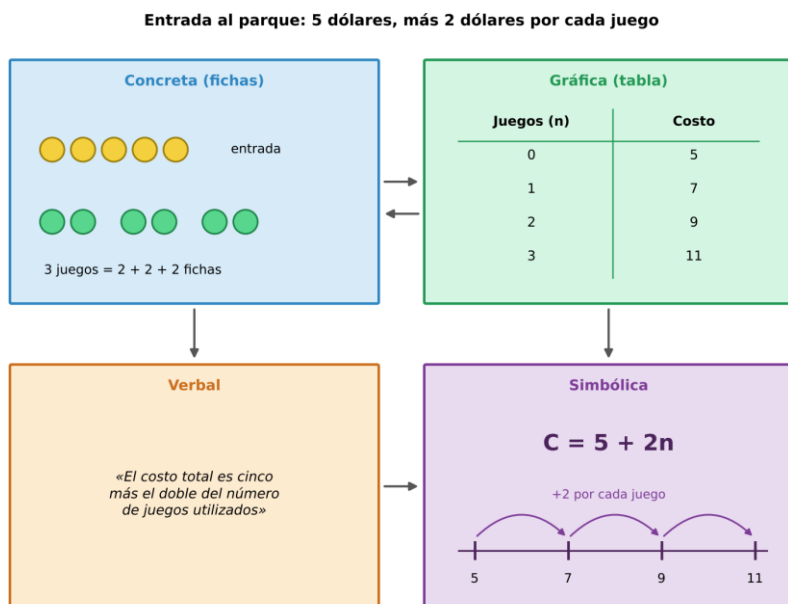
La gamificación puede ofrecer contextos en los que la traducción adquiera sentido. Un juego de mensajes cifrados, en el que cada equipo debe codificar en símbolos una instrucción verbal para que otro equipo

la descifre, convierte la conversión en un acto comunicativo con consecuencias: si la traducción es incorrecta, el otro equipo no podrá cumplir la misión. Del mismo modo, un desafío de "detectives" en el que se debe encontrar la expresión que corresponde a una historia obliga a analizar la estructura del enunciado.

La Figura 6 muestra un ejemplo de correspondencia entre representaciones. Una misma relación matemática, el costo total de una entrada a un parque según el número de juegos utilizados, se presenta en forma concreta (fichas), gráfica (una tabla y una recta), verbal (una frase) y simbólica (una expresión algebraica). El juego puede pedir que los estudiantes completen las representaciones que faltan a partir de las que se ofrecen, lo que obliga a moverse en varias direcciones entre registros.

Figura 6

Ejemplo de correspondencia entre representaciones concretas, gráficas y simbólicas de una relación matemática.



Nota. Elaboración propia.

2.3.4. Articulación de representaciones numéricas, geométricas y algebraicas

Las grandes áreas de la matemática escolar, el número, la geometría y el álgebra, suelen enseñarse como bloques separados. Esta separación oculta las conexiones profundas entre ellas y priva al estudiante de herramientas poderosas de comprensión. La identidad $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$, por ejemplo, puede entenderse algebraicamente, pero también geométricamente, como la descomposición de un cuadrado en

dos cuadrados y dos rectángulos. Los números cuadrados y triangulares pueden representarse como configuraciones de puntos, lo que vincula aritmética y geometría.

Los entornos gamificados favorecen la articulación de estas representaciones porque permiten combinar materiales, tableros y expresiones en una misma actividad. Un juego de construcción con baldosas puede pedir que se forme un cuadrado de lado $(a + b)$ y que se escriba su área de dos maneras diferentes. Un desafío de patrones con fichas puede requerir que se cuente el número de piezas de cada figura, se organice en una tabla y se encuentre una expresión general. En cada caso, el estudiante transita entre lo numérico, lo geométrico y lo algebraico.

Esta articulación tiene un valor inclusivo considerable. Estudiantes con fortalezas en el razonamiento espacial pueden acceder a contenidos algebraicos a través de representaciones geométricas, y quienes se sienten cómodos con los números pueden apoyarse en tablas para comprender relaciones geométricas. Al ofrecer varias puertas de entrada a un mismo concepto, la articulación de representaciones amplía las posibilidades de comprensión de un grupo diverso.

Para que la articulación sea efectiva, el diseño debe hacer explícitas las correspondencias. No basta con presentar varias representaciones en paralelo: es necesario que el estudiante establezca relaciones entre ellas, explicando qué parte de la figura corresponde a qué término de la expresión o qué fila de la tabla corresponde a qué configuración de puntos. Las preguntas que obligan a justificar estas correspondencias son las que convierten la variedad de representaciones en comprensión integrada.

2.3.5. Identificación de errores derivados de representaciones ambiguas

No todas las representaciones son igualmente claras. Un dibujo de una fracción en el que las partes no son iguales, una gráfica con una escala engañosa, una expresión sin paréntesis donde se necesitan o un enunciado con una palabra de doble sentido pueden inducir errores que no se deben a una falta de comprensión, sino a la ambigüedad de la representación. En los entornos gamificados, donde se diseñan representaciones nuevas con frecuencia, este riesgo se multiplica.

Algunos errores derivados de representaciones ambiguas son especialmente frecuentes. En fracciones, la representación de partes desiguales lleva a considerar que cualquier división en tres piezas representa tercios. En gráficos, una escala que no comienza en cero exagera las diferencias entre barras. En álgebra, la yuxtaposición de símbolos genera confusiones, como interpretar $2x$ como "veintitantos" o 3^2 como 3×2 . En geometría, las figuras dibujadas siempre en la misma orientación hacen que un cuadrado girado no se reconozca como cuadrado.

Lejos de evitar por completo estas ambigüedades, el diseño lúdico puede utilizarlas de manera intencionada como desafíos de detección de errores. Una misión puede presentar varias representaciones, algunas correctas y otras engañosas, y pedir al equipo que identifique cuáles son fiables y por qué. Este tipo de tarea desarrolla una actitud crítica ante las representaciones y fortalece la comprensión del concepto, pues para detectar un error es necesario saber qué hace correcta a una representación.

La Tabla 7 recoge los errores más frecuentes en la interpretación de representaciones matemáticas, su origen probable y alternativas de corrección que pueden incorporarse durante el juego. La tabla puede

servir al docente tanto para revisar los materiales que diseña como para crear misiones específicas de detección de errores.

Tabla 7
Errores frecuentes en la interpretación de representaciones matemáticas y alternativas de corrección durante el juego.

Representación	Error frecuente	Origen probable	Alternativa de corrección en el juego
Fracción en un dibujo	Considerar tercios a cualquier división en tres partes	Partes desiguales en la representación	Misión de comprobar si las partes encajan unas sobre otras
Gráfico de barras	Exagerar diferencias entre barras	Escala que no comienza en cero	Comparar el mismo dato en dos gráficos con escalas distintas
Expresión algebraica	Leer 3^2 como 3×2	Confusión entre potencia y producto	Construir cuadrados con baldosas y contar las piezas
Enunciado verbal	Escribir $5 - x$ para "cinco menos que un número"	Traducción literal del orden de las palabras	Juego de mensajes cifrados verificados por otro equipo
Figura geométrica	No reconocer un cuadrado girado	Presentación habitual en una sola orientación	Reto de clasificación con figuras en posiciones variadas
Recta numérica	Ubicar 0,25 a la derecha de 0,3	Comparación de decimales por número de cifras	Carrera sobre una recta graduada con premios por ubicación exacta

Nota. Elaboración propia a partir de Valiero et al. (2021).

2.4. Interacción colectiva y argumentación durante los juegos matemáticos

Los juegos matemáticos, cuando se desarrollan en grupo, son también espacios de comunicación. Los participantes proponen estrategias,

discuten si una jugada es válida, explican por qué eligieron una opción y cuestionan las decisiones de los demás. Esta interacción es una oportunidad valiosa para el desarrollo de la argumentación matemática, una competencia central que la enseñanza tradicional suele relegar. Aprovecharla exige organizar la interacción de forma intencionada.

2.4.1. Distribución de funciones en equipos heterogéneos

Los equipos heterogéneos, formados por estudiantes con distintos niveles de dominio, intereses y estilos de trabajo, son una herramienta central de la gamificación inclusiva. Permiten que los estudiantes aprendan unos de otros, que las fortalezas de cada uno compensen las dificultades de los demás y que la diversidad se convierta en un recurso colectivo. Sin embargo, la heterogeneidad por sí misma no garantiza la cooperación: sin una organización adecuada, los estudiantes más hábiles tienden a asumir todo el trabajo y los demás quedan como observadores.

La distribución de funciones o roles es una estrategia eficaz para evitar este desequilibrio. Cada miembro del equipo asume una responsabilidad específica, de modo que su participación es necesaria para el funcionamiento del grupo. Los roles pueden ser de naturaleza matemática, como el encargado de calcular, el de verificar o el de representar gráficamente, o de naturaleza organizativa, como el encargado de leer las instrucciones, el de gestionar el tiempo o el de comunicar los resultados. Lo importante es que todos los roles tengan valor y que roten a lo largo de la actividad.

La asignación de roles debe hacerse con criterio pedagógico. Un estudiante con dificultades de cálculo puede asumir el rol de verificador, que le obliga a comprobar los cálculos de otros y, de este modo, a practicar sin la presión de producirlos en primer lugar. Un estudiante con

buena capacidad comunicativa pero menor seguridad matemática puede ser el portavoz, lo que le exige comprender la solución del equipo para explicarla. La rotación garantiza que nadie quede encasillado en un único papel y que todos experimenten distintas formas de contribuir.

La Tabla 8 presenta una organización de roles cooperativos con sus responsabilidades matemáticas y el tipo de contribución que cada uno aporta al equipo. Esta propuesta puede adaptarse al tamaño del grupo, a la edad de los estudiantes y a las características del desafío.

Tabla 8
Organización de roles cooperativos y responsabilidades matemáticas en equipos heterogéneos.

Rol	Responsabilidad ma-temática	Contribución al equipo	Indicador de cum-plimiento
Lector o lectora de la misión	Interpretar el enunciado e identificar datos y condiciones	Asegura que todos comprendan qué se pide	Reformula la misión con sus propias pa-labras
Estratega	Proponer uno o más ca-minos de resolución	Abre el abanico de posibilidades	Presenta al menos una estrategia argu-mentada
Calculista	Ejecutar operaciones y procedimientos	Produce los resul-tados parciales	Registra los cálcu-los de forma orde-nada
Verificador o veri-ficadora	Comprobar resultados y detectar errores	Garantiza la fiabili-dad de la res-puesta	Revisa cada paso y propone correccio-nes
Representante gráfico	Elaborar dibujos, tablas o esquemas	Hace visible el ra-zonamiento del grupo	Produce una repre-sentación que acompaña la solu-ción
Portavoz	Explicar y justificar la solución ante la clase	Comunica el pen-samiento colectivo	Responde a pregun-tas de otros equi-pos

Nota. Elaboración propia.

2.4.2. Negociación de estrategias para resolver problemas

Cuando un equipo enfrenta un desafío, rara vez todos sus miembros proponen la misma estrategia. Unos sugieren contar, otros dibujar, otros aplicar una fórmula; algunos quieren empezar por el final y otros por el principio. Esta diversidad de propuestas da lugar a un proceso de negociación en el que el grupo debe decidir qué camino seguir. La negociación es una oportunidad de aprendizaje porque obliga a comparar estrategias, anticipar sus ventajas y limitaciones, y elegir con argumentos.

Para que la negociación sea productiva y no se resuelva simplemente imponiendo la opinión del más seguro o del más rápido, conviene establecer algunas normas. Cada propuesta debe presentarse con una razón que la justifique; las propuestas se escuchan todas antes de decidir; y la elección se basa en criterios matemáticos, como la eficiencia, la generalidad o la facilidad de verificación, y no en quién la propone. El docente puede modelar este tipo de negociación en las primeras sesiones y retirar gradualmente su intervención.

El diseño del juego puede favorecer la negociación de distintas maneras. Una misión puede ofrecer recursos limitados que obliguen a elegir una estrategia antes de comenzar, de modo que el equipo deba ponerse de acuerdo. Otra puede premiar el uso de dos estrategias diferentes para un mismo problema, lo que valida la diversidad de propuestas. Una tercera puede incluir una fase de planificación en la que el equipo debe registrar su estrategia antes de ejecutarla, lo que hace visible el proceso de decisión.

La negociación de estrategias tiene, además, un efecto inclusivo. Cuando las normas garantizan que todas las propuestas sean escuchadas, los estudiantes que habitualmente no participan encuentran un

espacio para expresar sus ideas. Si su estrategia es elegida, experimentan el reconocimiento de su razonamiento; si no lo es, aprenden a comparar su propuesta con otras. En ambos casos, su participación es significativa y no meramente formal.

2.4.3. Justificación de procedimientos ante otros participantes

Justificar un procedimiento consiste en explicar por qué funciona, no solo cómo se ejecuta. Esta diferencia es esencial: un estudiante puede saber aplicar el algoritmo de la división sin comprender por qué se "baja" la siguiente cifra, y solo cuando intenta justificarlo descubre los fundamentos de lo que hace. La justificación es, por tanto, una vía privilegiada hacia la comprensión profunda y una competencia central del pensamiento matemático.

La argumentación en el aula de matemáticas no surge de forma espontánea; depende de cómo se organice la interacción. Solar Bezmali-novic et al. (2022), en un estudio de caso en dos aulas de secundaria, observaron que cuando el profesorado promovía la argumentación se generaban patrones de interacción centrados en el razonamiento de los estudiantes. Las docentes evitaban evaluar de inmediato las posiciones del alumnado y relanzaban la discusión con nuevas preguntas, y los autores identificaron tres estrategias comunicativas clave: fomentar la participación, gestionar los errores sin sancionarlos y formular preguntas deliberadas.

Estas estrategias pueden incorporarse a la mecánica del juego. Una regla puede establecer que ninguna respuesta se acepta sin una justificación, o que el equipo que justifica mejor su procedimiento obtiene una bonificación. Un rol específico, como el de "escéptico", puede encargarse de cuestionar las soluciones de otros equipos, obligándolos a defender su razonamiento. Las fases de revisión, en las que los equipos

intercambian soluciones para evaluarlas, convierten la justificación en una práctica regular.

La formación docente en argumentación es una condición para que estas dinámicas funcionen. Molina et al. (2024), a partir de una experiencia de renovación curricular en la formación de profesores de matemáticas en Colombia, proponen tratar la argumentación no solo como un proceso que se favorece en clase, sino como un objeto de estudio para el propio profesorado. Un docente que comprende qué es una buena justificación matemática está en mejores condiciones de diseñar desafíos que la promuevan y de valorar los argumentos de sus estudiantes.

2.4.4. Contraste de soluciones mediante dinámicas cooperativas

El contraste de soluciones consiste en comparar las respuestas y procedimientos de distintos estudiantes o equipos para identificar coincidencias, diferencias, errores y estrategias más eficientes. Esta práctica tiene un valor formativo considerable porque expone a cada estudiante a formas de pensar distintas de la suya y le obliga a evaluar críticamente tanto su propio trabajo como el de los demás.

Las dinámicas cooperativas ofrecen formatos variados para este contraste. En la dinámica de "galería", cada equipo expone su solución en un cartel y los demás recorren la sala dejando comentarios o preguntas. En la de "intercambio cruzado", los equipos se pasan sus soluciones para revisarlas y devolverlas con observaciones. En la de "expertos", un miembro de cada equipo se reúne con miembros de otros equipos para comparar estrategias y luego regresa a su grupo para compartir lo aprendido. Todas estas dinámicas convierten el contraste en una actividad social y no en una corrección individual.

En un entorno gamificado, el contraste puede integrarse como una fase del juego con sus propias reglas y recompensas. Por ejemplo, los equipos pueden obtener puntos por detectar un error en la solución de otro equipo, siempre que expliquen en qué consiste y cómo corregirlo, o por adoptar una estrategia ajena que resulte más eficiente que la propia. Esta mecánica valora tanto la producción de soluciones como su análisis crítico.

Conviene cuidar el clima emocional de estas dinámicas. Si el contraste se vive como una competencia para encontrar errores ajenos, puede generar tensión y actitudes defensivas. La experiencia de Moreno Lozano et al. (2023) con un escape room en matemáticas muestra este doble filo: la actividad favoreció la adquisición de competencias de representación y resolución de problemas y generó un clima más cooperativo, pero también produjo en algunos estudiantes competitividad, estrés y resistencia a trabajar con determinados compañeros. El contraste debe presentarse como un ejercicio de mejora colectiva, en el que encontrar un error es una contribución y no un ataque.

2.4.5. Participación equilibrada en las decisiones matemáticas grupales

Incluso en equipos bien organizados, la participación tiende a desequilibrarse. Algunos estudiantes hablan más, deciden más y acaparan la atención, mientras que otros se mantienen en silencio o se limitan a seguir las indicaciones. Este desequilibrio responde a factores diversos, como la seguridad en el propio conocimiento, la personalidad, las relaciones previas entre los miembros o las expectativas sociales asociadas con el género, el origen o la condición de discapacidad.

Promover una participación equilibrada requiere estrategias específicas. Una de ellas es el uso de turnos estructurados, en los que cada

miembro debe aportar una idea antes de que el grupo continúe. Otra es la técnica de "pensar, emparejar, compartir", en la que cada estudiante reflexiona individualmente antes de discutir en pareja y luego en grupo, lo que garantiza que todos tengan tiempo de formar su opinión. Una tercera es la asignación de recursos de participación, como fichas que cada estudiante entrega al hablar, de modo que el grupo pueda observar quién ha participado y quién no.

El diseño del juego puede reforzar estas estrategias. Una misión puede exigir que la solución final incluya la firma o la aportación identificable de cada miembro. Otra puede requerir que la respuesta sea presentada por un portavoz elegido al azar, lo que obliga a que todos comprendan la solución. Una tercera puede repartir la información necesaria entre los miembros, de modo que la decisión no pueda tomarse sin escuchar a todos.

El docente cumple un papel de observación y mediación durante estas dinámicas. Al circular entre los equipos, puede identificar desequilibrios, dirigir preguntas a los estudiantes menos participativos y reconocer públicamente las contribuciones que suelen pasar desapercibidas. La participación equilibrada no es solo una cuestión de justicia: es también una condición para que el grupo aproveche toda la diversidad de razonamientos de la que dispone.

2.5. Prototipado y comprobación de desafíos matemáticos

Ningún diseño, por cuidadoso que sea, funciona perfectamente en su primera versión. Las reglas que parecían claras resultan confusas, los niveles que parecían graduados presentan saltos inesperados, las mecánicas que parecían equitativas favorecen a ciertos estudiantes. El prototipado y la comprobación son las fases que permiten detectar y

corregir estos problemas antes de que afecten al aprendizaje de todo un grupo. Aunque a menudo se omiten por falta de tiempo, constituyen una inversión que mejora considerablemente la calidad de la propuesta.

2.5.1. Elaboración de secuencias lúdicas con propósitos verificables

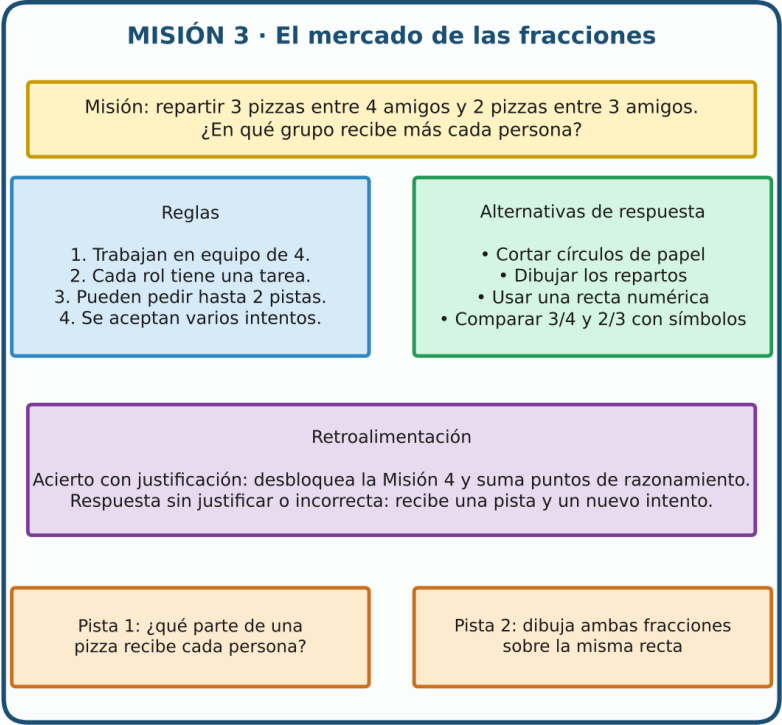
Un prototipo es una versión preliminar del desafío, suficientemente completa para ser probada, pero lo bastante sencilla para ser modificada con facilidad. En la gamificación matemática, el prototipo incluye la narrativa, las misiones, las reglas, los materiales y los mecanismos de retroalimentación. Su elaboración parte de propósitos verificables: objetivos de aprendizaje formulados de manera que pueda comprobarse si se han alcanzado.

Un propósito verificable describe lo que el estudiante será capaz de hacer al terminar la secuencia, en términos observables. "Comprender las fracciones" no es verificable; "comparar dos fracciones con distinto denominador y justificar cuál es mayor mediante una representación gráfica" sí lo es. Esta precisión permite diseñar misiones cuya resolución constituya una evidencia directa del aprendizaje y facilita la evaluación posterior de la propuesta.

La elaboración del prototipo conviene hacerla con materiales sencillos y modificables: tarjetas de papel, tableros dibujados a mano, fichas improvisadas. Invertir demasiado tiempo en la apariencia del material antes de comprobar su funcionamiento resulta contraproducente, porque dificulta los cambios. El prototipo debe ser lo suficientemente claro para que los estudiantes comprendan la dinámica, pero no necesita ser definitivo.

La Figura 7 presenta un ejemplo de prototipo visual de un desafío matemático. En él se muestran la misión principal, las reglas básicas, las alternativas de respuesta disponibles y el mecanismo de retroalimentación. Este tipo de representación sirve al docente como guía de diseño y como herramienta de comunicación con colegas que puedan revisar la propuesta antes de su aplicación.

Figura 7
Prototipo visual de un desafío matemático con misiones, reglas, alternativas de respuesta y retroalimentación.



Nota. Elaboración propia.

2.5.2. Formulación de instrucciones comprensibles y accesibles

Las instrucciones son el primer contacto del estudiante con el desafío y, como se señaló en el capítulo anterior, pueden convertirse en una barrera que impide el acceso al contenido matemático. Su formulación merece, por tanto, una atención específica durante el prototipado. Unas instrucciones comprensibles y accesibles permiten que todos los estudiantes sepan qué deben hacer, cómo hacerlo y cuándo han terminado.

Algunos principios orientan esta formulación. Las instrucciones deben ser breves y presentarse en el orden en que se ejecutan las acciones. Cada frase debe contener una sola acción. El vocabulario debe ser conocido por los estudiantes o explicarse con un ejemplo. Los términos matemáticos que introducen relaciones lógicas, como "al menos", "a lo sumo" o "exactamente", deben destacarse visualmente. Y siempre que sea posible, el texto debe acompañarse de imágenes, pictogramas o una demostración.

Una técnica útil durante el prototipado es la prueba de reformulación: se pide a un estudiante que lea las instrucciones y explique con sus propias palabras qué debe hacer. Si la explicación no coincide con la intención del diseño, las instrucciones necesitan revisarse. Esta prueba, que puede realizarse con dos o tres estudiantes de perfiles distintos, revela ambigüedades que el diseñador no percibe porque conoce de antemano el sentido de la tarea.

Las instrucciones deben estar disponibles de forma permanente durante el juego, no solo al inicio. Una tarjeta de reglas en cada mesa, un cartel visible en el aula o un botón de ayuda en el entorno digital permiten que el estudiante consulte cuando lo necesite. Esta disponibilidad reduce la carga sobre la memoria de trabajo y evita que la comprensión

de la dinámica dependa de haber prestado atención en un momento concreto.

2.5.3. Pruebas preliminares de funcionamiento de las mecánicas

Antes de aplicar el desafío con todo el grupo, conviene probar su funcionamiento en condiciones reducidas. Estas pruebas preliminares pueden realizarse con colegas docentes, con un pequeño grupo de estudiantes o incluso por el propio diseñador jugando varias partidas en distintos roles. Su propósito es verificar que las mecánicas funcionan según lo previsto: que las reglas son coherentes, que el juego tiene un final, que las misiones pueden resolverse y que el tiempo previsto es suficiente.

Durante estas pruebas se observan aspectos como la duración real de cada fase, la claridad de las reglas en situaciones imprevistas, el equilibrio entre azar y habilidad, la posibilidad de avanzar sin razonar matemáticamente y la existencia de estrategias dominantes que hacen innecesario pensar. También se verifica que los materiales sean suficientes, que el espacio permita la interacción prevista y que la tecnología, si se utiliza, funcione sin problemas.

Las pruebas preliminares permiten detectar problemas que resultan invisibles en el diseño. Una regla que parecía clara puede generar discusiones interminables sobre su interpretación; un nivel que parecía sencillo puede bloquear a la mayoría de los jugadores; un sistema de puntuación puede producir empates constantes o diferencias desproporcionadas. Cada problema detectado en esta fase es un problema que no afectará al grupo completo.

La revisión de Velázquez Callado (2025) sobre el impacto de los juegos de mesa en el aprendizaje escolar, que analizó 57 artículos en educación obligatoria, encontró que predominan los juegos diseñados por

docentes e investigadores sobre los comerciales, y que se les atribuyen beneficios académicos, sociales y afectivos. El mismo autor señala, sin embargo, la necesidad de más investigación empírica sobre su eficacia en aulas reales. Esta observación refuerza la importancia de comprobar cada diseño propio antes de asumir que funcionará.

2.5.4. Detección de dificultades en las interacciones y reglas

Además del funcionamiento general de las mecánicas, las pruebas deben prestar atención a las interacciones entre los participantes y a la forma en que las reglas las condicionan. Un juego puede funcionar técnicamente y, sin embargo, generar dinámicas sociales indeseadas, como la exclusión de ciertos estudiantes, la concentración del protagonismo en unos pocos o la aparición de conflictos recurrentes.

Algunas señales de alerta durante la observación son las siguientes: estudiantes que permanecen inactivos durante largos periodos, equipos en los que una sola persona toma todas las decisiones, discusiones frecuentes sobre la interpretación de las reglas, expresiones de frustración o abandono, y diferencias muy marcadas en los resultados entre grupos. Cada una de estas señales indica un posible problema de diseño que conviene analizar.

La experiencia de Moreno Lozano et al. (2023) resulta ilustrativa también en este punto. Los estudiantes que participaron en el escape room calificaron la mayoría de las tareas como fáciles o muy fáciles, y ninguna como muy difícil, lo que sugiere que el nivel de desafío podía ajustarse. Al mismo tiempo, se observaron competitividad y estrés en algunos participantes. Estos hallazgos muestran que la observación sistemática permite identificar tanto problemas de dificultad como problemas de interacción, y que ambos deben atenderse en el rediseño.

Para que la detección sea efectiva, conviene utilizar un registro de observación con criterios definidos de antemano. Este registro puede incluir la participación de cada estudiante, los momentos de bloqueo, las preguntas más frecuentes, los errores recurrentes y las reacciones emocionales observadas. Complementado con breves entrevistas o cuestionarios a los participantes, ofrece una visión completa del funcionamiento del prototipo.

2.5.5. Ajustes de los desafíos a partir de pruebas piloto

La prueba piloto es la aplicación del desafío en condiciones reales con un grupo de estudiantes, con el propósito explícito de recoger información para mejorarlo. A diferencia de las pruebas preliminares, la prueba piloto se realiza con la versión casi definitiva del prototipo y en el contexto previsto de aplicación. Sus resultados permiten realizar los ajustes finales antes de incorporar el desafío a la práctica habitual.

Los ajustes pueden afectar a distintos componentes. En el contenido, puede ser necesario modificar el nivel de complejidad de algunas misiones, añadir niveles intermedios o incorporar nuevos apoyos. En las reglas, puede requerirse simplificar mecánicas, aclarar condiciones ambiguas o modificar el sistema de puntuación. En la organización, puede convenir cambiar el tamaño de los equipos, la duración de las fases o la distribución de roles. En los materiales, puede ser necesario mejorar su accesibilidad o su resistencia.

Los ajustes deben basarse en evidencias y no en impresiones. Por ello, la prueba piloto debe recoger datos sobre el aprendizaje alcanzado, la participación y la experiencia de los estudiantes. La comparación entre los propósitos verificables formulados al inicio y los resultados obtenidos indica si el desafío cumple su función. La observación de la participación revela si la equidad prevista se produce en la

práctica. Y la opinión de los estudiantes ofrece información sobre aspectos que el docente puede no haber percibido.

La Tabla 9 presenta un instrumento de comprobación que integra los criterios de accesibilidad, funcionamiento y coherencia matemática de un prototipo gamificado. Puede utilizarse tanto en las pruebas preliminares como en la prueba piloto, y su aplicación sistemática permite documentar la evolución del diseño a lo largo de sus sucesivas versiones.

Tabla 9

Instrumento de comprobación de accesibilidad, funcionamiento y coherencia matemática de un prototipo gamificado.

Dimensión	Criterio de comprobación	Evidencia observable	Logrado / En proceso / No logrado
Coherencia matemática	Las reglas del juego respetan las propiedades del contenido	No existen jugadas que contradigan la matemática	
Coherencia matemática	Avanzar exige tomar decisiones matemáticas	No es posible progresar adivinando	
Coherencia matemática	El concepto se nombra y formaliza al cierre	Los estudiantes expresan lo aprendido en términos matemáticos	
Funcionamiento	Las reglas son claras en situaciones imprevistas	Escasas discusiones sobre su interpretación	
Funcionamiento	El tiempo previsto es suficiente	Las fases se completan sin precipitación	
Funcionamiento	No existen estrategias dominantes que eviten pensar	Se observan estrategias diversas	
Accesibilidad	Las instrucciones son comprendidas por perfiles diversos	La prueba de reformulación es satisfactoria	
Accesibilidad	Existen formas alternativas de respuesta	Los estudiantes eligen entre varios canales	

Dimensión	Criterio de comprobación	Evidencia observable	Logrado / En proceso / No logrado
Accesibilidad	Los materiales son manipulables y legibles para todos	No se observan dificultades de manejo	
Participación	Todos los estudiantes intervienen de forma significativa	El registro muestra participación de cada miembro	
Participación	El error no conduce a la exclusión	Nadie queda fuera del juego tras equivocarse	

Nota. Elaboración propia.

Las mecánicas, las reglas y los procedimientos de comprobación presentados en este capítulo constituyen el andamiaje de cualquier propuesta de gamificación matemática inclusiva. Con estas herramientas, el docente puede pasar del principio general al diseño concreto. El siguiente capítulo aplica este andamiaje a los distintos campos del pensamiento matemático (numérico, algebraico, geométrico y estadístico) y muestra cómo se materializa en desafíos específicos para cada uno de ellos.

Capítulo 3

Pensamiento Numérico, Algebraico, Geométrico y Estadístico mediante la Gamificación



CAPÍTULO III

Pensamiento Numérico, Algebraico, Geométrico y Estadístico mediante la Gamificación

LOS CAPÍTULOS ANTERIORES ESTABLECIERON los fundamentos cognitivos y afectivos de la gamificación matemática inclusiva y presentaron las herramientas generales de diseño: la transformación de contenidos en misiones, las reglas equitativas, las representaciones y el prototipado. Este capítulo da un paso más hacia la práctica. Su propósito es mostrar cómo esos principios se materializan en los grandes campos del pensamiento matemático escolar, cada uno con sus propias ideas centrales, sus dificultades características y sus posibilidades lúdicas.

El recorrido comienza con el sentido numérico y las operaciones aritméticas, base de todo el aprendizaje posterior. Continúa con el razonamiento algebraico, entendido no como la manipulación de letras, sino como la capacidad de reconocer regularidades, generalizar y trabajar con relaciones. La tercera sección aborda la exploración geométrica y el pensamiento espacial, y la cuarta, la estadística y la probabilidad mediante la experimentación lúdica. El capítulo cierra con una comparación de las principales modalidades de juego, desde los juegos de mesa hasta los desafíos híbridos, que ayuda al docente a elegir el formato más adecuado para cada contenido y cada grupo.

En todas las secciones se mantiene una misma orientación. Cada desafío se diseña para que la decisión que hace avanzar sea una decisión matemática, para que existan varios puntos de entrada y varias vías de resolución, y para que la diversidad del grupo encuentre un lugar dentro de la actividad. Los ejemplos propuestos no son recetas cerradas, sino modelos que el docente puede adaptar a su contexto, a la edad de sus estudiantes y a los recursos disponibles.

3.1. Gamificación del sentido numérico y las operaciones aritméticas

El sentido numérico es la comprensión flexible de los números y de sus relaciones. Incluye la capacidad de estimar cantidades, de reconocer que un mismo número puede expresarse de muchas maneras, de anticipar el resultado aproximado de una operación y de elegir el procedimiento de cálculo más conveniente según los números implicados. Se trata de una competencia que va mucho más allá del dominio de los algoritmos y que sostiene la resolución de problemas en todos los niveles.

3.1.1. Juegos de composición y descomposición de cantidades

Componer y descomponer cantidades es una de las ideas más potentes de la aritmética temprana. Reconocer que 8 puede formarse como $5 + 3$, como $4 + 4$ o como $10 - 2$, y que 47 equivale a 4 decenas y 7 unidades, o a 3 decenas y 17 unidades, constituye la base del cálculo mental, del valor posicional y de los procedimientos de reagrupación. Un estudiante que domina la composición y descomposición dispone de una red de relaciones numéricas que le permite calcular con flexibilidad.

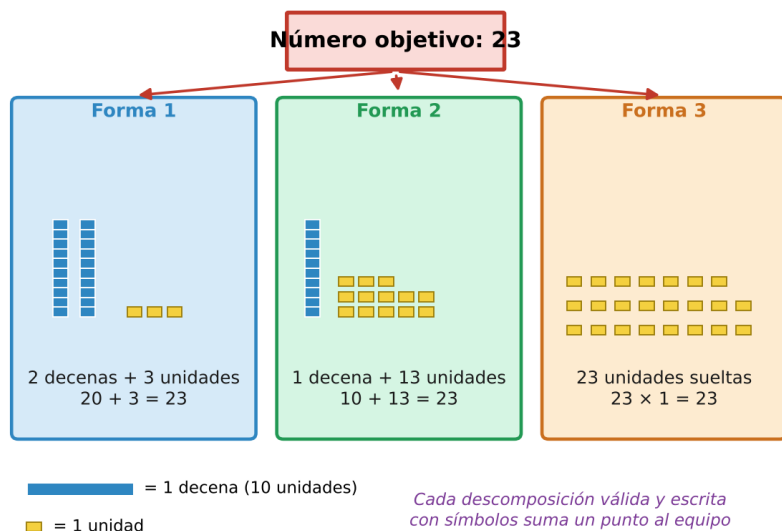
La enseñanza de la numeración y el cálculo ha experimentado en las últimas décadas un desplazamiento importante. Alsina y Bosch (2022) señalan que se abandona progresivamente la repetición, la práctica mecánica y los ejercicios descontextualizados del libro de texto en favor de un enfoque orientado a desarrollar el sentido numérico mediante recursos diversos, entre los que los materiales manipulativos desempeñan un papel destacado. Los autores seleccionan diez materiales esenciales, como las regletas, los bloques de base diez o el ábaco, y proponen actividades para distintas edades entre los 3 y los 12 años.

Estos materiales se prestan con facilidad al juego. Un desafío clásico consiste en el "juego de las parejas del diez": cada estudiante recibe tarjetas con números y debe encontrar compañeros cuyas tarjetas, sumadas a la suya, formen diez. Una versión más compleja pide formar cien con decenas y unidades, o completar un número objetivo usando regletas de distintos colores. En otra variante, los equipos reciben una cantidad de bloques y deben representarla de tantas maneras distintas como sea posible, sumando un punto por cada descomposición nueva y válida.

La Figura 8 representa un desafío de este tipo. El número objetivo, 23, debe construirse con materiales manipulativos de varias formas: dos decenas y tres unidades, una decena y trece unidades, o veintitrés unidades sueltas. El juego valora la diversidad de descomposiciones y pide, al final, que se escriba cada una con símbolos. Así, la manipulación conduce a la comprensión del valor posicional y prepara los procedimientos de suma y resta con reagrupación.

Figura 8

Representación de un desafío gamificado de composición y descomposición numérica mediante materiales manipulativos.



Nota. Elaboración propia.

En términos inclusivos, los juegos de composición y descomposición admiten múltiples niveles de complejidad con el mismo material. Un estudiante que todavía trabaja con números pequeños puede descomponer el 10, mientras otro descompone el 100 o números decimales. Todos participan en la misma dinámica, comparten el mismo material y pueden compartir sus hallazgos en una puesta en común, aunque cada uno trabaje con la cantidad que corresponde a su dominio.

3.1.2. Desafíos de cálculo mediante procedimientos alternativos

El cálculo escolar se ha asociado durante mucho tiempo con la ejecución de algoritmos estándar: la suma en columna, la resta con préstamo, la multiplicación por cifras, la división larga. Estos algoritmos son eficientes, pero su aprendizaje mecánico oculta las propiedades de los números en que se fundamentan y no favorece la flexibilidad. El cálculo mediante procedimientos alternativos, en cambio, invita a descomponer, compensar, redondear y reorganizar las cantidades según convenga.

Considérese el cálculo de $49 + 36$. Un estudiante puede aplicar el algoritmo en columna; otro puede redondear 49 a 50, sumar 36 y restar 1; un tercero puede sumar $40 + 30$ y luego $9 + 6$; un cuarto puede tomar 1 de 36 para completar 50 y sumar los 35 restantes. Cada procedimiento descansa en propiedades distintas de los números y todos son válidos. La riqueza de esta diversidad es un recurso para el aprendizaje si se hace visible y se discute.

Los desafíos gamificados pueden estimular el uso de procedimientos alternativos de distintas maneras. Una mecánica consiste en otorgar puntos adicionales por resolver una operación con una estrategia diferente a la del algoritmo, siempre que se explique. Otra consiste en las "cartas de estrategia": cada carta indica un procedimiento (redondear, descomponer, compensar, duplicar), y el jugador debe resolver la operación usando la estrategia que le tocó. Una tercera plantea operaciones especialmente diseñadas para que un procedimiento alternativo resulte mucho más rápido que el algoritmo, como 99×7 o $250 + 375 + 750$.

La investigación sobre juegos serios aporta evidencia de que el trabajo lúdico con el cálculo puede mejorar la fluidez. Fraga-Varela et al. (2021) encontraron mejoras significativas en la fluidez matemática de

estudiantes de los primeros cursos de primaria que utilizaron juegos serios, con un progreso mayor cuando se añadía una estrategia de gamificación. La fluidez, en este sentido, no se opone a la comprensión: un cálculo flexible y bien fundado tiende a ser también más rápido y preciso.

3.1.3. Dinámicas de estimación y comparación numérica

La estimación es la capacidad de obtener un valor aproximado de una cantidad o de un resultado sin calcularlo con exactitud. Es una competencia esencial en la vida cotidiana, donde rara vez se necesita una cifra exacta, y también en la propia matemática, donde permite anticipar resultados y detectar errores. Sin embargo, la escuela suele dedicarle poca atención, en parte porque los estudiantes la perciben como una forma de "adivinar" que no tiene valor frente al cálculo exacto.

Los juegos de estimación ofrecen un espacio para revalorizarla. En el juego del frasco, los equipos estiman cuántos objetos contiene un recipiente y luego comprueban contando; gana el equipo cuya estimación se acerca más. En la carrera de la recta numérica, los jugadores deben ubicar un número en una recta con extremos marcados, y obtienen puntos según la distancia a la posición correcta. En el desafío del supermercado, deben estimar el costo total de una compra antes de calcularlo, y se premia la estimación razonable aunque no sea exacta.

La comparación numérica, por su parte, consiste en decidir cuál de dos cantidades es mayor y en qué medida. Parece sencilla con números naturales pequeños, pero se complica con números grandes, con decimales y con fracciones. Muchos estudiantes consideran, por ejemplo, que 0,25 es mayor que 0,3 porque tiene más cifras, o que $\frac{1}{5}$ es mayor que $\frac{1}{4}$ porque 5 es mayor que 4. Los juegos de comparación,

como las "batallas" de cartas en las que gana quien tiene el número mayor, pueden adaptarse para trabajar estas dificultades.

Las dinámicas de estimación tienen un valor inclusivo particular porque reducen la presión de la respuesta exacta. Un estudiante que todavía no domina un procedimiento de cálculo puede producir una buena estimación apoyándose en su intuición numérica, y esta contribución es reconocida por el juego. Además, la estimación favorece la reflexión sobre el sentido de los resultados: cuando el cálculo exacto se aleja mucho de la estimación, el estudiante tiene una señal de que algo puede estar mal.

3.1.4. Misiones para reconocer relaciones entre operaciones

Las operaciones aritméticas no son entidades independientes, sino que mantienen relaciones profundas entre sí. La resta es la operación inversa de la suma, la división lo es de la multiplicación, y la multiplicación puede entenderse como una suma repetida. Reconocer estas relaciones permite resolver problemas de distintas maneras, verificar resultados y comprender la estructura del sistema numérico. Sin embargo, la enseñanza fragmentada de las operaciones dificulta que los estudiantes las perciban como un sistema conectado.

Las misiones gamificadas pueden poner en evidencia estas relaciones. Un ejemplo es la misión de las "familias de operaciones": a partir de tres números relacionados, como 6, 8 y 48, el equipo debe escribir todas las operaciones posibles que los vinculan ($6 \times 8 = 48$, $8 \times 6 = 48$, $48 \div 6 = 8$, $48 \div 8 = 6$). Otro ejemplo es el "detective del número perdido", en el que se presenta una operación con un término desconocido, como $\square + 17 = 42$, y el equipo debe encontrarlo, lo que obliga a usar la operación inversa.

Un tercer tipo de misión trabaja la relación entre la multiplicación y la suma repetida mediante representaciones rectangulares. Los estudiantes construyen con fichas un rectángulo de 4 filas y 6 columnas y comprueban que el total puede obtenerse sumando 6 cuatro veces, sumando 4 seis veces o multiplicando 4×6 . Esta representación prepara, además, la comprensión de la propiedad distributiva, cuando el rectángulo se divide en partes.

Estas misiones contribuyen al desarrollo del pensamiento relacional, que constituye un puente hacia el álgebra. Cuando un estudiante reconoce que $37 + 48 = 38 + 47$ sin necesidad de calcular, porque un sumando aumentó en uno y el otro disminuyó en uno, está razonando sobre relaciones y no sobre resultados. Este tipo de razonamiento, que se desarrollará en la sección siguiente, encuentra en las misiones sobre relaciones entre operaciones su punto de partida.

3.1.5. Resolución de problemas aritméticos con diferentes niveles de complejidad

La resolución de problemas es el contexto en el que el sentido numérico y las operaciones adquieren su significado. Un problema aritmético exige interpretar una situación, identificar las cantidades y las relaciones relevantes, elegir las operaciones adecuadas, ejecutarlas y valorar si el resultado tiene sentido. Cada una de estas fases plantea dificultades específicas, y la complejidad de un problema depende de factores como el tipo de estructura semántica, el número de pasos, el tamaño de los números y la presencia de información irrelevante.

En un aula diversa, ofrecer problemas con distintos niveles de complejidad sobre una misma situación permite que todos los estudiantes participen. Un mismo contexto, como la organización de una excursión,

puede dar lugar a problemas de un paso con números pequeños, de varios pasos con números mayores o abiertos con datos que deben decidirse. Los estudiantes pueden comenzar por el nivel que les resulte accesible y avanzar a medida que ganan confianza.

La gamificación puede estructurar esta progresión como una serie de misiones en una misma narrativa. El nivel básico plantea problemas de una sola operación con apoyos visuales; el intermedio, problemas de dos operaciones; el avanzado, problemas con información sobrante o con varias soluciones posibles; y el de profundización, problemas que el propio equipo debe formular para otro equipo. Esta última modalidad, la invención de problemas, resulta especialmente valiosa porque obliga a comprender la estructura de un problema desde dentro.

La Tabla 10 presenta una propuesta de desafíos aritméticos organizados en niveles de complejidad dentro de un mismo contexto narrativo. Para cada nivel se indican el tipo de problema, un ejemplo y las estrategias de resolución que pueden emplearse, de modo que el docente disponga de una referencia para graduar la dificultad sin abandonar la situación común.

Tabla 10
Propuesta de desafíos aritméticos con distintos niveles de complejidad y estrategias de resolución.

Nivel	Tipo de problema	Ejemplo en la misión "La excursión"	Estrategias de resolución posibles
Básico	Un paso, números pequeños, apoyo visual	En el bus hay 18 estudiantes y suben 7. ¿Cuántos hay ahora?	Conteo con fichas, recta numérica, completar decenas
Intermedio	Dos pasos, números de dos cifras	Cada entrada cuesta 4 dólares y van 25 estudiantes. Sobran 12 dólares de lo recaudado. ¿Cuánto se recaudó?	Multiplicación y suma, descomposición de 25 en 20 + 5

Nivel	Tipo de problema	Ejemplo en la misión "La excursión"	Estrategias de resolución posibles
Avanzado	Varios pasos con información sobrante	El bus sale a las 8:00, tarda 45 minutos, recorre 30 km y paran 15 minutos. ¿A qué hora llegan?	Selección de datos, uso de la recta del tiempo
Abierto	Varias soluciones según decisiones del equipo	Con 100 dólares, ¿qué combinación de refrigerios pueden comprar para 25 estudiantes?	Tablas, ensayo y ajuste, estimación previa
Profundización	Invencción de problemas	Formulen un problema para otro equipo con los datos del folleto	Análisis de estructura, verificación con solución propia

Nota. Elaboración propia.

3.2. Razonamiento algebraico a través de estructuras lúdicas

El álgebra escolar suele asociarse con la manipulación de letras y ecuaciones, y con frecuencia se convierte en uno de los momentos de mayor dificultad y rechazo en la trayectoria matemática de los estudiantes. Sin embargo, el razonamiento algebraico es mucho más amplio. Incluye la capacidad de reconocer regularidades, de generalizar a partir de casos particulares, de comprender la igualdad como equivalencia, de trabajar con cantidades desconocidas o variables y de analizar cómo cambia una cantidad en relación con otra. Estas capacidades pueden desarrollarse desde edades tempranas y encuentran en el juego un contexto propicio.

3.2.1. Reconocimiento de regularidades mediante secuencias de juego

Las regularidades o patrones son el punto de entrada natural al pensamiento algebraico. Una secuencia de colores que se repite, una serie de figuras que crecen de forma ordenada o una tabla de números con una relación constante invitan a descubrir la regla que las genera y a predecir los elementos siguientes. Este proceso de observación, conjetura y comprobación es la esencia de la generalización algebraica.

Los juegos de secuencias pueden plantearse en niveles crecientes de abstracción. En el nivel inicial, se trabaja con patrones de repetición, como rojo, azul, azul, rojo, azul, azul, y se pide continuar la secuencia o identificar el núcleo que se repite. En el nivel siguiente, aparecen patrones de crecimiento, como torres de bloques que aumentan de tres en tres, y se pide predecir cuántos bloques tendrá la torre número diez. En el nivel avanzado, se pide predecir el elemento número cien o expresar la regla general con palabras y, finalmente, con símbolos.

La investigación sobre el álgebra temprana muestra que los estudiantes de primaria pueden desarrollar ideas algebraicas cada vez más sofisticadas cuando se les da la oportunidad de justificarlas. Pinto Marín et al. (2023), en un experimento de enseñanza con estudiantes chilenos de cuarto grado, observaron que en las discusiones orales y en el trabajo escrito los alumnos expresaban y justificaban ideas algebraicas progresivamente más elaboradas, y adoptaban un lenguaje matemático cada vez más preciso y abstracto. Los autores destacan que poner de relieve el carácter algebraico de la aritmética mediante la discusión en el aula ofrece al profesorado una vía práctica para abordar estos contenidos.

En el diseño lúdico, el reconocimiento de regularidades puede plantearse como un desafío de "descifrar el código". Cada equipo recibe los

primeros elementos de una secuencia y debe descubrir la regla para abrir el siguiente nivel, que solo se desbloquea al predecir correctamente un elemento lejano. La necesidad de predecir elementos que no pueden obtenerse contando uno a uno obliga a pasar del razonamiento recursivo (cada término a partir del anterior) al razonamiento funcional (cada término a partir de su posición), un paso decisivo hacia la generalización.

3.2.2. Desafíos de equivalencia y conservación de la igualdad

Uno de los obstáculos más persistentes en el aprendizaje del álgebra es la interpretación del signo igual. Muchos estudiantes lo entienden como una instrucción para escribir el resultado de una operación, de modo que ante $8 + 4 = \square + 5$ responden 12, porque "8 más 4 es 12". Esta interpretación operacional, construida durante años de aritmética, impide comprender las ecuaciones, que requieren entender la igualdad como una relación de equivalencia entre dos expresiones.

La balanza es la metáfora y el material más utilizado para trabajar la equivalencia. Una balanza en equilibrio representa una igualdad: lo que hay en un plato pesa lo mismo que lo que hay en el otro. Si se añade o se quita la misma cantidad en ambos platos, el equilibrio se conserva. Esta idea, la conservación de la igualdad, es el fundamento de los procedimientos de resolución de ecuaciones y puede experimentarse físicamente antes de formalizarse.

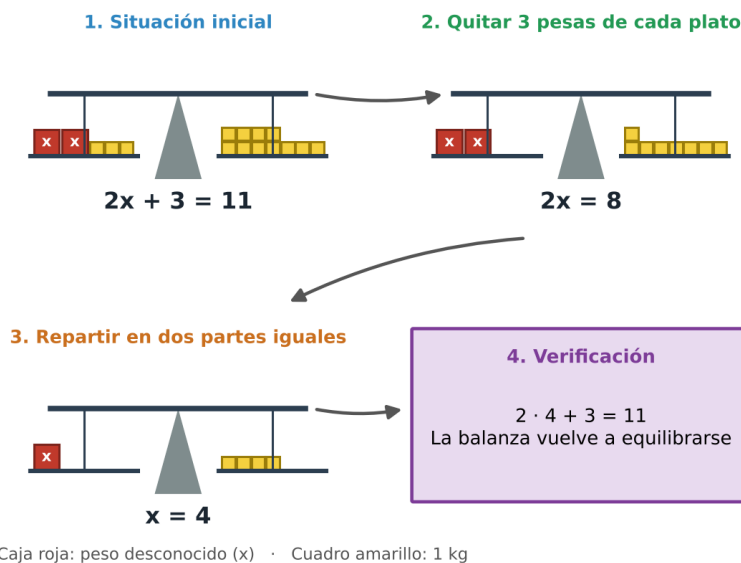
Los desafíos lúdicos con balanzas pueden ser físicos o digitales. En un juego de equilibrio, los estudiantes reciben cajas cerradas de peso desconocido y pesas conocidas, y deben averiguar cuánto pesa cada caja realizando operaciones que mantengan el equilibrio. Si en un plato hay dos cajas y tres pesas de un kilo, y en el otro once pesas de un kilo, el equipo puede quitar tres pesas de cada lado y luego repartir las ocho

restantes entre las dos cajas, descubriendo que cada una pesa cuatro kilos. Sin escribir una sola letra, han resuelto la ecuación $2x + 3 = 11$.

La Figura 9 representa este juego de equilibrio algebraico. En ella se muestra la balanza inicial, las acciones que conservan el equilibrio y la solución final, junto con la expresión simbólica que corresponde a cada paso. La correspondencia entre la acción sobre la balanza y la transformación de la ecuación permite que el procedimiento algebraico adquiera significado, en lugar de reducirse a reglas como "pasar al otro lado cambiando de signo".

Figura 9

Representación de un juego de equilibrio algebraico para comprender equivalencias y conservación de la igualdad.



Nota. Elaboración propia.

3.2.3. Interpretación de variables en situaciones problemáticas

La variable es uno de los conceptos más complejos del álgebra, en parte porque las letras pueden desempeñar funciones distintas. A veces representan un número desconocido que hay que encontrar, como en $2x + 3 = 11$; otras veces representan cualquier número de un conjunto, como en $a + b = b + a$; y otras representan una cantidad que cambia en relación con otra, como en $y = 2x$. Los estudiantes suelen tener dificultades para distinguir estos usos y tienden a interpretar las letras como abreviaturas de objetos, por ejemplo cuando leen "3m" como "tres manzanas".

Las situaciones problemáticas contextualizadas pueden ayudar a construir el significado de la variable si se diseñan con cuidado. Un problema en el que el precio de un viaje en taxi depende de los kilómetros recorridos introduce de manera natural una cantidad que varía. Una misión en la que hay que encontrar el número secreto que cumple ciertas condiciones presenta la variable como incógnita. Un juego en el que se comprueba que cierta propiedad se cumple para cualquier número elegido muestra la variable como número generalizado.

Un recurso lúdico eficaz es el juego de "piensa un número". El docente o un estudiante propone una serie de instrucciones, como piensa un número, súmale cinco, multiplica por dos, réstale diez y divide entre dos, y anuncia que el resultado es el número pensado. Los estudiantes comprueban con varios números que siempre funciona y luego intentan explicar por qué. La explicación conduce naturalmente al uso de una letra para representar "cualquier número" y a la simplificación de la expresión resultante.

Este tipo de juego tiene un valor inclusivo, porque todos pueden participar en la fase de comprobación con números concretos, aunque solo algunos lleguen en un primer momento a la explicación algebraica.

La fase de comprobación genera evidencia que alimenta la conjetura, y la explicación final, construida colectivamente, puede ser comprendida por todos aunque no todos hayan podido producirla de manera autónoma.

3.2.4. Exploración de funciones mediante dinámicas interactivas

La función es la herramienta matemática que describe cómo una cantidad depende de otra. Su comprensión exige coordinar varias representaciones: la tabla de valores, la gráfica, la expresión algebraica y la descripción verbal de la relación. Exige además pensar en términos de covariación, es decir, en cómo cambia una cantidad cuando cambia la otra. Estas exigencias hacen que la función sea un concepto difícil, pero también muy rico para la exploración lúdica.

Las dinámicas interactivas permiten a los estudiantes manipular una variable y observar el efecto sobre la otra. Un ejemplo es la "máquina de funciones": un estudiante introduce un número en una caja, otro aplica una regla secreta y devuelve un resultado, y el equipo debe descubrir la regla observando varias entradas y salidas. Este juego puede hacerse con tarjetas en el aula o con aplicaciones digitales, y su dificultad puede graduarse desde reglas sencillas, como sumar tres, hasta reglas más complejas, como multiplicar por dos y restar uno.

Otra dinámica es la construcción de gráficas a partir de situaciones vividas. Los estudiantes caminan frente a un sensor de movimiento, o simulan el llenado de un recipiente, y luego representan la relación entre el tiempo y la distancia o la altura del agua. También pueden recibir una gráfica y tratar de reproducir con su movimiento la situación que representa. Estas actividades vinculan la representación gráfica con la experiencia corporal y ayudan a interpretar las pendientes, los tramos constantes y los cambios de dirección.

Las herramientas digitales amplían las posibilidades de exploración. Los programas de geometría dinámica y los graficadores interactivos permiten modificar parámetros y observar en tiempo real cómo cambia la gráfica de una función. En un formato de desafío, el equipo puede recibir una gráfica objetivo y debe ajustar los parámetros de una expresión hasta que su gráfica coincida con ella. Esta mecánica de "ajuste" convierte la comprensión del papel de cada parámetro en una necesidad del juego.

3.2.5. Juegos de resolución y verificación de ecuaciones

La resolución de ecuaciones es el procedimiento algebraico que más tiempo ocupa en la enseñanza secundaria y uno de los que más dificultades genera. Cuando se enseña como una serie de reglas mecánicas, los estudiantes cometen errores sistemáticos, como cambiar de signo al trasladar un factor o dividir solo uno de los términos de un miembro. Estos errores reflejan una comprensión débil de la equivalencia y del sentido de cada transformación.

Los juegos de resolución pueden apoyarse en las representaciones de la balanza y en la verificación como parte de la mecánica. En el "juego del candado", cada ecuación resuelta proporciona un número que abre una de las cerraduras de un cofre; si el número es incorrecto, el candado no se abre, y el equipo debe revisar su procedimiento. La verificación, es decir, la sustitución de la solución en la ecuación original para comprobar que se cumple la igualdad, se convierte así en una necesidad del juego y no en un paso opcional que se olvida.

Otra modalidad son las ecuaciones en cadena, en las que la solución de una ecuación es el dato necesario para la siguiente. Este formato obliga a la precisión y genera una retroalimentación inmediata: si una solución es incorrecta, la cadena se rompe. Para evitar que un error

temprano bloquee toda la actividad, puede incluirse una estación de verificación intermedia en la que el equipo comprueba su avance antes de continuar.

La Tabla 11 organiza un conjunto de desafíos algebraicos gamificados según el concepto que trabajan, la mecánica de juego que emplean y el procedimiento de verificación que incorporan. La inclusión explícita de la verificación en cada desafío responde a la necesidad de que los estudiantes desarrollen el hábito de comprobar sus resultados y de que el propio juego les devuelva información sobre la corrección de su razonamiento.

Tabla 11
Desafíos algebraicos gamificados según el concepto, la mecánica de juego y el procedimiento de verificación.

Concepto algebraico	Desafío	Mecánica de juego	Procedimiento de verificación
Regularidad y generalización	Descifrar el código de la torre	Desbloqueo de niveles al predecir un término lejano	Construir el término con bloques o calcularlo por dos vías
Equivalencia	Balanza de cajas misteriosas	Manipulación de pesas que conserva el equilibrio	Colocar el valor hallado y comprobar que la balanza se equilibra
Variable como número generalizado	Piensa un número	Comprobación colectiva con varios números	Expresar la secuencia con una letra y simplificar
Función	Máquina de funciones	Adivinar la regla secreta a partir de entradas y salidas	Predecir la salida de una entrada nueva antes de revelarla
Ecuación	Juego del candado	Cada solución abre una cerradura	Sustituir la solución en la ecuación original
Sistema de relaciones	Ecuaciones en cadena	La solución de cada ecuación alimenta la siguiente	Estación de comprobación intermedia

Nota. Elaboración propia a partir de Pinto Marín et al. (2023).

3.3. Exploración geométrica y pensamiento espacial en escenarios gamificados

La geometría es el campo de la matemática escolar que estudia las formas, sus propiedades, sus relaciones y su ubicación en el espacio. El pensamiento espacial, estrechamente vinculado con ella, comprende la capacidad de visualizar objetos, imaginar sus transformaciones, orientarse y comunicar posiciones y trayectorias. Ambos se desarrollan de manera privilegiada a través de la acción: construir, manipular, recorrer y dibujar. Por ello, los escenarios gamificados que involucran el cuerpo, los materiales y el espacio físico ofrecen oportunidades especialmente valiosas.

3.3.1. Reconocimiento de propiedades geométricas mediante retos visuales

El reconocimiento de figuras geométricas atraviesa distintos niveles de comprensión. En un primer momento, los estudiantes identifican las figuras por su apariencia global: un cuadrado es cuadrado porque "se parece a un cuadrado". Más adelante, empiezan a reconocer sus propiedades, como el número de lados, la igualdad de longitudes o la presencia de ángulos rectos. Posteriormente, establecen relaciones entre propiedades y entre figuras, comprendiendo por ejemplo que todo cuadrado es un rectángulo. Esta progresión exige experiencias que lleven a mirar las figuras de forma cada vez más analítica.

Los retos visuales son una forma eficaz de promover esa mirada analítica. En el juego de "adivina la figura", un estudiante describe una figura oculta mediante sus propiedades y los demás intentan identificarla, lo que obliga a usar un vocabulario preciso. En el reto de "la figura intrusa", se presentan varias figuras de las cuales una no comparte

cierta propiedad con las demás, y el equipo debe identificarla y justificar su elección. En el desafío de las "cartas de propiedades", cada carta describe una propiedad y el jugador debe dibujar una figura que cumpla todas las cartas que tiene en la mano.

Estos retos permiten trabajar también los errores derivados de la presentación habitual de las figuras. Cuando los cuadrados se dibujan siempre con un lado horizontal, muchos estudiantes no reconocen un cuadrado girado. Cuando los triángulos se presentan siempre con la base abajo, se dificulta la identificación de alturas en otras posiciones. Un reto que presente las figuras en orientaciones, tamaños y colores variados obliga a atender a las propiedades y no a la apariencia.

Desde una perspectiva inclusiva, los retos visuales deben complementarse con alternativas táctiles y verbales. Las figuras recortadas en cartón grueso o construidas con relieve permiten a estudiantes con baja visión explorar sus propiedades con las manos. Las descripciones orales, por su parte, ofrecen una vía de participación a quienes tienen dificultades para dibujar con precisión. La diversidad de canales amplía las posibilidades de que todo el grupo construya el mismo conocimiento.

3.3.2. Construcción de figuras con materiales manipulativos

La construcción de figuras con materiales es una de las actividades más ricas de la enseñanza de la geometría. Al construir, el estudiante debe tomar decisiones sobre longitudes, ángulos y uniones, y experimenta directamente las consecuencias de esas decisiones. Construir un triángulo con tres varillas, por ejemplo, revela que no cualquier terna de longitudes permite cerrar la figura, lo que conduce de forma natural a la desigualdad triangular.

Existe una amplia variedad de materiales para la construcción geométrica: geoplanos con gomas elásticas, varillas y conectores, piezas de tangram, bloques lógicos, poliminós, plastilina y palillos, papel para plegar. Cada uno ofrece posibilidades distintas. El geoplano facilita el trabajo con áreas y perímetros; el tangram, la descomposición y recomposición de figuras; las varillas, la exploración de polígonos y poliedros; el plegado, el estudio de la simetría y de las propiedades de las figuras planas.

Los desafíos de construcción pueden plantearse con diferentes niveles de apertura. Un desafío cerrado pide construir una figura determinada; uno semiabierto pide construir todas las figuras posibles que cumplan ciertas condiciones, como todos los rectángulos de área doce en un geoplano; uno abierto pide crear una figura original y describir sus propiedades para que otro equipo la reproduzca sin verla. Este último formato combina la construcción con la comunicación geométrica y genera una necesidad real de precisión.

La experiencia de González Moya et al. (2021) con la relación entre los volúmenes del cono y del cilindro muestra que los conceptos de la geometría espacial también pueden abordarse mediante la exploración lúdica. Una versión manipulativa del mismo desafío consiste en construir un cono y un cilindro de igual base y altura y comprobar, llenándolos con arena o arroz, cuántos conos se necesitan para llenar el cilindro. La experiencia física da sentido a una fórmula que, presentada sin contexto, suele memorizarse sin comprenderse.

3.3.3. Misiones de orientación, ubicación y desplazamiento espacial

La orientación espacial comprende la capacidad de situarse en el espacio, describir la posición de objetos respecto a uno mismo o a otros

referentes, seguir y dar instrucciones de desplazamiento, e interpretar mapas y planos. Es una competencia con aplicaciones evidentes en la vida cotidiana y constituye la base de conceptos matemáticos como los sistemas de coordenadas, los vectores y las transformaciones geométricas.

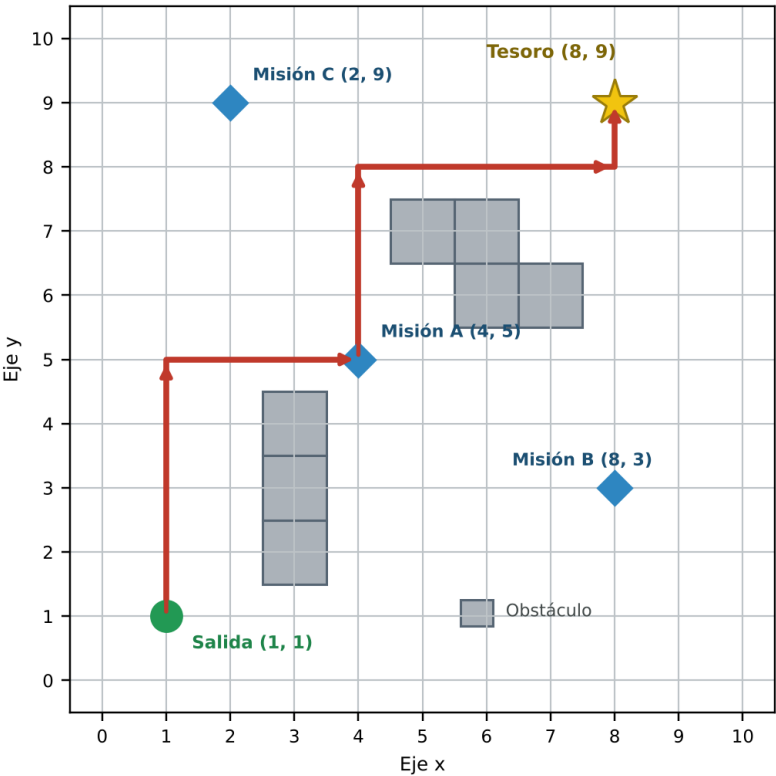
Las misiones de orientación son quizá las más naturales de la gamificación geométrica, porque los juegos de búsqueda del tesoro, de laberintos y de exploración de mapas forman parte de la cultura lúdica de casi todos los estudiantes. En el aula o en el patio, una misión puede consistir en seguir instrucciones del tipo "avanza tres pasos, gira a la derecha, avanza dos pasos" para encontrar una pista. En un nivel más formal, puede requerir localizar puntos en un plano cuadrículado mediante coordenadas.

El tablero de coordenadas es un recurso especialmente versátil. Sobre una cuadrícula con ejes numerados, los equipos pueden recibir misiones de ubicación (encontrar el tesoro en el punto $(4, 3)$), de desplazamiento (trazar el camino más corto entre dos puntos evitando obstáculos), de descripción (comunicar a otro equipo la posición de un objeto) o de transformación (trasladar una figura dos unidades a la derecha y tres hacia arriba). Cada tipo de misión trabaja un aspecto distinto del pensamiento espacial y del lenguaje de las coordenadas.

La Figura 10 representa un tablero de orientación espacial de este tipo. En él se observan los ejes de coordenadas, la posición de partida, varios puntos de misión, algunos obstáculos y una trayectoria posible. El juego puede pedir que los equipos describan la trayectoria con coordenadas, que calculen su longitud contando unidades o que propongan una trayectoria alternativa más corta, lo que abre la discusión sobre distintas soluciones.

Figura 10

Tablero de orientación espacial con coordenadas, trayectorias y misiones de desplazamiento geométrico.



Nota. Elaboración propia.

Las misiones que implican el desplazamiento corporal son particularmente valiosas para estudiantes que aprenden mejor a través del movimiento y para quienes tienen dificultades de atención sostenida en tareas sedentarias. Al mismo tiempo, requieren adaptaciones para estudiantes con movilidad reducida, como la posibilidad de mover una ficha sobre un tablero en lugar de desplazarse físicamente, o de asumir el rol de guía que da instrucciones a un compañero.

3.3.4. Desafíos de transformaciones y relaciones geométricas

Las transformaciones geométricas, como la traslación, la rotación, la reflexión y la homotecia, describen cómo una figura puede moverse o cambiar de tamaño conservando ciertas propiedades. Su estudio permite comprender conceptos como la congruencia, la semejanza y la simetría, y ofrece una perspectiva dinámica de la geometría que contrasta con la visión estática de las figuras fijas.

El pensamiento espacial necesario para comprender las transformaciones, especialmente la rotación mental, presenta una gran variabilidad entre estudiantes. Algunos visualizan con facilidad cómo quedará una figura después de girarla, mientras otros necesitan manipularla físicamente. Las tecnologías digitales pueden ofrecer un apoyo considerable en este terreno. Morales Méndez y Lozano Avilés (2025), en un estudio cuasiexperimental con estudiantes de secundaria, encontraron que el uso de GeoGebra 3D combinado con realidad aumentada produjo mejoras significativas en las habilidades de visualización y rotación espacial, además de mayor motivación e interés, en comparación con un grupo que trabajó con métodos tradicionales.

Los desafíos de transformaciones pueden plantearse como juegos de reproducción y de predicción. En un juego de espejos, el equipo debe completar la mitad de una figura simétrica respecto a un eje, y comprueba su resultado con un espejo real. En un juego de rotaciones, debe predecir cuál de varias figuras es el resultado de girar una figura dada un cuarto de vuelta, y luego comprobarlo con una plantilla. En un juego de mosaicos, debe cubrir una superficie con copias de una misma pieza mediante traslaciones y rotaciones, sin dejar huecos ni superponer piezas.

Estos desafíos admiten distintos niveles de apoyo. Los estudiantes que necesitan manipular pueden disponer de piezas recortadas que

pueden girar y voltear; los que pueden visualizar mentalmente trabajan solo con dibujos; y los más avanzados pueden describir las transformaciones mediante coordenadas o reglas generales. Todos trabajan sobre el mismo concepto, pero con el grado de abstracción que corresponde a su desarrollo espacial.

3.3.5. Argumentación de propiedades mediante juegos de construcción

La geometría es, tradicionalmente, el campo en el que los estudiantes se inician en la demostración matemática. Sin embargo, la demostración formal resulta inaccesible si no se ha desarrollado antes la capacidad de argumentar: explicar por qué una propiedad se cumple, convencer a otros de que una construcción es correcta, encontrar contraejemplos que refuten una afirmación. Los juegos de construcción ofrecen un contexto natural para el desarrollo de esta capacidad.

Un tipo de juego especialmente fértil es el de las afirmaciones y los contraejemplos. Un equipo propone una afirmación sobre una figura, como "todos los cuadriláteros con lados iguales son cuadrados", y el otro equipo intenta construir un contraejemplo con los materiales disponibles. Si lo encuentra, por ejemplo construyendo un rombo no cuadrado, gana la ronda y la afirmación se reformula. Este juego desarrolla la idea de que una afirmación general se refuta con un solo contraejemplo y se sostiene solo con un argumento válido.

Otro formato es el del "constructor y el escéptico". Un estudiante construye una figura y afirma que cumple cierta propiedad; otro estudiante, en el papel de escéptico, le pide que lo demuestre, y el constructor debe ofrecer argumentos basados en las propiedades de la

construcción y no solo en la apariencia. Este formato retoma las estrategias comunicativas que favorecen la argumentación y las integra en una mecánica lúdica con roles definidos.

La argumentación en geometría tiene un valor inclusivo cuando se aceptan distintos tipos de argumentos según el nivel de cada estudiante. Un estudiante puede justificar una propiedad mostrando que las piezas encajan; otro, midiendo; otro, apelando a propiedades conocidas; y otro, construyendo un razonamiento deductivo. Todos estos argumentos tienen valor, y su contraste en el grupo permite que los estudiantes avancen hacia formas más generales de justificación.

3.4. Estadística y probabilidad mediante dinámicas de experimentación lúdica

La estadística y la probabilidad ocupan un lugar creciente en los currículos de matemáticas, en reconocimiento de su importancia para la vida ciudadana en una sociedad atravesada por datos, encuestas, gráficos y riesgos. Su enseñanza presenta, sin embargo, desafíos propios. A diferencia de otros campos, la estadística trabaja con la variabilidad y la incertidumbre, y la probabilidad contradice con frecuencia las intuiciones de los estudiantes. La experimentación lúdica, en la que los estudiantes generan sus propios datos y observan los resultados del azar, constituye una vía privilegiada para abordar estos contenidos.

3.4.1. Recolección y clasificación de datos a partir de juegos

El trabajo estadístico comienza con una pregunta y continúa con la recolección, la organización, la representación y la interpretación de datos. Cuando los datos provienen de la propia experiencia de los estudiantes, su análisis adquiere un sentido que no tienen los datos de

un libro de texto. Los juegos ofrecen una fuente inagotable de datos significativos: resultados de lanzamientos, tiempos de una carrera, puntuaciones de una partida, preferencias del grupo.

La alfabetización estadística puede desarrollarse desde edades tempranas cuando se trabaja con contextos relevantes. Alsina et al. (2023), en un estudio con 78 estudiantes de 7 y 8 años, observaron que la mayoría era capaz de construir tablas de conteo y que cerca de la mitad transformaba esos datos en tablas de frecuencias, un proceso conocido como transnumeración. Los autores identificaron también dificultades y errores tanto en la construcción como en la interpretación de las tablas, lo que muestra la necesidad de acompañar estos procesos de manera explícita.

Un juego sencillo para iniciar la recolección de datos es la ruleta de colores. Los equipos construyen una ruleta dividida en sectores de distintos colores, la hacen girar un número determinado de veces y registran los resultados. Antes de comenzar, cada equipo predice qué color saldrá más veces y por qué. Después de los giros, organizan los datos en una tabla de frecuencias, los representan en un gráfico de barras y comparan los resultados con su predicción.

La Tabla 12 muestra un ejemplo de registro de frecuencias obtenido en una experiencia de este tipo, con una ruleta de ocho sectores iguales: tres rojos, dos azules, dos verdes y uno amarillo, girada cuarenta veces. La tabla incluye la frecuencia absoluta, la frecuencia relativa y la proporción de sectores de cada color, lo que permite iniciar la discusión sobre la relación entre la composición de la ruleta y los resultados obtenidos.

Tabla 12

Registro de frecuencias y clasificación de resultados obtenidos en una experiencia lúdica de recolección de datos.

Color	Sectores en la ruleta	Proporción de sectores	Conteo (marcas)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Rojo	3 de 8	0,375	14 marcas	14	0,350
Azul	2 de 8	0,250	10 marcas	10	0,250
Verde	2 de 8	0,250	9 marcas	9	0,225
Amarillo	1 de 8	0,125	7 marcas	7	0,175
Total	8	1,000	40 marcas	40	1,000

Nota. Datos ilustrativos obtenidos mediante simulación de 40 giros. Elaboración propia.

3.4.2. Interpretación de representaciones estadísticas interactivas

Las representaciones estadísticas, como los pictogramas, los gráficos de barras, los diagramas de sectores, los histogramas y los diagramas de puntos, permiten visualizar los datos y extraer información. Su interpretación exige leer los datos explícitos, comparar entre categorías, identificar tendencias y, en un nivel superior, hacer inferencias que van más allá de los datos representados. Los estudiantes suelen desenvolverse bien en la lectura literal, pero encuentran dificultades en los niveles superiores.

Las representaciones interactivas permiten que los estudiantes construyan y modifiquen los gráficos a medida que se generan los datos. En el juego de la ruleta, por ejemplo, cada resultado puede añadirse inmediatamente a un gráfico de barras visible para todo el grupo, construido con cubos apilables o con una herramienta digital. Los estudiantes observan cómo el gráfico cambia con cada nuevo dato y cómo, a medida que se acumulan los giros, la forma de las barras tiende a estabilizarse.

Los desafíos de interpretación pueden plantearse como preguntas que el gráfico debe responder. Un equipo recibe un gráfico y una serie de afirmaciones, y debe decidir cuáles se pueden sostener con los datos, cuáles no y cuáles no se pueden decidir con la información disponible. Este tipo de tarea desarrolla una lectura crítica de los gráficos, imprescindible en un mundo en el que las representaciones estadísticas se utilizan a menudo para persuadir.

En términos de accesibilidad, las representaciones estadísticas pueden construirse con materiales táctiles, como torres de cubos o gráficos en relieve, que permiten a estudiantes con discapacidad visual acceder a la información. También pueden acompañarse de descripciones verbales que expliquen la estructura del gráfico. La multiplicidad de formatos favorece la comprensión de todos, no solo de quienes tienen dificultades sensoriales.

3.4.3. Desafíos de comparación y análisis de distribuciones

Comparar distribuciones de datos es una de las tareas centrales del razonamiento estadístico. Implica ir más allá de los valores individuales y considerar el conjunto: dónde se concentran los datos, cuánto se dispersan, si hay valores atípicos, qué forma tiene la distribución. Esta mirada global es difícil para los estudiantes, que tienden a fijarse en valores aislados o a comparar solo los máximos.

Los juegos ofrecen contextos naturales para la comparación de distribuciones. En una competencia de lanzamiento de avioncitos de papel, dos equipos realizan diez lanzamientos cada uno y registran las distancias. ¿Qué equipo lanza mejor? La respuesta no es evidente: un equipo puede tener el lanzamiento más largo, pero el otro puede ser más regular. La discusión conduce a considerar medidas de tendencia

central, como la media y la mediana, y medidas de dispersión, como el rango, y a debatir qué criterio es más adecuado según el propósito.

Otro desafío consiste en comparar dos dados, uno común y otro trucado, sin saber cuál es cuál. Los equipos lanzan ambos dados muchas veces, registran los resultados y deben decidir, con base en la distribución de los datos, cuál de ellos está trucado y en qué sentido. Este juego introduce la idea de que la variabilidad es inevitable y de que se necesitan muchos datos para distinguir un patrón real de una fluctuación casual.

Estos desafíos tienen la virtud de no tener una única respuesta correcta en muchos casos, lo que obliga a argumentar con los datos. Dos equipos pueden llegar a conclusiones distintas y ambos pueden tener buenos argumentos. Esta característica hace de la estadística un terreno fértil para la argumentación y para la valoración de distintas formas de razonar, en coherencia con los principios inclusivos presentados en los capítulos anteriores.

3.4.4. Experimentos aleatorios con materiales físicos y digitales

Un experimento aleatorio es aquel cuyo resultado no puede predecirse con certeza, aunque se conocen los resultados posibles. Lanzar una moneda, un dado o una ruleta, extraer una bola de una urna o sacar una carta de una baraja son ejemplos clásicos. La experimentación con estos dispositivos permite a los estudiantes construir intuiciones sobre el azar, la equiprobabilidad, la frecuencia y la probabilidad.

Las intuiciones sobre el azar comienzan a formarse muy temprano. Batanero et al. (2021), en una síntesis de la investigación sobre niños de hasta siete años, señalan que hacia los tres o cuatro años empiezan a distinguir dispositivos deterministas de aleatorios, que hacia los

cinco pueden explicar de forma básica por qué un resultado es impredecible, y que el lenguaje probabilístico comienza a utilizarse entre los cuatro y los cinco años. Los autores recomiendan iniciar pronto la enseñanza con experiencias aleatorias variadas, con predicción y comprobación, y con la comparación de muestras pequeñas y grandes.

Estas intuiciones, sin embargo, no siempre evolucionan hacia un razonamiento probabilístico sólido. Fajardo-Valencia y Benítez-Mojica (2022), en un estudio con estudiantes de sexto grado, encontraron que la mayoría de las respuestas se situaba en niveles de impredecibilidad y determinismo: los estudiantes atribuían los resultados a la suerte, al destino o a factores físicos como la fuerza del lanzamiento, y rara vez recurrían a recursos matemáticos. Los autores recomiendan identificar estas creencias antes de planificar la enseñanza de la probabilidad.

Los materiales físicos y digitales cumplen funciones complementarias en la experimentación. Los físicos ofrecen una experiencia concreta del azar: el estudiante lanza el dado con su mano y observa el resultado. Los digitales permiten realizar miles de repeticiones en segundos, lo que hace visible la estabilización de las frecuencias relativas a largo plazo, algo imposible de observar con lanzamientos manuales. Un diseño eficaz combina ambos: primero se experimenta físicamente con pocas repeticiones, luego se simulan muchas con un programa, y se comparan los resultados.

3.4.5. Juegos de predicción y estimación de probabilidades

La predicción es el momento en que la intuición probabilística se pone a prueba. Antes de realizar un experimento, el estudiante anticipa qué ocurrirá, y después compara su predicción con los resultados. Esta secuencia de predicción, experimentación y comparación permite que

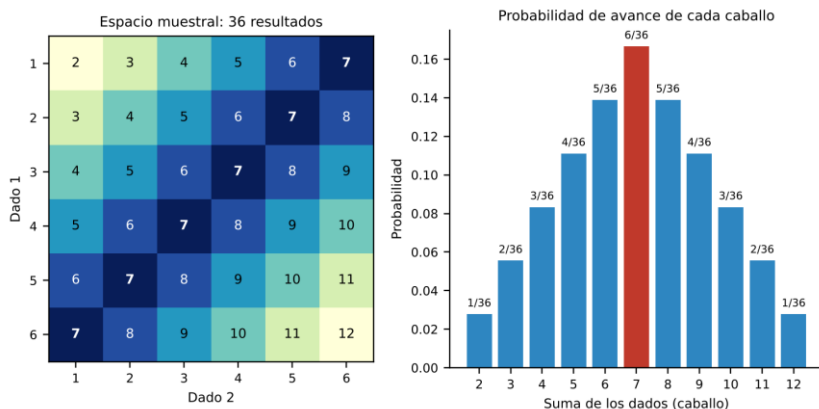
las intuiciones erróneas se hagan visibles y puedan revisarse, de manera semejante a lo que se planteó en el Capítulo I sobre los obstáculos conceptuales.

Un juego clásico para trabajar la predicción es la carrera de caballos con dos dados. Se numeran doce caballos del 1 al 12 y, en cada turno, se lanzan dos dados y avanza el caballo cuyo número coincide con la suma. Antes de comenzar, cada jugador elige su caballo. Muchos estudiantes eligen el 12 o el 1 por preferencia personal, sin advertir que el caballo 1 nunca podrá avanzar y que el 7 es el más probable. A medida que avanza la carrera, los resultados revelan la estructura del espacio muestral, y en las partidas siguientes los jugadores cambian su estrategia.

La Figura 11 representa el espacio muestral del lanzamiento de dos dados y las probabilidades de cada suma. La tabla de doble entrada muestra las 36 combinaciones posibles, y el gráfico asociado indica cuántas de ellas producen cada suma. Esta representación permite comprender por qué el 7 tiene seis combinaciones favorables y el 2 y el 12 solo una, y transforma la intuición surgida del juego en un conocimiento matemático explícito.

Figura 11

Representación de un experimento aleatorio gamificado mediante un espacio muestral y sus probabilidades.



Nota. Elaboración propia.

La comparación entre las probabilidades teóricas y las frecuencias relativas obtenidas en el juego es un paso fundamental. Los resultados de una carrera concreta no coinciden exactamente con las probabilidades teóricas, y esta discrepancia es una oportunidad para discutir la variabilidad del azar y el papel del número de repeticiones. La Tabla 13 presenta una comparación de este tipo a partir de 120 lanzamientos de dos dados. En esa muestra, la suma 7 aparece menos veces que el 6 y el 8, a pesar de ser la más probable, lo que invita a preguntarse si el modelo teórico es incorrecto o si 120 lanzamientos son todavía pocos para observar la regularidad.

Tabla 13

Comparación entre probabilidades teóricas y frecuencias relativas obtenidas en experimentos lúdicos.

Suma de los datos	Casos favorables	Probabilidad teórica	Frecuencia absoluta (120 lanzamientos)	Frecuencia relativa	Diferencia
2	1	0,028	7	0,058	+0,030
3	2	0,056	10	0,083	+0,027
4	3	0,083	5	0,042	-0,041
5	4	0,111	15	0,125	+0,014
6	5	0,139	21	0,175	+0,036
7	6	0,167	13	0,108	-0,059
8	5	0,139	19	0,158	+0,019
9	4	0,111	12	0,100	-0,011
10	3	0,083	9	0,075	-0,008
11	2	0,056	5	0,042	-0,014
12	1	0,028	4	0,033	+0,005
Total	36	1,000	120	1,000	

Nota. Datos ilustrativos obtenidos mediante simulación de 120 lanzamientos. Elaboración propia.

3.5. Modalidades lúdicas para la comprensión de contenidos matemáticos

Las secciones anteriores han mostrado desafíos concretos para cada campo del pensamiento matemático. Esos desafíos pueden adoptar distintos formatos o modalidades lúdicas, cada una con sus propias características, ventajas y exigencias. Conocer estas modalidades ayuda al docente a elegir la más adecuada según el contenido, los objetivos, los recursos disponibles y las características del grupo.

3.5.1. Juegos de mesa para explorar relaciones cuantitativas

Los juegos de mesa, con sus tableros, fichas, dados y cartas, constituyen una de las modalidades más antiguas y accesibles de la gamificación matemática. No requieren tecnología, pueden elaborarse con materiales sencillos, favorecen la interacción cara a cara y permiten un control preciso de las reglas por parte del docente. Muchos juegos de mesa tradicionales, como el dominó, el parqués o los juegos de cartas, contienen ya un contenido matemático implícito que puede hacerse explícito.

La revisión de Velázquez Callado (2025), que analizó 57 artículos sobre el uso de juegos de mesa no digitales en la educación obligatoria, identificó a las Ciencias Naturales y a las Matemáticas como las áreas curriculares más destacadas, con predominio de juegos diseñados por docentes e investigadores frente a los comerciales. Los estudios revisados atribuyen a estos juegos beneficios académicos, sociales y afectivo-motivacionales, aunque el autor señala la necesidad de más investigación empírica sobre su eficacia en aulas reales.

Los juegos de mesa se prestan especialmente bien a la exploración de relaciones cuantitativas. Un juego de recorrido en el que el avance depende de multiplicar los números de dos dados trabaja las tablas de multiplicar y la estimación de productos. Un juego de cartas en el que hay que formar parejas de fracciones equivalentes trabaja la equivalencia. Un juego de mercado con billetes y precios trabaja el cálculo con dinero, el cambio y la proporcionalidad. En cada caso, la relación cuantitativa está integrada en la mecánica del juego.

Desde la perspectiva inclusiva, los juegos de mesa ofrecen ventajas considerables. Pueden adaptarse con facilidad, por ejemplo aumentando el tamaño de las piezas, añadiendo texturas o simplificando las reglas. Favorecen la interacción social estructurada, con turnos claros

y reglas explícitas, lo que resulta útil para estudiantes que necesitan previsibilidad. Y permiten la participación de estudiantes con distintos niveles, porque el azar presente en muchos de ellos equilibra las posibilidades de éxito.

3.5.2. Rompecabezas matemáticos con soluciones múltiples

Los rompecabezas matemáticos son problemas que se presentan como un reto para resolver por el placer de hacerlo. Incluyen acertijos numéricos, cuadrados mágicos, problemas de cerillas, tangram, sudokus, laberintos lógicos y muchos otros formatos. Su atractivo reside en el desafío intelectual que plantean y en la satisfacción que produce encontrar la solución, lo que los vincula directamente con la motivación intrínseca analizada en el primer capítulo.

Los rompecabezas con soluciones múltiples son especialmente valiosos para la enseñanza inclusiva. Un cuadrado mágico de tres por tres con los números del 1 al 9 tiene varias soluciones, todas relacionadas por simetrías. Un tangram permite construir una misma figura de diferentes maneras. Un problema que pide encontrar todas las formas de obtener 24 combinando cuatro números dados con las cuatro operaciones admite numerosas respuestas. Esta multiplicidad permite que cada estudiante encuentre al menos una solución y que el grupo se plantee la pregunta de cuántas soluciones existen.

Los rompecabezas pueden organizarse en series de dificultad creciente y utilizarse como actividades de inicio, de cierre o de profundización. También pueden integrarse en narrativas más amplias, como pruebas que hay que superar para avanzar en una aventura. Su carácter autocontenido facilita su uso en momentos breves de la clase y su adaptación a distintos niveles.

La resolución de rompecabezas desarrolla habilidades que van más allá del contenido específico: la persistencia, la exploración sistemática de posibilidades, la capacidad de cambiar de estrategia cuando una no funciona y la verificación de soluciones. Estas habilidades, que pertenecen al ámbito de la resolución de problemas en general, se transfieren a otros contextos matemáticos y no matemáticos.

3.5.3. Narrativas de aventura vinculadas con problemas matemáticos

Las narrativas de aventura envuelven los problemas matemáticos en una historia en la que los estudiantes asumen el papel de protagonistas: exploradores que buscan un tesoro, detectives que resuelven un misterio, científicos que deben salvar una ciudad. La narrativa proporciona un contexto que da sentido a los problemas, crea expectativa sobre lo que vendrá y genera una implicación emocional que favorece la persistencia.

El escape room educativo es una de las formas más difundidas de esta modalidad. Los participantes, organizados en equipos, deben resolver una serie de enigmas encadenados para "escapar" de una sala o abrir un cofre antes de que se agote el tiempo. Moreno Lozano et al. (2023), en una práctica de aula en matemáticas, observaron que esta modalidad favoreció la adquisición de competencias de representación y resolución de problemas, incrementó la motivación y propició un ambiente más cooperativo, aunque también generó competitividad y estrés en algunos estudiantes.

La construcción de una narrativa eficaz requiere equilibrio. La historia debe ser suficientemente atractiva para generar implicación, pero lo bastante breve para no sobrecargar la lectura ni desplazar la matemática. Los problemas deben estar integrados en la historia de forma

coherente, de modo que su resolución tenga sentido dentro del relato. Y la narrativa debe ser inclusiva en sus personajes y situaciones, de modo que todos los estudiantes puedan identificarse con ella.

Para atender a la diversidad, las narrativas de aventura pueden ofrecer caminos alternativos dentro de la historia. Un mismo enigma puede tener una versión con apoyos visuales y otra más abstracta, o el equipo puede elegir entre dos rutas de igual valor narrativo pero distinta exigencia. El límite de tiempo, característico del escape room, puede flexibilizarse o sustituirse por un número de intentos, para reducir la ansiedad de los estudiantes más sensibles a la presión temporal.

3.5.4. Entornos digitales interactivos para la exploración conceptual

Los entornos digitales interactivos incluyen aplicaciones de geometría dinámica, graficadores, simuladores, plataformas de cuestionarios gamificados, videojuegos educativos y entornos de programación visual. Su principal aporte es la posibilidad de manipular objetos matemáticos de forma dinámica, observar las consecuencias en tiempo real, realizar muchas repeticiones con rapidez y recibir retroalimentación inmediata.

En la exploración conceptual, estos entornos permiten hacer visibles relaciones difíciles de percibir en un medio estático. Un programa de geometría dinámica permite arrastrar los vértices de un triángulo y observar que la suma de sus ángulos se mantiene constante. Un simulador de probabilidad permite lanzar un dado diez mil veces y observar la estabilización de las frecuencias. Un graficador permite modificar un parámetro y observar cómo cambia la gráfica de una función. La experiencia de Morales Méndez y Lozano Avilés (2025) con GeoGebra 3D y realidad aumentada ilustra este potencial en la geometría espacial.

Los entornos digitales plantean, sin embargo, exigencias que deben considerarse. Requieren dispositivos y conectividad que no siempre están disponibles, sobre todo en contextos con limitaciones de recursos. Exigen competencias digitales previas que no todos los estudiantes poseen en igual medida. Y pueden presentar barreras de accesibilidad, como interfaces saturadas, textos pequeños o incompatibilidad con lectores de pantalla. Antes de adoptar una herramienta digital, conviene evaluar estos aspectos.

El uso más provechoso de los entornos digitales suele ser el que se integra en una secuencia más amplia, con momentos de trabajo previo y posterior sin tecnología. La exploración digital puede servir para generar conjeturas que luego se discuten en grupo, o para comprobar a gran escala lo que se ha experimentado con materiales físicos. La tecnología no sustituye al razonamiento ni a la interacción, sino que los amplifica.

3.5.5. Desafíos híbridos que combinan materiales físicos y tecnológicos

Los desafíos híbridos combinan en una misma actividad materiales físicos y herramientas tecnológicas, aprovechando las ventajas de ambos. Un estudiante puede construir una figura con varillas y luego reproducirla en un programa de geometría dinámica para medir sus ángulos; un equipo puede lanzar dados físicos durante diez rondas y luego simular mil lanzamientos en una aplicación; una búsqueda del tesoro puede combinar pistas en papel con códigos QR que conducen a problemas digitales.

La combinación de lo físico y lo digital responde a la idea, desarrollada en las secciones anteriores, de que la comprensión matemática se construye a través de múltiples representaciones. Lo físico ofrece la

experiencia sensorial y la manipulación directa; lo digital, la precisión, la dinámica y la repetición. Al transitar entre ambos, el estudiante conecta la experiencia concreta con representaciones más abstractas y precisas.

Los desafíos híbridos tienen también un valor inclusivo. Los estudiantes con menor familiaridad tecnológica pueden apoyarse en los materiales físicos, mientras que quienes tienen dificultades motrices finas pueden encontrar más accesible la manipulación digital. Los equipos pueden organizarse de modo que distintos miembros asuman la parte física o la parte digital según sus fortalezas, y que luego compartan e integren sus resultados.

La Tabla 14 compara las modalidades lúdicas analizadas en esta sección según los contenidos matemáticos para los que resultan más adecuadas, los materiales que requieren y las posibilidades de participación que ofrecen. La comparación no pretende establecer una jerarquía entre modalidades, sino ayudar al docente a elegir y combinar formatos en función de sus objetivos y de las características de su grupo.

Tabla 14
Comparación de modalidades lúdicas según contenidos matemáticos, materiales y posibilidades de participación.

Modalidad	Contenidos más adecuados	Materiales requeridos	Posibilidades de participación	Precauciones
Juegos de mesa	Cálculo, fracciones, probabilidad, dinero	Tableros, dados, cartas, fichas	Interacción por turnos, reglas previsibles, equilibrio por azar	Evitar mecánicas de eliminación
Rompecabezas con soluciones múltiples	Lógica, patrones, geometría, cálculo flexible	Papel, tangram, cerillas, tarjetas	Trabajo individual o en pareja, varias soluciones válidas	Graduar la dificultad para evitar frustración

Modalidad	Contenidos más adecuados	Materiales requeridos	Posibilidades de participación	Precauciones
Narrativas de aventura	Resolución de problemas encadenados	Pistas, candados, sobres, ambientación	Cooperación en equipo, roles diferenciados	Flexibilizar el tiempo y moderar la competencia
Entornos digitales	Funciones, geometría dinámica, simulación probabilística	Dispositivos, conectividad, software	Retroalimentación inmediata, exploración autónoma	Verificar accesibilidad y disponibilidad de equipos
Desafíos híbridos	Contenidos que requieren pasar de lo concreto a lo abstracto	Combinación de materiales físicos y digitales	Distribución de tareas según fortalezas	Planificar la transición entre soportes

Nota. Elaboración propia a partir de Velázquez Callado (2025) y Moreno Lozano et al. (2023).

Los desafíos y modalidades presentados en este capítulo muestran que la gamificación puede atravesar todos los campos del pensamiento matemático sin renunciar a su rigor. Sin embargo, la diversidad del aula incluye situaciones que requieren adaptaciones más específicas. El siguiente capítulo aborda esas adaptaciones para estudiantes con dificultades específicas del aprendizaje, con TDAH, con TEA, con discapacidades sensoriales y motrices, y para grupos con distintos ritmos y niveles de dominio matemático.

Capítulo 4

Adaptaciones Lúdico-Matemáticas ante la Heterogeneidad del Aula



CAPÍTULO IV

Adaptaciones Lúdico-Matemáticas ante la Heterogeneidad del Aula

LOS CAPÍTULOS ANTERIORES HAN defendido un principio que atraviesa todo el libro: el diseño lúdico inclusivo parte de la diversidad del grupo y no la trata como una excepción. Las reglas flexibles, los múltiples puntos de entrada, las representaciones variadas y las misiones cooperativas benefician a todo el estudiantado. Sin embargo, el aula real incluye estudiantes cuyas necesidades requieren ajustes más específicos, que no siempre quedan cubiertos por el diseño general. Este capítulo se ocupa de esas adaptaciones.

Conviene precisar el enfoque desde el inicio. Las categorías que organizan el capítulo, como la discalculia, el TDAH, el TEA, las discapacidades sensoriales y motrices o las altas capacidades, no se utilizan para etiquetar ni para separar a los estudiantes, sino para identificar barreras frecuentes y respuestas didácticas que han mostrado utilidad. Cada estudiante es singular, y dos personas con el mismo diagnóstico pueden necesitar apoyos muy distintos. Por ello, las propuestas que siguen deben leerse como un repertorio de posibilidades que el docente selecciona y ajusta a partir del conocimiento de su grupo.

Un segundo criterio es que las adaptaciones no deben alejar al estudiante de la experiencia colectiva. El propósito no es crear un juego paralelo para unos pocos, sino lograr que todos participen en la misma actividad con los apoyos que cada uno necesita. Muchas de las adap-

taciones propuestas, además, resultan útiles para estudiantes sin ninguna condición diagnosticada, lo que refuerza la idea de que el diseño para la diversidad mejora la experiencia de todo el grupo.

Cada sección del capítulo concluye con un caso ilustrativo. Estos casos no describen intervenciones reales con estudiantes identificables, sino situaciones construidas a partir de la literatura y de la experiencia docente, con el propósito de mostrar cómo se integran las adaptaciones en una secuencia concreta. Los resultados que se presentan en ellos son resultados esperados, formulados como orientación para el docente.

4.1. Desafíos matemáticos para estudiantes con dificultades específicas del aprendizaje

Las dificultades específicas del aprendizaje de las matemáticas se caracterizan por un desempeño persistentemente bajo en aspectos concretos de la competencia matemática, que no se explica por una discapacidad intelectual, sensorial o por falta de oportunidades educativas. La más estudiada es la discalculia, aunque también existen dificultades vinculadas con el procesamiento visoespacial, la memoria de trabajo o la comprensión de enunciados. Su abordaje requiere una identificación cuidadosa y una intervención sostenida en el tiempo.

4.1.1. Particularidades de la discalculia en las actividades matemáticas

La discalculia es una dificultad específica que afecta la capacidad de aprender procesos matemáticos básicos. Silva Prieto et al. (2025) la describen como una dificultad relacionada con la ejecución de operaciones aritméticas, la interpretación de cantidades y la comprensión de conceptos matemáticos, y señalan que es frecuente que los niños con

esta condición no comprendan secuencias, patrones o las relaciones de mayor y menor. Los mismos autores destacan la importancia del diagnóstico temprano y el desconocimiento que buena parte del profesorado de matemáticas tiene sobre esta condición.

En las actividades matemáticas, la discalculia se manifiesta de formas diversas. Algunos estudiantes tienen dificultades para estimar cantidades sin contar, para reconocer de un vistazo pequeñas colecciones de objetos o para comparar magnitudes. Otros presentan problemas persistentes para recordar hechos numéricos básicos, como las tablas de multiplicar, y siguen recurriendo al conteo con los dedos en edades en que sus compañeros ya han automatizado esos resultados. Otros, en fin, confunden el valor posicional, invierten cifras o no logran ubicar números en una recta numérica.

Estas manifestaciones tienen consecuencias directas en las actividades gamificadas. Los juegos de cálculo rápido, las competencias cronometradas y las dinámicas que exigen recordar muchos datos numéricos constituyen barreras especialmente severas para estos estudiantes. Al mismo tiempo, los juegos con materiales concretos, con tiempo suficiente y con apoyos visuales pueden ofrecerles experiencias de éxito que rara vez encuentran en la clase tradicional, y contribuir a romper el círculo de la ansiedad matemática descrito en el primer capítulo.

Conviene subrayar que la discalculia no implica incapacidad para el razonamiento matemático. Muchos estudiantes con esta condición pueden comprender relaciones complejas, resolver problemas de lógica o razonar con solvencia en geometría, siempre que la tarea no dependa exclusivamente del cálculo rápido o de la memoria de hechos numéricos. El diseño lúdico inclusivo aprovecha estas fortalezas y

ofrece apoyos para las áreas de dificultad, en lugar de reducir la experiencia matemática del estudiante a sus déficits.

4.1.2. Juegos de correspondencia entre cantidades y símbolos numéricos

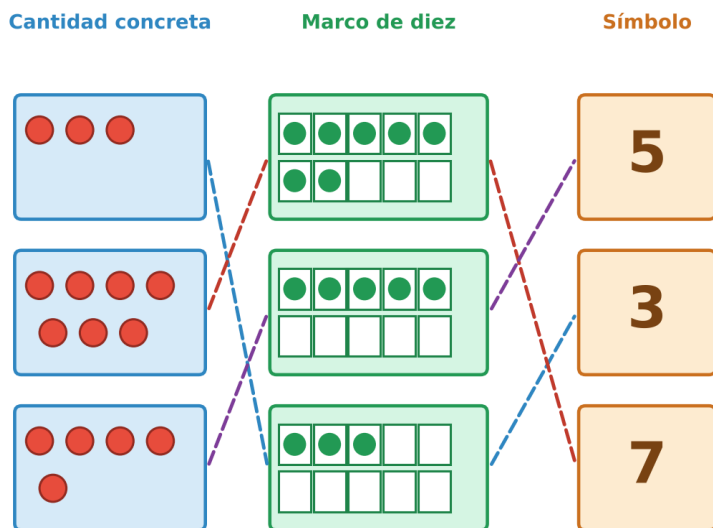
Una de las dificultades centrales en la discalculia es la conexión entre la cantidad, su representación visual y el símbolo numérico. Un estudiante puede contar correctamente cinco objetos, pero no asociar de manera estable el resultado con el numeral 5 ni con la palabra "cinco", o puede leer el numeral 8 sin evocar la magnitud que representa. Fortalecer estas conexiones es un objetivo prioritario de la intervención.

Los juegos de correspondencia trabajan precisamente este vínculo. En un juego de memoria, las cartas se emparejan cuando representan la misma cantidad en formatos distintos: una carta con cinco puntos, otra con la mano mostrando cinco dedos, otra con el numeral 5 y otra con la palabra escrita. En un dominó de cantidades, cada ficha tiene en un extremo una colección de objetos y en el otro un numeral, y las fichas se encadenan cuando la cantidad de un extremo coincide con el símbolo del siguiente. En un bingo de cantidades, el docente muestra una colección y los estudiantes marcan el numeral correspondiente en su cartón.

La Figura 12 presenta un ejemplo de este tipo de actividad. Cada cantidad aparece en tres representaciones: un conjunto de objetos concretos, una representación visual organizada en una tarjeta de puntos con estructura de diez, y el símbolo numérico. El estudiante debe unir las tres representaciones que corresponden a la misma cantidad. La organización de los puntos en marcos de cinco y de diez facilita la percepción de la cantidad sin necesidad de contar uno a uno, una habilidad que resulta especialmente difícil en la discalculia.

Figura 12

Ejemplo de actividad lúdica de correspondencia entre cantidades concretas, representaciones visuales y símbolos numéricos.



El estudiante une las tres representaciones que corresponden a la misma cantidad

Nota. Elaboración propia.

Estos juegos pueden graduarse con facilidad. En un nivel inicial se trabaja con cantidades hasta cinco, en las que la percepción inmediata es más sencilla; luego hasta diez, apoyándose en la estructura del marco de diez; y más adelante con números de dos cifras, incorporando la representación con decenas y unidades. La progresión debe ser lenta y respetar el ritmo de cada estudiante, con abundantes oportunidades de repetición en contextos variados para consolidar las conexiones.

4.1.3. Apoyos manipulativos para comprender operaciones aritméticas

Los materiales manipulativos constituyen uno de los apoyos más eficaces para estudiantes con dificultades en el aprendizaje de las operaciones. Permiten representar físicamente la acción de juntar, quitar, repartir o agrupar, y hacen visible lo que el algoritmo oculta. Alsina y Bosch (2022), en su propuesta de diez materiales esenciales para desarrollar el sentido numérico, destacan recursos como las regletas, los bloques de base diez, el ábaco y la recta numérica, y proponen actividades graduadas para distintas edades.



Cada operación se beneficia de representaciones manipulativas específicas. La suma puede representarse juntando colecciones o avanzando en una recta numérica. La resta puede representarse quitando elementos, comparando dos colecciones o retrocediendo en la recta.

La multiplicación puede representarse mediante grupos iguales o mediante disposiciones rectangulares de fichas. La división puede representarse repartiendo objetos en grupos iguales o formando grupos de un tamaño determinado. Comprender estas acciones antes de abordar los algoritmos ofrece una base conceptual sólida.

En el marco de la gamificación, los apoyos manipulativos pueden integrarse en la mecánica del juego sin que se perciban como una ayuda especial. Un juego de mercado en el que todos los estudiantes utilizan monedas y billetes de juguete para pagar y dar cambio permite que quienes necesitan el apoyo concreto lo usen con naturalidad, mientras que quienes ya calculan mentalmente pueden verificar sus resultados con el material. Esta normalización evita que el apoyo se convierta en un marcador de diferencia.

Un aspecto crucial es la transición desde lo manipulativo hacia lo simbólico. El material no debe convertirse en una dependencia permanente, sino en un puente hacia la representación abstracta. Para ello, conviene registrar sistemáticamente con símbolos lo que se ha hecho con el material, introducir progresivamente representaciones intermedias como dibujos o esquemas, y retirar gradualmente el apoyo físico a medida que el estudiante muestra comprensión. Este proceso puede requerir mucho más tiempo en estudiantes con dificultades específicas que en el resto del grupo.

4.1.4. Ajustes de complejidad ante dificultades matemáticas persistentes

Algunos estudiantes presentan dificultades matemáticas que persisten a pesar de la intervención. En estos casos, el docente debe ajustar la complejidad de las tareas para que el estudiante pueda participar y progresar, sin renunciar a los objetivos de aprendizaje esenciales. El

desafío consiste en encontrar el equilibrio entre la accesibilidad y la exigencia, evitando tanto la frustración por tareas inalcanzables como la simplificación excesiva analizada en el primer capítulo.

Los ajustes de complejidad pueden afectar a distintos aspectos de la tarea. Pueden reducirse los números implicados, por ejemplo trabajando con números hasta veinte en lugar de hasta cien, manteniendo el mismo tipo de problema. Puede reducirse el número de pasos de un problema, dividiéndolo en partes que se resuelven por separado. Puede reducirse la carga de memoria, ofreciendo tablas de referencia, calculadoras o tarjetas con hechos numéricos. Y puede ampliarse el tiempo disponible o el número de intentos permitidos.

Lo fundamental es que el ajuste afecte a las demandas accesorias de la tarea y no a su núcleo conceptual. Si el objetivo es comprender la proporcionalidad, el estudiante con dificultades de cálculo puede trabajar con una calculadora para concentrarse en el razonamiento proporcional, en lugar de perder la oportunidad de aprender el concepto por no dominar la multiplicación. Si el objetivo es resolver problemas de dos pasos, puede trabajar con números pequeños que no le exijan cálculos complejos. El ajuste preserva así el acceso al aprendizaje central.

En el diseño gamificado, los ajustes de complejidad pueden integrarse mediante niveles o rutas diferenciadas, tal como se planteó en el segundo capítulo. Un mismo desafío puede ofrecer una versión con números pequeños y otra con números grandes, ambas con el mismo valor dentro del juego. De este modo, el estudiante con dificultades persistentes participa en la misma misión que sus compañeros, contribuye al éxito del equipo y experimenta el logro, aunque trabaje con un nivel de complejidad ajustado.

4.1.5. Caso de intervención lúdica centrado en el sentido numérico

Se presenta a continuación un caso ilustrativo de intervención lúdica con un estudiante de tercer grado de educación básica, a quien se llamará Mateo. El docente observa que Mateo cuenta con los dedos para resolver sumas sencillas, confunde números como 31 y 13, no logra ubicar números en una recta numérica y muestra signos de ansiedad durante las actividades de cálculo. La evaluación psicopedagógica sugiere dificultades compatibles con una discalculia.

La intervención se organiza como una aventura de seis semanas llamada "El tesoro del pirata Cifras", que se desarrolla con todo el grupo pero incorpora ajustes para Mateo y para otros estudiantes con dificultades similares. En las primeras semanas, las misiones trabajan la correspondencia entre cantidades y símbolos mediante juegos de memoria y dominó. Luego se introducen los marcos de diez para la percepción de cantidades y la composición del diez. Más adelante, el valor posicional se trabaja con monedas de oro (unidades) y cofres que contienen diez monedas (decenas). En la etapa final, las misiones plantean problemas de suma y resta con apoyo de la recta numérica.

Durante toda la intervención, Mateo dispone de tiempo adicional, trabaja en un equipo cooperativo que lo apoya, utiliza materiales manipulativos sin restricción y recibe reconocimiento por su progreso respecto a su punto de partida. Las misiones no incluyen límites de tiempo ni eliminación, y el error se trata como una pista para el siguiente intento. El docente registra semanalmente su avance mediante observación y pequeñas tareas de comprobación integradas en el juego.

La Tabla 15 caracteriza esta intervención según las dificultades identificadas, los apoyos lúdicos y didácticos empleados y los resulta-

dos que se espera observar. Estos resultados esperados no constituyen una garantía, sino una orientación sobre los indicadores que el docente puede seguir para valorar la eficacia de la intervención y ajustarla si es necesario.

Tabla 15

Caracterización de una intervención lúdica para el sentido numérico: dificultades identificadas, apoyos y resultados esperados.

Dificultad identificada	Misión lúdica	Apoyos empleados	Resultado esperado
Conexión débil entre cantidad y símbolo	Memoria y dominó de cantidades	Tarjetas con objetos, puntos y numerales	Asocia de forma estable cantidades hasta 10 con su numeral
Conteo uno a uno para cantidades pequeñas	Juego de los marcos de diez	Marcos de cinco y de diez con fichas	Reconoce cantidades hasta 10 sin contar todos los elementos
Confusión en el valor posicional	Monedas y cofres del pirata	Material de base diez, tablero de decenas y unidades	Distingue 13 de 31 y explica el valor de cada cifra
Dificultad para ubicar números	Carrera en la recta del tesoro	Recta numérica graduada de gran tamaño	Ubica números hasta 50 con un margen de error reducido
Dependencia del conteo con los dedos	Misiones de suma con el diez	Composición del diez con regletas	Utiliza estrategias de completar el diez en sumas sencillas
Ansiedad ante el cálculo	Todas las misiones	Ausencia de tiempo límite, equipo cooperativo, error como pista	Participa sin conductas de evitación y expresa confianza

Nota. Caso ilustrativo de elaboración propia a partir de Silva Prieto et al. (2025) y Alsina y Bosch (2022).

4.2. Dinámicas matemáticas para estudiantes con TDAH

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad se caracteriza por dificultades persistentes en la atención sostenida, en el control de los impulsos y, en algunos casos, en la regulación de la actividad motora. En el aula de matemáticas, estas características se manifiestan en errores por descuido, dificultad para completar tareas largas, problemas para seguir instrucciones de varios pasos y tendencia a responder antes de terminar de leer un enunciado. Estas dificultades no reflejan falta de capacidad, sino un perfil de funcionamiento que requiere un entorno de aprendizaje adecuado.

4.2.1. Fragmentación de desafíos en misiones de corta duración

Una de las estrategias más eficaces para estudiantes con TDAH es la fragmentación de las tareas largas en unidades breves. La atención sostenida durante periodos prolongados constituye una dificultad central, por lo que una tarea de cuarenta minutos resulta mucho más exigente que cuatro tareas de diez minutos, aunque el contenido sea el mismo. La fragmentación reduce la demanda atencional y ofrece puntos de logro frecuentes que mantienen la motivación.

La gamificación se adapta de forma natural a esta estrategia, porque los juegos suelen organizarse en niveles, rondas o misiones de corta duración. Un problema matemático complejo puede dividirse en una serie de misiones encadenadas, cada una con un objetivo claro y alcanzable en pocos minutos. Al completar cada misión, el estudiante recibe una señal de logro y accede a la siguiente, lo que crea una sensación de avance constante.

La investigación en contextos ecuatorianos aporta evidencia en esta dirección. Soriano De La Cruz y Carrera Quimí (2023), en un estudio realizado en una institución educativa del cantón Salinas, concluyeron que las herramientas de gamificación contribuyen de forma esencial al rendimiento académico en matemáticas de los estudiantes con TDAH. Aunque se trata de un estudio cualitativo de alcance limitado, sus resultados coinciden con la idea de que las estructuras lúdicas breves y con retroalimentación frecuente favorecen la implicación de estos estudiantes.

La fragmentación debe hacerse con cuidado para no romper la coherencia del contenido. Las misiones breves deben estar conectadas por una narrativa o un propósito común, de modo que el estudiante perciba que forman parte de un mismo desafío. Al final de la secuencia, conviene incluir un momento de integración en el que se recapitula lo realizado y se muestra cómo cada misión contribuyó a resolver el problema global.

4.2.2. Organización visual de reglas y secuencias de participación

Los estudiantes con TDAH suelen tener dificultades para retener instrucciones verbales, especialmente cuando estas incluyen varios pasos o se presentan con rapidez. La organización visual de las reglas y de las secuencias de participación ofrece un apoyo externo que reduce la carga sobre la memoria de trabajo y permite que el estudiante consulte la información cuando la necesite.

La organización visual puede adoptar distintas formas. Un tablero de misiones muestra las tareas pendientes, la tarea en curso y las tareas completadas, de modo que el estudiante sepa en todo momento dónde se encuentra. Una tarjeta de reglas con pictogramas resume las nor-

mas del juego en pocas imágenes. Un temporizador visual, como un reloj de arena o una barra que se vacía, muestra el tiempo disponible sin necesidad de consultar un reloj. Una lista de verificación permite marcar los pasos completados de un procedimiento.

La Figura 13 representa una secuencia visual de misiones aritméticas breves. Cada misión se presenta con una instrucción simple, un tiempo estimado y un espacio para marcar su finalización. Entre las misiones se intercalan pausas activas breves, y al final de cada una se ofrece una retroalimentación inmediata. Esta organización convierte una sesión de práctica aritmética en una secuencia predecible y manejable.

Figura 13

Secuencia visual de misiones aritméticas breves con instrucciones, pausas y retroalimentación.



Instrucción breve · tiempo visible · casilla para marcar · pausa activa entre misiones

Nota. Elaboración propia.

La organización visual beneficia a muchos otros estudiantes además de quienes tienen TDAH. Los estudiantes con TEA encuentran en ella la previsibilidad que necesitan, los estudiantes con dificultades de comprensión lectora se apoyan en los pictogramas, y el grupo en general se beneficia de la claridad. Este es un ejemplo de cómo una adaptación pensada para un perfil concreto mejora la experiencia de todo el grupo.

4.2.3. Alternativas de movimiento durante las actividades matemáticas

La necesidad de movimiento es una característica frecuente en estudiantes con TDAH, especialmente en aquellos con predominio de la hiperactividad. Exigirles que permanezcan sentados y quietos durante largos periodos consume buena parte de sus recursos de autocontrol y reduce su disponibilidad para el aprendizaje. Incorporar el movimiento en las actividades matemáticas, en lugar de reprimirlo, puede mejorar su atención y su participación.

Existen muchas formas de integrar el movimiento en la gamificación matemática. Las misiones pueden distribuirse en distintas estaciones del aula, de modo que los equipos se desplacen entre ellas. Los juegos de recta numérica pueden realizarse en el suelo, con los estudiantes saltando de número en número. Las respuestas pueden darse con el cuerpo, por ejemplo colocándose en una zona del aula que representa "verdadero" o "falso". Las búsquedas del tesoro pueden extenderse al patio, combinando la orientación espacial con la resolución de problemas.

El movimiento también puede incorporarse de manera más sutil para no alterar la dinámica de todo el grupo. Un estudiante puede tener permiso para levantarse a buscar materiales, para trabajar de pie en una mesa alta o para utilizar objetos que le permitan mover las manos

mientras piensa. Asignarle roles que impliquen desplazamiento, como el de mensajero que lleva las soluciones al docente o el de encargado de distribuir materiales, canaliza su necesidad de movimiento de manera productiva.



Las pausas activas constituyen otro recurso valioso. Entre una misión y otra, una pausa de uno o dos minutos con un ejercicio físico breve, como contar saltos de dos en dos o representar con el cuerpo una figura geométrica, permite liberar energía y recuperar la atención. Estas pausas pueden integrarse en la narrativa del juego para que no se perciban como una interrupción, sino como parte de la aventura.

4.2.4. Retroalimentación inmediata y seguimiento de avances

Los estudiantes con TDAH se benefician especialmente de la retroalimentación inmediata. La demora entre la acción y sus consecuencias

dificulta que establezcan la relación entre ambas, y la retroalimentación diferida, como la corrección de una prueba días después, tiene un efecto limitado sobre su aprendizaje. Los juegos, con su respuesta instantánea a cada decisión, ofrecen un entorno particularmente adecuado para este perfil.

La retroalimentación inmediata puede ser automática o mediada por el docente. En los entornos digitales, el sistema indica al instante si la respuesta es correcta y puede ofrecer pistas cuando no lo es. En los juegos físicos, la retroalimentación puede incorporarse a la mecánica, como en los candados que solo se abren con la combinación correcta, o puede provenir de un compañero que actúa como verificador. En ambos casos, conviene que la retroalimentación sea formativa y no solo evaluativa, de acuerdo con lo planteado en el primer capítulo.

El seguimiento de avances complementa la retroalimentación inmediata con una visión de más largo plazo. Un registro visual del progreso, como una barra que se llena, una colección de insignias o un mapa en el que se marcan los territorios conquistados, permite al estudiante observar su avance acumulado y le ofrece metas a medio plazo. Este seguimiento contribuye a mantener la motivación más allá de cada misión concreta.

Es importante que el sistema de seguimiento valore el esfuerzo y la mejora, y no solo los aciertos. Los estudiantes con TDAH suelen tener historias de frustración escolar asociadas con errores por descuido, y un sistema que solo registre los aciertos puede reforzar esa frustración. Reconocer la perseverancia, la revisión de errores y el progreso respecto al propio punto de partida, como se propuso en el sistema de puntuación diferenciada del segundo capítulo, resulta especialmente valioso para este perfil.

4.2.5. Caso de resolución aritmética mediante desafíos secuenciales

Se presenta un caso ilustrativo con una estudiante de quinto grado, a quien se llamará Valentina, diagnosticada con TDAH de presentación combinada. Valentina comprende bien los conceptos matemáticos, pero comete numerosos errores por descuido, abandona las tareas largas antes de terminarlas y se levanta con frecuencia de su asiento. Sus calificaciones en matemáticas no reflejan su capacidad real, lo que genera en ella frustración y una creciente aversión a la asignatura.

La docente diseña una secuencia de desafíos para trabajar la resolución de problemas aritméticos de varios pasos, organizada como una "misión espacial" en la que cada problema resuelto permite avanzar una etapa del viaje. Cada problema se divide en misiones breves: leer y subrayar los datos, decidir las operaciones, calcular, verificar y comunicar la respuesta. Cada misión dura entre tres y cinco minutos, se presenta en una tarjeta visual y se marca al completarla. Entre los problemas se intercalan pausas activas de un minuto.

Valentina asume en su equipo el rol de verificadora, que la obliga a revisar con atención los cálculos de sus compañeros y, de este modo, a desarrollar hábitos de revisión que luego aplica a su propio trabajo. Dispone de un temporizador visual y puede trabajar de pie. La retroalimentación es inmediata en cada misión, y su progreso se registra en un mapa del viaje espacial que muestra las etapas recorridas.

La Tabla 16 presenta la organización de estos desafíos secuenciales, con los tiempos previstos, los apoyos empleados y los criterios de seguimiento. La flexibilidad en los tiempos es un elemento clave: los tiempos indicados son orientativos, y Valentina puede disponer de más tiempo si lo necesita, siempre que mantenga la estructura de misiones breves.

Tabla 16

Organización de desafíos aritméticos secuenciales con tiempos flexibles, apoyos y criterios de seguimiento.

Misión	Acción del estudiante	Tiempo orientativo	Apoyos	Criterio de seguimiento
1. Despegue	Leer el problema y subrayar los datos	3 minutos	Tarjeta con pasos, resaltador	Identifica todos los datos relevantes
2. Ruta	Decidir qué operaciones realizar y en qué orden	4 minutos	Esquema visual de problemas de dos pasos	Explica su plan antes de calcular
Pausa activa	Ejercicio físico breve	1 minuto	Indicación visual de pausa	Regresa a la tarea al terminar la pausa
3. Navegación	Realizar los cálculos	5 minutos	Papel cuadriculado, material concreto si lo necesita	Registra los cálculos de forma ordenada
4. Control	Verificar el resultado y su sentido	3 minutos	Lista de verificación, estimación previa	Detecta y corrige errores propios
5. Aterrizaje	Comunicar la respuesta con una frase completa	3 minutos	Modelo de respuesta	Responde a la pregunta del problema

Nota. Caso ilustrativo de elaboración propia a partir de Soriano De La Cruz y Carrera Quimí (2023).

4.3. Participación matemática de estudiantes con TEA

El trastorno del espectro autista se caracteriza por diferencias en la comunicación y la interacción social, junto con patrones de comportamiento, intereses o actividades restringidos y repetitivos, y con frecuencia por particularidades en el procesamiento sensorial. Se trata de un espectro muy amplio, que incluye desde personas con necesidades de apoyo intensas hasta personas con gran autonomía y capacidades destacadas en ciertas áreas. En matemáticas, algunos estudiantes

con TEA muestran fortalezas notables en el cálculo, la memoria o el reconocimiento de patrones, mientras que otros enfrentan dificultades considerables.

4.3.1. Anticipación de acontecimientos y reglas del juego

Muchos estudiantes con TEA experimentan ansiedad ante los cambios inesperados y ante las situaciones cuya estructura desconocen. Un juego nuevo, con reglas que se explican sobre la marcha y con giros sorpresivos, puede resultar para ellos una fuente de malestar más que de diversión. La anticipación, es decir, la información previa sobre lo que va a ocurrir, constituye un apoyo esencial para su participación.

La investigación sobre la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con TEA coincide en la importancia de los entornos estructurados. García Carmona et al. (2024), en una revisión sobre las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas en este alumnado, identifican la resolución de problemas como el área de mayor dificultad, vinculada con las funciones ejecutivas y con el lenguaje, y recomiendan entornos de aprendizaje estructurados, un lenguaje sencillo y claro y el uso de materiales sensoriales que favorezcan la comprensión de los conceptos.

La anticipación puede realizarse de varias formas. Antes de la sesión, el docente puede presentar al estudiante el juego que se va a realizar, mostrándole los materiales, explicándole las reglas y, si es posible, jugando una ronda de prueba. Una agenda visual de la sesión permite que el estudiante conozca la secuencia de actividades y su duración. Si el juego incluye elementos sorpresa, como cartas de evento o giros en la narrativa, conviene informar de antemano que existirán, aunque no se revele su contenido.

La estabilidad de las reglas es otro aspecto importante. Los estudiantes con TEA suelen valorar la coherencia y pueden sentirse muy incómodos cuando las reglas se modifican durante el juego o se aplican de manera inconsistente. Por ello, es recomendable que las reglas se establezcan claramente al inicio, se mantengan estables durante toda la actividad y, si es necesario cambiarlas, se anuncie el cambio con antelación y se explique su motivo.

4.3.2. Secuencias visuales para interpretar instrucciones matemáticas

Muchos estudiantes con TEA procesan mejor la información visual que la verbal. Las instrucciones orales extensas, con lenguaje figurado o con expresiones ambiguas, pueden resultarles difíciles de comprender, mientras que una secuencia de imágenes que muestra los pasos de una tarea les ofrece una referencia clara y estable. Las secuencias visuales constituyen, por tanto, uno de los apoyos más utilizados en la atención educativa a este alumnado.

En matemáticas, las secuencias visuales pueden emplearse para representar los pasos de un procedimiento, la estructura de un problema o las reglas de un juego. Un procedimiento de suma con reagrupación puede representarse mediante una serie de viñetas que muestran cada paso con material de base diez. Un problema puede acompañarse de un esquema que identifique los datos, la pregunta y la operación. Las reglas de un juego pueden presentarse como una tira de pictogramas que indica el orden de los turnos y las acciones permitidas.

Acevedo-Rincón et al. (2023), en un análisis de las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes

con TEA, identificaron entre los enfoques eficaces la enseñanza explícita de estrategias, los esquemas de resolución de problemas, los materiales manipulativos concretos y virtuales, la recta numérica y el modelado mediante video. Los autores advierten, sin embargo, que los materiales manipulativos pueden desencadenar en algunos estudiantes hiperfoco o perseveración, por lo que las actividades requieren objetivos claros, una estructura temporal definida e instrucciones explícitas.

El lenguaje de las instrucciones merece una atención especial. Muchos estudiantes con TEA interpretan el lenguaje de forma literal, de modo que expresiones como "echa una mano a tu compañero" o "el número que se esconde" pueden generar confusión. Las instrucciones deben formularse de manera directa, concreta y sin ambigüedades. Las narrativas lúdicas, que a menudo emplean lenguaje figurado, conviene revisarlas desde esta perspectiva y acompañarlas de explicaciones explícitas cuando sea necesario.

4.3.3. Ajustes sensoriales en entornos lúdicos interactivos

Muchas personas con TEA presentan particularidades en el procesamiento sensorial, que pueden manifestarse como hipersensibilidad, es decir, una respuesta intensa a estímulos que otros perciben como normales, o como hiposensibilidad, una respuesta reducida que lleva a buscar estímulos intensos. Estas particularidades afectan especialmente a la percepción auditiva, visual y táctil, y pueden convertir un entorno de juego ruidoso y lleno de estímulos en una experiencia abrumadora.

Los entornos lúdicos, por su propia naturaleza, tienden a generar estímulos intensos: el ruido de varios equipos jugando al mismo tiempo, los efectos sonoros de las aplicaciones, los colores brillantes de los

materiales, el contacto físico en los juegos de movimiento. Como se señaló en el primer capítulo al analizar la sobrecarga visual y auditiva, estas características pueden constituir barreras severas para algunos estudiantes. Los ajustes sensoriales buscan reducir esas barreras sin eliminar el carácter lúdico de la actividad.

Algunos ajustes sensoriales son sencillos de implementar. En el plano auditivo, pueden utilizarse auriculares con cancelación de ruido, establecerse un nivel de voz acordado o desactivarse los sonidos de las aplicaciones digitales. En el plano visual, pueden elegirse materiales con colores suaves, reducirse los elementos decorativos y organizarse el espacio de trabajo de manera ordenada. En el plano táctil, puede respetarse la preferencia del estudiante por ciertos materiales y evitarse los juegos que impliquen contacto físico no deseado.

Un recurso especialmente útil es el espacio de calma, una zona del aula a la que el estudiante puede retirarse temporalmente si se siente sobrecargado, sin que esto implique abandonar la actividad. Desde ese espacio puede seguir participando de otra forma, por ejemplo resolviendo la misión de manera individual con los mismos materiales, y regresar al equipo cuando se sienta preparado. Esta posibilidad de autorregulación favorece su permanencia en la experiencia colectiva.

4.3.4. Opciones de interacción individual y colectiva

La interacción social es uno de los aspectos en los que los estudiantes con TEA suelen experimentar mayores dificultades. Los juegos colectivos, que exigen comunicarse, negociar, esperar turnos e interpretar las intenciones de los demás, pueden resultarles exigentes y, en ocasiones, generar ansiedad. Al mismo tiempo, estos juegos ofrecen oportunidades valiosas para desarrollar habilidades sociales en un contexto estructurado.

La clave está en ofrecer opciones que permitan al estudiante regular el grado de interacción según su comodidad y sus necesidades. Una misma actividad puede plantear fases individuales, en las que cada estudiante trabaja por su cuenta, y fases colectivas, en las que se comparten los resultados. El estudiante puede comenzar trabajando en pareja con un compañero de confianza antes de integrarse en un equipo más amplio. Los roles dentro del equipo pueden asignarse de modo que su participación tenga un formato claro y previsible.

Los roles que se describieron en el segundo capítulo pueden adaptarse a las fortalezas de cada estudiante. Un estudiante con TEA con buena capacidad de cálculo y atención al detalle puede desempeñar con éxito el rol de calculista o de verificador, que implica una interacción estructurada y centrada en la tarea. Un estudiante con interés intenso por un tema, como los trenes, los planetas o los dinosaurios, puede encontrar una motivación especial si la narrativa del juego incorpora ese tema.

La interacción colectiva debe preparar también al resto del grupo. Los compañeros pueden aprender a comunicarse de manera clara y directa, a respetar los tiempos y las preferencias de cada uno y a valorar las contribuciones diferentes. Esta preparación beneficia al estudiante con TEA y, al mismo tiempo, desarrolla en todo el grupo actitudes de respeto y colaboración que constituyen en sí mismas un objetivo de la educación inclusiva.

4.3.5. Caso de razonamiento geométrico mediante juegos estructurados

Se presenta un caso ilustrativo con un estudiante de séptimo grado con TEA, a quien se llamará Samuel. Samuel muestra un interés intenso por los mapas y la arquitectura, tiene buena memoria visual y reconoce con

facilidad patrones geométricos. Sin embargo, le resulta difícil participar en actividades grupales, se agobia en ambientes ruidosos y tiene dificultades para comprender enunciados de problemas con lenguaje figurado.

El docente diseña un juego estructurado sobre las propiedades de los cuadriláteros, con la narrativa de un equipo de arquitectos que debe diseñar los planos de una ciudad. Cada misión consiste en identificar, construir o clasificar cuadriláteros según sus propiedades para ubicar edificios en el plano. La secuencia de misiones se presenta en una agenda visual, las reglas se explican con pictogramas y se juega una ronda de prueba antes de comenzar.

Samuel trabaja inicialmente en pareja con un compañero con quien tiene buena relación y asume el rol de dibujante de planos, que aprovecha su fortaleza visual. Utiliza auriculares para reducir el ruido ambiental y dispone de un espacio de calma. Las instrucciones de cada misión se formulan de manera literal y se acompañan de imágenes. A medida que avanza la secuencia, se le invita a compartir sus planos con otros equipos en una fase de presentación estructurada.

La Tabla 17 caracteriza este juego geométrico según los ajustes sensoriales, comunicativos y de interacción que incorpora. La tabla puede servir como modelo para el diseño de otras actividades con estudiantes con TEA, adaptando los ajustes a las características particulares de cada estudiante.

Tabla 17

Caracterización de un juego geométrico estructurado con ajustes sensoriales, comunicativos y de interacción.

Dimensión	Barrera posible	Ajuste incorporado	Indicador de participación
Anticipación	Ansiedad ante lo desconocido	Agenda visual, ronda de prueba, reglas estables	Inicia la actividad sin signos de malestar
Comunicación	Dificultad con lenguaje figurado	Instrucciones literales con imágenes	Comprende la misión sin aclaraciones adicionales
Sensorial auditiva	Sobrecarga por ruido ambiental	Auriculares, nivel de voz acordado	Permanece en la actividad durante toda la sesión
Sensorial visual	Exceso de estímulos en los materiales	Planos con colores suaves y diseño ordenado	Se concentra en las propiedades geométricas
Interacción	Dificultad en el trabajo grupal	Trabajo inicial en pareja, rol de dibujante	Colabora con su pareja y luego con el equipo
Motivación	Desinterés ante temas ajenos	Narrativa vinculada con mapas y arquitectura	Muestra implicación y propone ideas
Autorregulación	Sobrecarga emocional	Espacio de calma sin abandono de la tarea	Regresa al grupo tras usar el espacio de calma

Nota. Caso ilustrativo de elaboración propia a partir de Acevedo-Rincón et al. (2023) y García Carmona et al. (2024).

4.4. Accesibilidad de los juegos matemáticos ante discapacidades sensoriales y motrices

Las discapacidades sensoriales, visuales y auditivas, y las discapacidades motrices plantean barreras de acceso a los materiales, a la información y a las formas de interacción que caracterizan a muchos juegos matemáticos. A diferencia de otras condiciones, estas barreras no afectan necesariamente a la comprensión matemática, sino a los

canales por los que se recibe la información y se expresan las respuestas. La accesibilidad consiste, precisamente, en ofrecer canales alternativos que permitan a estos estudiantes participar en igualdad de condiciones.

4.4.1. Materiales táctiles para la representación de conceptos matemáticos

Para los estudiantes con ceguera o baja visión, el tacto constituye un canal fundamental de acceso a la información matemática. Las formas, las cantidades, las relaciones espaciales y los gráficos pueden representarse mediante materiales en relieve, con texturas diferenciadas o con piezas manipulables. Estos materiales permiten explorar los conceptos con las manos y construir representaciones mentales a partir de la experiencia táctil.

La investigación en este campo pone de manifiesto tanto las posibilidades como las carencias existentes. Llamazares de Prado y Arias Gago (2022), en una revisión sistemática sobre la enseñanza de las matemáticas a estudiantes invidentes, señalan que la investigación en lengua española es escasa, que la enseñanza eficaz requiere la cooperación entre familias y escuela, y que el profesorado carece con frecuencia de formación especializada y de materiales adaptados. Los autores también advierten que muchos estudios no distinguen entre baja visión y ceguera total, lo que dificulta extraer orientaciones específicas.

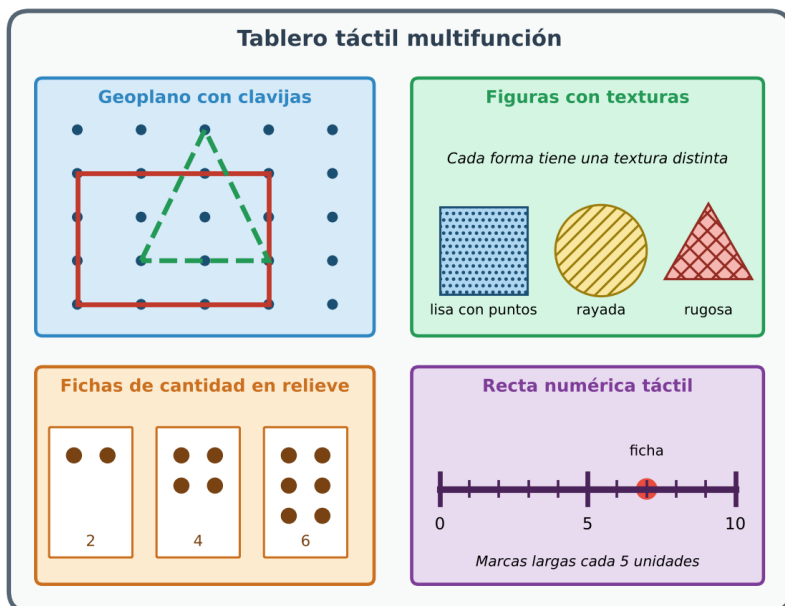
Existen numerosos materiales táctiles útiles para la gamificación matemática. Los geoplanos permiten construir figuras con gomas elásticas y explorar sus propiedades. Las regletas con texturas diferentes para cada longitud facilitan el trabajo con cantidades y operaciones.

Los dados y las cartas con puntos en relieve o en braille permiten participar en juegos de azar. Las rectas numéricas con marcas en relieve y los planos de coordenadas con clavijas permiten trabajar la ubicación y el desplazamiento. Los gráficos en relieve, elaborados con cuerdas, pegamento o papel especial, permiten interpretar datos.

La Figura 14 presenta un ejemplo de material matemático táctil accesible para explorar formas, cantidades y relaciones espaciales. El material combina un tablero con relieve, figuras geométricas con texturas diferenciadas, fichas de cantidades con puntos en relieve y una recta numérica con marcas táctiles. Este tipo de material, que puede elaborarse con recursos sencillos, permite que un estudiante con discapacidad visual participe en los mismos juegos que sus compañeros, y resulta además atractivo y útil para todo el grupo.

Figura 14

Ejemplo de material matemático táctil accesible para explorar formas, cantidades y relaciones espaciales.



Nota. Elaboración propia.

4.4.2. Alternativas auditivas para interpretar información numérica

Las alternativas auditivas constituyen un complemento esencial de los materiales táctiles para los estudiantes con discapacidad visual. La información que en los juegos suele presentarse de forma visual, como los números de un dado, las instrucciones de una tarjeta o los resultados de un gráfico, puede transmitirse también de forma oral o sonora. Estas alternativas permiten que el estudiante acceda a la información sin depender de la vista.

En los juegos físicos, las alternativas auditivas pueden ser tan sencillas como que un compañero lea en voz alta el resultado del dado o el contenido de una carta. Existen también dados parlantes, calculadoras con voz y relojes que anuncian la hora. En los entornos digitales, los lectores de pantalla permiten que el estudiante escuche el contenido de la interfaz, siempre que la aplicación haya sido diseñada de forma accesible, con etiquetas adecuadas para cada elemento.

La información numérica más compleja, como los gráficos estadísticos o las funciones, puede representarse también mediante sonido. La sonificación de datos asigna a cada valor un tono más agudo o más grave, de modo que el estudiante puede "escuchar" la forma de una gráfica, percibir si una función crece o decrece, o identificar el valor máximo de un conjunto de datos. Aunque se trata de un recurso todavía poco extendido, ofrece posibilidades interesantes para la accesibilidad de los contenidos estadísticos y algebraicos.

Para los estudiantes con discapacidad auditiva, en cambio, la información auditiva debe complementarse con alternativas visuales. Las instrucciones orales deben acompañarse de texto o de pictogramas, las señales sonoras del juego deben tener un equivalente visual y, cuando el estudiante se comunica en lengua de señas, conviene contar con un intérprete o con materiales en esa lengua. La comunicación matemática con estudiantes sordos requiere, además, atención al vocabulario específico, que no siempre tiene un signo establecido.

4.4.3. Sistemas visuales de apoyo y comunicación accesible

Los sistemas visuales de apoyo cumplen una doble función. Para los estudiantes con discapacidad auditiva, sustituyen o complementan la información que habitualmente se transmite de forma oral. Para los es-

tudiantes con dificultades de comunicación, como algunos estudiantes con TEA o con trastornos del lenguaje, ofrecen un medio para comprender y para expresarse. En ambos casos, amplían las posibilidades de participación en los juegos matemáticos.

Entre los sistemas visuales más utilizados se encuentran los pictogramas, que representan conceptos y acciones mediante imágenes simples; los tableros de comunicación, que reúnen pictogramas organizados para que el estudiante señale lo que quiere decir; los subtítulos en los materiales audiovisuales; y las señales visuales que sustituyen a las sonoras, como luces o tarjetas de colores que indican el inicio y el final de un turno. En matemáticas, estos sistemas pueden incluir pictogramas específicos para las operaciones, los conceptos geométricos y las acciones del juego.

Los sistemas de comunicación aumentativa y alternativa permiten a los estudiantes que no se comunican mediante el habla, o que lo hacen con dificultad, participar activamente en las dinámicas colectivas. En un juego matemático, un estudiante puede responder señalando un número en un tablero, seleccionando una opción en una tableta con voz sintética o utilizando tarjetas con respuestas predefinidas. Estas alternativas deben estar disponibles desde el diseño del juego y no improvisarse en el momento.

La comunicación accesible beneficia a todo el grupo. Las instrucciones acompañadas de pictogramas son más fáciles de comprender para todos los estudiantes, las señales visuales reducen el ruido del aula y los tableros de comunicación pueden utilizarse como apoyo para quienes tienen dificultades para expresar su razonamiento matemático. Una vez más, se confirma que el diseño pensado para la diversidad mejora la experiencia colectiva.

4.4.4. Adaptaciones de interacción para estudiantes con limitaciones motrices

Las limitaciones motrices pueden afectar a la motricidad gruesa, es decir, a los desplazamientos y los movimientos amplios, o a la motricidad fina, es decir, a la manipulación de objetos pequeños, la escritura y el uso de dispositivos. En los juegos matemáticos, estas limitaciones pueden dificultar acciones como lanzar dados, mover fichas, escribir respuestas, manipular materiales o desplazarse entre estaciones. Las adaptaciones de interacción buscan ofrecer formas alternativas de realizar estas acciones.

Para las limitaciones de motricidad fina, existen adaptaciones sencillas y eficaces. Los dados pueden sustituirse por dados de mayor tamaño, por dados dentro de un recipiente transparente que se agita o por aplicaciones de dados digitales. Las fichas pequeñas pueden sustituirse por fichas grandes con agarradores o por tableros magnéticos. La escritura puede sustituirse por respuestas orales, por la selección de opciones o por el uso de dispositivos con teclados adaptados. Los materiales pueden fijarse a la mesa con superficies antideslizantes para facilitar su manipulación.

Para las limitaciones de motricidad gruesa, los juegos que implican desplazamientos deben adaptarse para que el estudiante pueda participar sin necesidad de moverse o con desplazamientos accesibles. Las estaciones de trabajo pueden ubicarse a la altura adecuada y en espacios accesibles con silla de ruedas. Los juegos de recta numérica en el suelo pueden trasladarse a un tablero sobre la mesa. El estudiante puede asumir roles que no requieran desplazamiento, como el de guía que da instrucciones a un compañero que se mueve por el espacio.

Las tecnologías de apoyo amplían considerablemente las posibilidades de interacción. Los conmutadores, los dispositivos de seguimiento ocular, los punteros de cabeza y el reconocimiento de voz permiten a estudiantes con limitaciones motrices severas interactuar con aplicaciones digitales. Si bien estas tecnologías requieren una inversión y una formación específicas, su incorporación en los entornos gamificados puede hacer posible la participación de estudiantes que, de otro modo, quedarían excluidos.

4.4.5. Caso de participación matemática mediante desafíos multimodales

Se presenta un caso ilustrativo en un grupo de sexto grado que incluye a una estudiante con baja visión, a quien se llamará Camila, y a un estudiante con parálisis cerebral que afecta a su motricidad fina, a quien se llamará Andrés. El docente diseña una secuencia de desafíos sobre fracciones con la narrativa de un "festival de cocina", en el que los equipos deben preparar recetas ajustando las cantidades de los ingredientes.

Los desafíos se diseñan de forma multimodal desde el inicio. Las recetas se presentan en texto ampliado con alto contraste, en versión auditiva grabada y con pictogramas de los ingredientes. Las fracciones se representan con círculos y barras de fracciones con texturas diferenciadas para cada denominador, que Camila puede explorar con las manos. Las barras son de gran tamaño y tienen agarradores, lo que permite a Andrés manipularlas. Las respuestas pueden darse por escrito, de forma oral o seleccionando tarjetas.

En los equipos, Camila asume el rol de lectora de la receta, apoyándose en la versión auditiva y en el texto ampliado, y Andrés el de estratega, que propone cómo ajustar las cantidades. Ambos participan en

todas las fases del juego con sus compañeros, y sus aportaciones son necesarias para el éxito del equipo. La evaluación del aprendizaje se realiza mediante tareas que admiten distintas formas de respuesta.

La Tabla 18 sistematiza las adaptaciones de acceso y de respuesta empleadas en este caso, organizadas según las necesidades sensoriales y motrices. La tabla muestra que una misma actividad puede incorporar múltiples adaptaciones simultáneas sin perder su coherencia, y que muchas de ellas resultan útiles para otros estudiantes del grupo.

Tabla 18
Adaptaciones de acceso y respuesta en juegos matemáticos para diferentes necesidades sensoriales y motrices.

Necesidad	Adaptación de acceso a la información	Adaptación de respuesta	Beneficio para el resto del grupo
Ceguera	Materiales en relieve y braille, descripción oral, lector de pantalla	Respuesta oral, manipulación de piezas táctiles	Materiales manipulativos enriquecen la comprensión de todos
Baja visión	Texto ampliado, alto contraste, versión auditiva	Escritura en formato ampliado, respuesta oral	Mayor legibilidad de los materiales
Discapacidad auditiva	Instrucciones escritas, pictogramas, señales visuales, intérprete de lengua de señas	Respuesta escrita o mediante tarjetas	Instrucciones más claras y aula menos ruidosa
Limitación de motricidad fina	Materiales de gran tamaño con agarradores, superficies antideslizantes	Respuesta oral, selección de tarjetas, teclado adaptado	Materiales más fáciles de manipular para todos
Limitación de motricidad gruesa	Estaciones accesibles, tableros sobre la mesa	Rol de guía, uso de tecnologías de apoyo	Diversificación de los roles de participación
Dificultades de comunicación	Tableros de comunicación, pictogramas	Señalar opciones, comunicación aumentativa	Apoyo visual para expresar el razonamiento

Nota. Caso ilustrativo de elaboración propia a partir de Llamazares de Prado y Arias Gago (2022) y De la Fuente-González et al. (2025).

4.5. Gamificación en grupos con diferentes ritmos y niveles de dominio matemático

Toda aula reúne estudiantes con diferentes ritmos de aprendizaje y niveles de dominio matemático, con independencia de que alguno de ellos tenga una condición diagnosticada. En un mismo grupo pueden coexistir estudiantes que todavía consolidan contenidos de cursos anteriores, estudiantes que avanzan según lo previsto y estudiantes que dominan el contenido con holgura y necesitan desafíos adicionales. La gamificación ofrece herramientas para atender esta heterogeneidad sin fragmentar al grupo.

4.5.1. Retos de profundización para estudiantes con altas capacidades

Los estudiantes con altas capacidades matemáticas forman parte de la diversidad del aula y tienen también necesidades educativas que deben atenderse. Cuando las tareas son demasiado sencillas para ellos, pueden aburrirse, desmotivarse o desarrollar hábitos de trabajo superficiales, porque nunca han tenido que esforzarse. La atención a estos estudiantes no consiste en darles más ejercicios del mismo tipo, sino en ofrecerles retos de mayor profundidad.

El talento matemático se caracteriza por rasgos específicos que van más allá de la rapidez en el cálculo. Ureña Alpízar et al. (2024), en un estudio con estudiantes de secundaria admitidos en un programa de talento matemático y estudiantes no admitidos, observaron que, aunque todos aplicaban estrategias eficientes ante un problema de generalización en un contexto funcional, los estudiantes del programa se distinguían por identificar regularidades completas y representar sus generalizaciones de forma simbólica, con estructuras más variadas, coherentes y complejas.

Estos rasgos orientan el diseño de los retos de profundización. En lugar de problemas rutinarios, conviene ofrecer problemas abiertos que admitan varias soluciones, problemas que exijan generalizar y justificar, problemas que conecten distintos campos de la matemática y problemas que inviten a formular nuevas preguntas. En el marco de la gamificación, estos retos pueden presentarse como misiones secretas, niveles ocultos o desafíos de experto que se desbloquean al completar las misiones principales.

Los retos de profundización deben estar conectados con el trabajo del resto del grupo, de modo que el estudiante con altas capacidades no quede aislado. Una forma de lograrlo es que el reto de profundización se vincule con la misión común, por ejemplo pidiendo una generalización del problema que todos han resuelto. Otra es que el estudiante comparta sus hallazgos con el grupo en la puesta en común, lo que enriquece la comprensión de todos y desarrolla en él la capacidad de comunicar ideas complejas.

4.5.2. Actividades con distintos grados de complejidad matemática

Las actividades con distintos grados de complejidad permiten que estudiantes con diferentes niveles de dominio trabajen sobre un mismo contenido. A diferencia de la separación en grupos de nivel, que asigna tareas distintas a grupos distintos, este enfoque propone una misma actividad con variantes de complejidad que los estudiantes pueden elegir o que el docente asigna con flexibilidad.

Existen varias estrategias para diseñar actividades con distintos grados de complejidad. Una es la de las tareas escalonadas, que presentan un mismo problema en varias versiones de dificultad creciente. Otra es la de las tareas de suelo bajo y techo alto, que pueden iniciarse

con conocimientos mínimos pero admiten un desarrollo muy profundo, como el problema de encontrar todas las formas de descomponer un número. Una tercera es la de los menús de actividades, en los que el estudiante elige entre varias tareas de distinta exigencia para alcanzar un objetivo común.

La elección por parte del estudiante tiene un valor educativo importante, porque desarrolla su capacidad de autoevaluación y su autonomía. Sin embargo, algunos estudiantes tienden a elegir sistemáticamente las tareas más sencillas por inseguridad, y otros las más difíciles por presión social. Por ello, conviene que el docente acompañe la elección, oriente a cada estudiante hacia el nivel adecuado y anime a asumir retos progresivamente mayores.

En la gamificación, los distintos grados de complejidad pueden integrarse en la estructura de niveles descrita en el segundo capítulo, con múltiples puntos de entrada y rutas diferenciadas. Lo esencial es que todas las variantes tengan valor dentro del juego y contribuyan al objetivo común, de modo que ningún estudiante perciba que su participación es menos importante por trabajar en un nivel de complejidad distinto.

4.5.3. Misiones que admiten múltiples estrategias de resolución

Las misiones que admiten múltiples estrategias de resolución constituyen una de las herramientas más poderosas para atender a la heterogeneidad del aula. Cuando un problema puede resolverse de varias formas, desde el conteo directo hasta la formulación algebraica, cada estudiante puede abordarlo con las herramientas de que dispone. Todos llegan a la misma meta, pero por caminos adaptados a su nivel de dominio.

Considérese una misión en la que los equipos deben averiguar cuántos apretones de manos se producen si diez personas se saludan entre sí una sola vez. Un estudiante puede dramatizar la situación con sus compañeros y contar los apretones. Otro puede dibujar diez puntos y trazar las líneas que los unen. Otro puede organizar la información en una tabla y descubrir el patrón. Otro puede razonar que cada persona saluda a nueve y que cada saludo se cuenta dos veces, llegando a la expresión $10 \times 9 \div 2$. Un estudiante con altas capacidades puede generalizar la fórmula para n personas.

La riqueza de estas misiones se aprovecha plenamente en la puesta en común, cuando los estudiantes comparan sus estrategias. Los estudiantes que utilizaron estrategias concretas pueden comprender cómo se conectan con las más abstractas, y los que utilizaron estrategias abstractas pueden ver su significado en las representaciones concretas. Este intercambio, que se analizó en el segundo capítulo como contraste de soluciones, permite que cada estudiante avance desde su propio nivel.

El sistema de reconocimiento del juego debe valorar todas las estrategias válidas, y no solo las más sofisticadas. Un estudiante que resuelve el problema dibujando merece el mismo reconocimiento por llegar a la solución que otro que utiliza una fórmula. Las bonificaciones pueden asociarse con la explicación clara de la estrategia, con la conexión entre estrategias o con la generalización, de modo que todos los estudiantes encuentren formas de destacar.

4.5.4. Colaboración entre estudiantes con diferentes niveles de desempeño

La colaboración entre estudiantes con diferentes niveles de desempeño es una de las claves de la educación inclusiva. Cuando se organiza adecuadamente, beneficia tanto a los estudiantes con menor dominio, que reciben apoyo y explicaciones de sus compañeros, como a los de mayor dominio, que consolidan su comprensión al explicar y desarrollan habilidades sociales. La heterogeneidad se convierte así en un recurso para el aprendizaje de todos.

La investigación sobre aprendizaje cooperativo en matemáticas respalda estos beneficios. Abalo Paladines y Jaramillo Serrano (2024) encontraron que el aprendizaje cooperativo mejoró el rendimiento académico en la resolución de ecuaciones lineales, aumentó la motivación, redujo la ansiedad y fortaleció las habilidades sociales y la participación de los estudiantes. Estos resultados sugieren que la cooperación tiene efectos que van más allá del rendimiento y que alcanzan la dimensión afectiva y social del aprendizaje.

La colaboración entre estudiantes con distintos niveles requiere, sin embargo, una estructura que evite los riesgos señalados en el segundo capítulo: que los estudiantes más hábiles asuman todo el trabajo o que los menos hábiles se limiten a observar. La interdependencia positiva, los roles diferenciados, la responsabilidad individual y la valoración del aporte de cada miembro son condiciones necesarias para que la colaboración funcione. La tutoría entre iguales, en la que un estudiante asume temporalmente el papel de tutor de otro, puede ser también eficaz si se rota el papel y se prepara a los tutores.

López-Marí et al. (2022) identificaron la personalización de los objetivos como uno de los elementos que facilitan la inclusión del alumnado con necesidades específicas en las aulas gamificadas. En un

equipo heterogéneo, la personalización puede consistir en que cada miembro tenga un objetivo propio adaptado a su nivel, además del objetivo común del equipo. Así, el éxito colectivo depende de que cada uno alcance su meta personal, lo que da valor a la contribución de todos.

4.5.5. Caso integrador de gamificación en un aula matemáticamente heterogénea

Se presenta un caso ilustrativo que integra muchos de los elementos analizados en este capítulo. Se trata de un grupo de octavo grado de treinta estudiantes, entre los que se encuentran una estudiante con discalculia, un estudiante con TDAH, una estudiante con TEA, un estudiante con baja visión y dos estudiantes con altas capacidades matemáticas, además de estudiantes con diferentes ritmos de aprendizaje. El docente diseña una unidad gamificada sobre proporcionalidad con la narrativa de una "expedición comercial" por distintas ciudades.

La unidad se organiza en cinco misiones principales, cada una con tres niveles de complejidad: un nivel con números pequeños y apoyos concretos, un nivel con números habituales y un nivel con situaciones abiertas. Cada misión incluye además un reto de profundización para quienes completen el nivel superior. Los equipos son heterogéneos y cada miembro asume un rol que rota en cada misión. El sistema de puntuación valora el avance individual, la explicación de estrategias y el aporte al equipo.

Las adaptaciones específicas se integran en la estructura general. La estudiante con discalculia dispone de calculadora y de tablas de proporcionalidad como apoyo, de modo que puede concentrarse en el razonamiento proporcional. El estudiante con TDAH trabaja con misiones fragmentadas y un temporizador visual, y asume roles que implican

movimiento. La estudiante con TEA dispone de una agenda visual, de instrucciones literales y de un espacio de calma. El estudiante con baja visión recibe los materiales en formato ampliado y en versión auditiva. Los estudiantes con altas capacidades acceden a los retos de profundización y comparten sus hallazgos en las puestas en común.

La Tabla 19 presenta la matriz de este caso integrador, con los niveles de desafío, las alternativas de resolución y los apoyos diferenciados de cada misión. La matriz muestra cómo una misma unidad gamificada puede atender a una gran diversidad de necesidades sin fragmentar al grupo, manteniendo un núcleo conceptual común y ofreciendo a cada estudiante el camino y los apoyos que necesita.

Tabla 19

Matriz de un caso integrador de gamificación con niveles de desafío, alternativas de resolución y apoyos diferenciados.

Misión	Nivel inicial	Nivel intermedio	Nivel avanzado	Alternativas de resolución	Apoyos diferenciados
1. El mercado de especias	Completar tablas de precios con números pequeños	Calcular precios para cantidades variadas	Comparar ofertas y justificar la más conveniente	Tabla, reducción a la unidad, regla de tres	Calculadora, tablas impresas, texto ampliado
2. La ruta de las caravanas	Calcular distancias en un mapa con escala sencilla	Usar escalas con decimales	Diseñar un mapa a escala propia	Medición directa, cálculo, representación gráfica	Mapa táctil, regla con relieve, agenda visual
3. El cambio de monedas	Cambiar monedas con tasas enteras	Cambiar con tasas decimales	Analizar si un cambio en cadena conviene	Material concreto, multiplicación, gráfica	Monedas de juguete, temporizador visual
4. Las recetas del puerto	Duplicar o reducir a la mitad una receta	Ajustar recetas a cualquier número de comensales	Detectar relaciones no proporcionales	Dibujos, tablas, factor constante	Pictogramas, instrucciones literales
5. El informe de la expedición	Presentar un resultado de la expedición	Explicar una estrategia empleada	Generalizar la relación de proporcionalidad	Exposición oral, cartel, expresión algebraica	Comunicación aumentativa, formato ampliado

Nota. Caso ilustrativo de elaboración propia a partir de Ureña Alpízar et al. (2024), Abalo Paladines y Jaramillo Serrano (2024) y López-Marí et al. (2022).

Las adaptaciones presentadas en este capítulo muestran que la gamificación puede responder a necesidades muy diversas cuando se diseña con conocimiento de cada perfil y con la voluntad de mantener a todos los estudiantes dentro de la experiencia colectiva. Sin embargo, el diseño y la adaptación no bastan por sí solos: es necesario comprobar si las propuestas logran los aprendizajes y la participación que pretenden. El último capítulo se ocupa de esa tarea, presentando criterios, instrumentos y estudios de caso para valorar las evidencias de aprendizaje, participación y efectividad de la gamificación matemática.

Capítulo 5

Evidencias de Aprendizaje, Participación y Efectividad de la Gamificación Matemática



CAPÍTULO V

Evidencias de Aprendizaje, Participación y Efectividad de la Gamificación Matemática

A LO LARGO DE los capítulos anteriores se han presentado fundamentos, herramientas de diseño, desafíos para los distintos campos del pensamiento matemático y adaptaciones para la diversidad del aula. Queda una pregunta decisiva: ¿cómo saber si todo ello funciona? La gamificación suele generar entusiasmo inmediato, y es fácil confundir ese entusiasmo con aprendizaje. Un grupo que se divierte, que participa con energía y que pide repetir la actividad no necesariamente ha comprendido mejor el contenido matemático, ni ha avanzado hacia una participación más equitativa.

Este capítulo se ocupa de la evaluación de la gamificación matemática en contextos inclusivos. Su propósito es ofrecer al docente y al investigador criterios para examinar los resultados, instrumentos para valorar el progreso matemático y la participación, orientaciones para asegurar la consistencia de las evidencias y un conjunto de estudios de caso que ilustran cómo se integra todo ello en la práctica. La evaluación se entiende aquí en un doble sentido: como herramienta para mejorar las propuestas mientras se desarrollan y como medio para determinar si cumplen sus propósitos.

La revisión sistemática de Prieto Andreu (2022), que analizó 85 estudios sobre la evaluación de propuestas de gamificación en siete disciplinas educativas, entre ellas las matemáticas, encontró que el aprendizaje y la motivación eran las variables más evaluadas y que todos los resultados reportados eran positivos. Esta unanimidad, lejos de tranquilizar, invita a la cautela: sugiere la necesidad de diseños de evaluación más rigurosos, capaces de distinguir los efectos reales de los efectos aparentes. Esa es la orientación que guía este capítulo.

5.1. Criterios para examinar los resultados de la gamificación matemática

Evaluar una propuesta gamificada exige, en primer lugar, decidir qué se considera un buen resultado. Esta decisión no es técnica, sino pedagógica, y debe tomarse antes de diseñar los instrumentos. Si no se definen con claridad los criterios, se corre el riesgo de medir lo que es fácil de medir, como la satisfacción o el número de puntos obtenidos, en lugar de lo que realmente importa, como la comprensión conceptual o la equidad en la participación.

5.1.1. Delimitación de indicadores de comprensión conceptual

La comprensión conceptual es el objetivo central de la enseñanza de las matemáticas. Comprender un concepto implica algo más que recordar su definición o aplicar un procedimiento: supone reconocerlo en distintas representaciones, relacionarlo con otros conceptos, usarlo en situaciones nuevas y explicar por qué funciona. Por ello, los indicadores de comprensión conceptual deben ir más allá de la corrección de las respuestas en ejercicios rutinarios.

Algunos indicadores útiles de comprensión conceptual son los siguientes. El estudiante puede representar el concepto de varias maneras y pasar de una representación a otra. Puede explicar con sus propias palabras el significado del concepto. Puede identificar ejemplos y contraejemplos. Puede aplicar el concepto en situaciones que no ha visto antes. Puede justificar por qué un procedimiento funciona. Y puede detectar errores en razonamientos que involucran el concepto. Cada uno de estos indicadores puede traducirse en tareas concretas de evaluación.

La delimitación de indicadores debe hacerse para cada contenido específico. En el caso de las fracciones, por ejemplo, los indicadores podrían incluir representar una fracción con un dibujo, con una recta numérica y con símbolos; comparar fracciones con distinto denominador justificando la respuesta; reconocer fracciones equivalentes en distintas representaciones; y resolver problemas de reparto no vistos previamente. Esta concreción permite diseñar instrumentos que evalúen realmente la comprensión y no solo la ejecución mecánica.

En los contextos inclusivos, los indicadores de comprensión deben admitir distintas formas de evidencia. Un estudiante puede mostrar que comprende la equivalencia de fracciones construyéndolas con material, otro dibujándolas y otro expresándolas con símbolos. Si el indicador exige una única forma de respuesta, por ejemplo la escritura simbólica, se corre el riesgo de confundir la dificultad para expresar con la falta de comprensión. La flexibilidad en las formas de evidencia es coherente con los principios de diseño desarrollados en los capítulos anteriores.

5.1.2. Diferenciación entre participación lúdica y aprendizaje matemático

Una de las confusiones más frecuentes en la evaluación de la gamificación es la que identifica la participación en el juego con el aprendizaje matemático. Un estudiante puede participar con entusiasmo, acumular puntos y completar todas las misiones sin haber comprendido el contenido, por ejemplo si la mecánica del juego le permite avanzar mediante el ensayo y error sin razonar. A la inversa, un estudiante puede aprender mucho aunque su participación visible haya sido discreta.

La participación lúdica y el aprendizaje matemático son, por tanto, dimensiones distintas que deben evaluarse por separado. La participación lúdica incluye indicadores como el tiempo de implicación en la tarea, el número de misiones completadas, la frecuencia de las intervenciones o la satisfacción expresada. El aprendizaje matemático incluye indicadores como la comprensión conceptual, la precisión de los procedimientos, la calidad de la argumentación y la capacidad de transferencia. Ambas dimensiones son valiosas, pero no son intercambiables.

La Figura 15 representa un modelo de diferenciación entre ambas dimensiones. Los indicadores de participación en el juego se sitúan en un eje y las evidencias de aprendizaje matemático en otro, lo que permite identificar cuatro situaciones: alta participación con alto aprendizaje, que constituye el objetivo; alta participación con bajo aprendizaje, que indica un juego atractivo pero desconectado del contenido; baja participación con alto aprendizaje, que sugiere un contenido bien trabajado pero una experiencia poco motivadora; y baja participación con bajo aprendizaje, que señala la necesidad de un rediseño completo.

Figura 15

Modelo de diferenciación entre indicadores de participación en el juego y evidencias de aprendizaje matemático.



Nota. Elaboración propia.

Este modelo permite al docente diagnosticar la situación de su propuesta y orientar los ajustes. Si la actividad genera mucha participación pero poco aprendizaje, conviene revisar la correspondencia entre la mecánica y el objetivo matemático, como se planteó en el primer capítulo. Si genera aprendizaje pero poca participación, conviene revisar los elementos motivacionales y las barreras de acceso. La evaluación, en este sentido, no solo constata resultados, sino que informa el rediseño.

5.1.3. Identificación de cambios en la precisión de los procedimientos

Además de la comprensión conceptual, la competencia matemática incluye el dominio de los procedimientos: la capacidad de ejecutar con precisión y eficiencia los algoritmos y técnicas propios de cada contenido. Aunque los capítulos anteriores han insistido en que la comprensión debe preceder y acompañar a los procedimientos, la precisión procedimental sigue siendo un objetivo legítimo y necesario, y su evolución es un indicador relevante de los efectos de la gamificación.



La identificación de cambios en la precisión requiere comparar el desempeño de los estudiantes en distintos momentos. Una forma habitual consiste en aplicar tareas procedimentales equivalentes antes y después de la intervención y comparar el porcentaje de respuestas correctas. Otra consiste en analizar el tipo y la frecuencia de los errores cometidos, lo que permite identificar no solo si el estudiante mejora, sino en qué aspectos concretos lo hace. Una tercera consiste en registrar la eficiencia, por ejemplo el número de pasos o el tiempo necesario

para resolver una tarea, aunque este indicador debe usarse con cautela en contextos inclusivos.

La evidencia sobre juegos serios muestra que la gamificación puede producir mejoras en la precisión y la fluidez de los procedimientos. Fraga-Varela et al. (2021), mediante un diseño cuasiexperimental con medidas antes y después de la intervención, observaron una mejora significativa de la fluidez matemática en estudiantes de los primeros cursos de primaria, que fue mayor en las aulas que incorporaron una estrategia de gamificación. Este tipo de diseño, con medidas repetidas, permite atribuir los cambios con mayor confianza a la intervención.

En la interpretación de los cambios en la precisión conviene considerar el punto de partida de cada estudiante. Un aumento de diez puntos porcentuales puede representar un logro considerable para un estudiante con dificultades persistentes y un cambio menor para otro que ya partía de un nivel alto. Por ello, además de los promedios del grupo, es útil analizar las trayectorias individuales, en coherencia con el sistema de puntuación basado en avances individuales propuesto en el segundo capítulo.

5.1.4. Reconocimiento de avances en el razonamiento y la argumentación

El razonamiento y la argumentación constituyen dimensiones de la competencia matemática que la evaluación tradicional suele descuidar, en parte porque son más difíciles de medir que la corrección de las respuestas. Sin embargo, como se analizó en el segundo capítulo, la capacidad de justificar un procedimiento, de explicar por qué una afirmación es verdadera y de refutar una afirmación falsa mediante un contraejemplo es central para el pensamiento matemático y para la comprensión profunda.

Reconocer avances en el razonamiento exige instrumentos que capten la calidad de las explicaciones de los estudiantes. Una forma de hacerlo consiste en clasificar las justificaciones en niveles de sofisticación: desde las que se basan en la autoridad ("lo dijo la profesora") o en la apariencia ("se ve que es así"), pasando por las que se basan en ejemplos concretos ("funciona con 2, con 5 y con 10"), hasta las que se basan en propiedades generales ("funciona para cualquier número porque..."). El avance de un estudiante a lo largo de estos niveles constituye una evidencia valiosa de su desarrollo.

Los juegos que incorporan momentos de justificación, como los descritos en los capítulos anteriores, generan de manera natural evidencias de razonamiento. Las explicaciones que los estudiantes ofrecen al defender una jugada, al presentar la solución de su equipo o al refutar la afirmación de otro equipo pueden registrarse y analizarse. Las grabaciones de audio, las notas de observación y los productos escritos de los equipos constituyen fuentes de información para este análisis.

En contextos inclusivos, el reconocimiento de avances en el razonamiento debe considerar las distintas formas de expresión. Un estudiante con dificultades de lenguaje puede razonar con solidez y expresar su razonamiento mediante gestos, dibujos o manipulación de materiales. Un estudiante con TEA puede ofrecer justificaciones muy precisas pero en un formato poco convencional. La evaluación debe ser sensible a estas diferencias para no confundir la forma de la expresión con la calidad del razonamiento.

5.1.5. Determinación de resultados relevantes para la inclusión educativa

Una propuesta de gamificación matemática con orientación inclusiva no puede evaluarse únicamente por sus efectos en el aprendizaje promedio del grupo. Es posible que una propuesta mejore el rendimiento medio y, al mismo tiempo, amplíe las diferencias entre los estudiantes, si quienes ya tenían ventaja se benefician más que los demás. Por ello, los resultados relevantes para la inclusión deben examinarse de manera específica.

Algunos resultados relevantes para la inclusión son los siguientes. La reducción de las diferencias de aprendizaje entre estudiantes con distintos puntos de partida. La participación significativa de todos los estudiantes, incluidos aquellos que habitualmente quedan al margen. La reducción de las barreras de acceso identificadas antes de la intervención. La mejora de la percepción de competencia y la reducción de la ansiedad matemática en los estudiantes más vulnerables. Y la calidad de las relaciones entre los estudiantes, manifestada en la colaboración y el respeto mutuo.

López-Marí et al. (2022) ofrecen un ejemplo de cómo pueden identificarse los elementos que favorecen la inclusión. En su estudio de caso en aulas de educación primaria, analizaron específicamente qué aspectos de la gamificación facilitaban la inclusión del alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo, y encontraron que la estructuración del proceso de aprendizaje, la retroalimentación formativa y continua y la personalización de los objetivos resultaban decisivos. Este tipo de análisis, centrado en los mecanismos de la inclusión y no solo en los resultados globales, resulta especialmente valioso.

La Tabla 20 presenta una matriz de indicadores que integra las dimensiones de comprensión matemática, participación y progreso en la

inclusión educativa. Para cada dimensión se proponen indicadores concretos y fuentes de evidencia, de modo que el docente disponga de una referencia para planificar la evaluación de sus propuestas gamificadas.

Tabla 20

Matriz de indicadores para valorar comprensión matemática, participación y progresos en inclusión educativa.

Dimensión	Indicador	Fuente de evidencia	Momento de recogida
Comprensión conceptual	Representa el concepto de varias formas y pasa entre ellas	Tareas de conversión de representaciones	Antes, durante y después
Comprensión conceptual	Aplica el concepto en situaciones nuevas	Tareas de transferencia no gamificadas	Después y en seguimiento
Precisión procedimental	Ejecuta los procedimientos con menos errores	Pruebas equivalentes y análisis de errores	Antes y después
Razonamiento	Ofrece justificaciones de mayor nivel de generalidad	Registro de explicaciones, rúbrica	Durante y después
Participación lúdica	Se implica en las misiones de forma sostenida	Observación, registro de misiones	Durante
Participación equitativa	Todos los estudiantes intervienen de forma significativa	Registro de oportunidades de participación	Durante
Inclusión	Se reducen las diferencias de aprendizaje entre estudiantes	Comparación de ganancias por subgrupos	Después
Inclusión	Disminuyen las barreras de acceso identificadas	Lista de barreras antes y después	Antes y después
Dimensión afectiva	Mejora la percepción de competencia y baja la ansiedad	Cuestionario breve, entrevista	Antes y después

Nota. Elaboración propia a partir de López-Marí et al. (2022) y Prieto Andreu (2022).

5.2. Instrumentos para valorar el progreso matemático

Una vez definidos los criterios, es necesario seleccionar o construir los instrumentos que permitirán recoger las evidencias. Ningún instrumento capta por sí solo toda la complejidad del aprendizaje matemático, por lo que conviene combinar varios que se complementen. Esta sección presenta los instrumentos más relevantes para valorar el progreso matemático en propuestas gamificadas, con atención a su diseño, su aplicación y su interpretación.

5.2.1. Pruebas de comprensión conceptual antes y después de la intervención

Las pruebas de comprensión conceptual aplicadas antes y después de la intervención, conocidas como pretest y postest, constituyen el instrumento más utilizado para valorar los efectos de una propuesta educativa. Su lógica es sencilla: si los estudiantes obtienen mejores resultados después de la intervención que antes, existe un indicio de que la intervención ha contribuido a su aprendizaje. Sin embargo, su diseño y su interpretación exigen algunos cuidados.

En primer lugar, las pruebas deben evaluar la comprensión conceptual y no solo la ejecución mecánica, de acuerdo con los indicadores definidos en la sección anterior. Una prueba compuesta únicamente por ejercicios rutinarios puede mostrar mejoras que reflejan la práctica y no la comprensión. Conviene incluir tareas de representación, de explicación, de identificación de errores y de resolución de problemas no rutinarios.

En segundo lugar, las pruebas aplicadas antes y después deben ser equivalentes en dificultad y en contenido, pero no idénticas, para evitar que la mejora se deba simplemente a que los estudiantes recuerdan las preguntas. Una práctica habitual consiste en construir dos versiones

paralelas de la prueba, con tareas del mismo tipo y nivel pero con datos distintos, y aplicar una antes y otra después.

En tercer lugar, la interpretación de los resultados debe considerar que el aprendizaje puede producirse por causas ajenas a la intervención, como la maduración de los estudiantes, otras actividades escolares o el propio efecto de haber realizado el pretest. Por ello, cuando es posible, conviene comparar los resultados con los de un grupo que no ha participado en la intervención. González Moya et al. (2021), por ejemplo, compararon un grupo piloto que trabajó con la propuesta gamificada con un grupo control, lo que les permitió observar diferencias atribuibles con mayor confianza a la intervención.

5.2.2. Rúbricas para examinar procedimientos de resolución

Las rúbricas son instrumentos que describen distintos niveles de desempeño para un conjunto de criterios. A diferencia de una calificación numérica global, una rúbrica permite valorar por separado diferentes aspectos de una tarea, como la comprensión del problema, la elección de la estrategia, la precisión de los cálculos o la calidad de la justificación. Esta desagregación ofrece una información más rica sobre el desempeño del estudiante y sobre los aspectos en que necesita mejorar.

En la evaluación de la resolución de problemas matemáticos, las rúbricas resultan especialmente útiles porque permiten reconocer el progreso parcial. Un estudiante que comprende el problema y elige una estrategia adecuada, pero comete un error de cálculo, muestra un nivel de competencia muy distinto del de otro que no comprende el problema. Una calificación de "incorrecto" para ambos ocultaría esta diferencia; una rúbrica la hace visible.

Las rúbricas tienen además un valor formativo cuando se comparten con los estudiantes. Si conocen los criterios con los que se valorará su

trabajo, pueden orientar sus esfuerzos hacia ellos y autoevaluar su desempeño. En el marco de la gamificación, los criterios de la rúbrica pueden vincularse con el sistema de puntuación, de modo que los estudiantes obtengan reconocimiento por cada aspecto del desempeño y no solo por la respuesta final.

La Tabla 21 presenta una rúbrica analítica para valorar cuatro dimensiones de los procedimientos matemáticos: el razonamiento, la precisión, la justificación y la verificación. Cada dimensión se describe en cuatro niveles de desempeño. La rúbrica puede adaptarse a distintos contenidos y niveles educativos, y puede utilizarse tanto por el docente como por los propios estudiantes en procesos de autoevaluación y coevaluación.

Tabla 21
Rúbrica analítica para valorar razonamiento, precisión, justificación y verificación de procedimientos matemáticos.

Dimensión	Nivel 1. Inicial	Nivel 2. En desarrollo	Nivel 3. Logrado	Nivel 4. Destacado
Razonamiento	No identifica la información relevante ni plantea una estrategia	Identifica parte de la información y plantea una estrategia incompleta	Identifica la información relevante y plantea una estrategia adecuada	Plantea más de una estrategia y elige la más eficiente
Precisión	Comete errores que impiden llegar a una solución	Comete errores que afectan parcialmente la solución	Ejecuta los procedimientos sin errores relevantes	Ejecuta los procedimientos con precisión y eficiencia
Justificación	No explica su procedimiento o lo explica por autoridad	Explica qué hizo, pero no por qué	Explica por qué su procedimiento es adecuado con ejemplos	Justifica con propiedades generales y anticipa objeciones
Verificación	No comprueba el resultado	Comprueba el resultado de forma superficial	Comprueba el resultado y su sentido en el contexto	Comprueba por una vía alternativa y corrige si es necesario

Nota. Elaboración propia.

5.2.3. Análisis de errores y dificultades matemáticas persistentes

El análisis de errores es un instrumento de evaluación que va más allá de constatar si una respuesta es correcta o incorrecta. Consiste en examinar los errores cometidos por los estudiantes para identificar su tipo, su frecuencia y su posible origen. Esta información permite comprender cómo piensan los estudiantes, qué concepciones subyacen a sus errores y qué tipo de intervención necesitan.

Los errores matemáticos pueden clasificarse según distintos criterios. Muñiz-Rodríguez et al. (2022), en un estudio sobre los errores de estudiantes de segundo curso de secundaria al resolver sistemas de dos ecuaciones lineales, identificaron tres categorías principales: el uso incorrecto del lenguaje matemático y verbal, los errores técnicos y la aplicación incorrecta de definiciones, propiedades y teoremas. Los autores señalaron que muchos de estos errores coincidían con los ya detectados en las ecuaciones de una incógnita, y que otros eran específicos de los sistemas, como la incomprensión del significado de la solución.

En el contexto de la gamificación, el análisis de errores cumple una doble función. Por un lado, permite evaluar si la intervención ha contribuido a reducir determinados tipos de errores, lo que constituye una evidencia más precisa que la simple mejora del porcentaje de aciertos. Por otro, permite identificar las dificultades que persisten y que requieren una atención adicional. Los errores que no disminuyen tras la intervención indican aspectos del diseño que conviene revisar.

Las dificultades matemáticas persistentes merecen una atención particular en los contextos inclusivos. Cuando un estudiante comete sistemáticamente el mismo tipo de error a pesar de la intervención, es posible que se trate de una dificultad específica que requiere un abordaje más individualizado, como los descritos en el cuarto capítulo. El

análisis de errores permite detectar estas situaciones y orientar la intervención hacia las necesidades concretas de cada estudiante.

5.2.4. Tareas de transferencia a problemas no gamificados

Una de las preguntas más importantes sobre la gamificación es si el aprendizaje que se produce en el contexto del juego se transfiere a otros contextos. Es posible que un estudiante resuelva con éxito los problemas dentro de la narrativa del juego, con sus apoyos y su estructura, pero no sea capaz de resolver problemas equivalentes presentados de forma convencional. Si esto ocurre, el aprendizaje queda atrapado en el contexto lúdico y su valor es limitado.

Las tareas de transferencia son problemas que evalúan el mismo contenido trabajado en el juego, pero presentados en un formato distinto, sin la narrativa, las mecánicas ni los apoyos del contexto lúdico. Pueden ser problemas convencionales del tipo que aparece en los libros de texto o en las evaluaciones externas, o problemas en contextos nuevos que el estudiante no ha visto durante el juego. El desempeño en estas tareas indica en qué medida el estudiante ha construido un conocimiento flexible y aplicable.

La transferencia se favorece cuando el diseño de la gamificación incluye momentos de descontextualización, como se planteó en el segundo capítulo al analizar la conservación del significado matemático. Los momentos de reflexión explícita, en los que se nombra el concepto, se formaliza la regularidad descubierta y se conecta con la notación de la disciplina, preparan al estudiante para reconocer el mismo concepto en otros contextos. La evaluación de la transferencia permite comprobar si estos momentos han cumplido su función.

En la evaluación de la transferencia en contextos inclusivos, conviene mantener los apoyos de acceso que el estudiante necesita, como

el formato ampliado, la lectura en voz alta o el tiempo adicional, aunque se retiren los apoyos propios del juego. El objetivo es evaluar si el estudiante ha aprendido el contenido, no si puede acceder a la información sin los apoyos que necesita por su condición. Esta distinción entre apoyos de acceso y apoyos de aprendizaje es fundamental para una evaluación justa.

5.2.5. Registros individuales de progresión matemática

Los registros individuales de progresión permiten seguir la evolución de cada estudiante a lo largo del tiempo. A diferencia de las pruebas puntuales, que ofrecen una fotografía del desempeño en un momento dado, los registros ofrecen una secuencia de observaciones que muestra la trayectoria del aprendizaje. Esta perspectiva longitudinal resulta especialmente valiosa en contextos inclusivos, donde los ritmos de aprendizaje son diversos.

Un registro individual puede incluir distintos tipos de información: los resultados en las tareas de comprobación integradas en el juego, las observaciones del docente sobre el desempeño y la participación, los productos elaborados por el estudiante, sus autoevaluaciones y los niveles alcanzados en las rúbricas. Organizados cronológicamente, estos elementos permiten identificar los avances, los estancamientos y los retrocesos, y relacionarlos con las actividades realizadas.

Los propios sistemas de progresión de la gamificación pueden servir como base para los registros individuales. Los niveles alcanzados, las misiones completadas y las insignias obtenidas constituyen indicadores del avance del estudiante, siempre que estén vinculados con el aprendizaje matemático y no solo con la participación. Un mapa de progreso en el que se registren los conceptos dominados, por ejemplo,

puede funcionar al mismo tiempo como elemento motivador para el estudiante y como instrumento de evaluación para el docente.

El portafolio constituye una forma especialmente rica de registro individual. En él, el estudiante reúne a lo largo del tiempo una selección de sus trabajos, acompañada de reflexiones sobre lo que ha aprendido y sobre las dificultades que ha superado. La evaluación formativa, en la que la participación del estudiante y la retroalimentación reflexiva resultan vitales en todas las fases, como señalan Jihuallanca Ruelas et al. (2023) en su revisión sobre la evaluación formativa en educación primaria, encuentra en el portafolio un instrumento privilegiado. El portafolio permite además que el estudiante tome conciencia de su propio progreso, lo que contribuye a fortalecer su percepción de competencia.

5.3. Participación equitativa y accesibilidad durante los desafíos

La evaluación de una propuesta gamificada inclusiva no puede limitarse al aprendizaje matemático. Debe examinar también cómo se ha producido ese aprendizaje: quiénes han participado, en qué condiciones, con qué grado de autonomía y qué barreras han encontrado. Una propuesta que logra buenos resultados de aprendizaje promedio pero excluye a una parte del grupo no cumple su propósito inclusivo. Esta sección presenta instrumentos para valorar la participación equitativa y la accesibilidad.

5.3.1. Indicadores de intervención efectiva en actividades colectivas

La participación en una actividad colectiva no se reduce a estar presente ni a hablar mucho. Un estudiante puede estar físicamente en el equipo sin contribuir a la tarea, o puede intervenir con frecuencia sin

aportar ideas relevantes. La intervención efectiva se refiere a la contribución que tiene un impacto en el desarrollo de la tarea y en el aprendizaje del grupo: proponer una estrategia, plantear una pregunta pertinente, detectar un error, explicar un procedimiento o integrar las ideas de otros.

Algunos indicadores de intervención efectiva son los siguientes. El estudiante propone ideas o estrategias para resolver el problema. Plantea preguntas que hacen avanzar la discusión. Explica su razonamiento a los compañeros. Escucha y responde a las aportaciones de otros. Detecta y señala errores de manera constructiva. Asume las responsabilidades de su rol en el equipo. Cada uno de estos indicadores puede observarse y registrarse durante el desarrollo de la actividad.

La observación de la intervención efectiva requiere una estrategia sistemática, porque el docente no puede observar a todos los estudiantes al mismo tiempo. Una opción consiste en seleccionar en cada sesión un número reducido de estudiantes o de equipos para observar con detalle, rotando la selección a lo largo de la unidad. Otra consiste en apoyarse en las grabaciones de audio o video de las interacciones, siempre con el consentimiento correspondiente. Una tercera consiste en pedir a los propios estudiantes que registren sus contribuciones y las de sus compañeros.

La experiencia de Abalo Paladines y Jaramillo Serrano (2024) ilustra la importancia de evaluar la participación junto con el rendimiento. En su estudio sobre aprendizaje cooperativo, además de medir el rendimiento en la resolución de ecuaciones, aplicaron un cuestionario que valoraba la motivación, la ansiedad, las habilidades sociales y la participación, con una fiabilidad aceptable. Esta combinación de medidas permitió constatar que la intervención tenía efectos tanto en el aprendizaje como en la dimensión social y afectiva.

5.3.2. Registro de oportunidades individuales de participación

Además de valorar la calidad de las intervenciones, conviene registrar las oportunidades de participación que cada estudiante ha tenido. La equidad no exige que todos participen de la misma manera, pero sí que todos tengan oportunidades reales de hacerlo. Si a lo largo de una unidad algunos estudiantes nunca asumen el rol de portavoz, nunca proponen la estrategia del equipo o nunca reciben la palabra, existe un problema de equidad que la evaluación debe hacer visible.

Un registro de oportunidades de participación puede elaborarse mediante una tabla de doble entrada en la que se cruzan los estudiantes y las formas de participación: roles asumidos, intervenciones en la puesta en común, aportaciones al equipo, preguntas planteadas y respuestas ofrecidas. A lo largo de la unidad, el docente marca las ocasiones en que cada estudiante ha participado de cada forma, lo que permite identificar patrones de concentración o de exclusión.

Este registro tiene un valor formativo inmediato. Si el docente observa que un estudiante no ha tenido oportunidades de participar en cierto rol, puede asignárselo en la siguiente sesión. Si observa que la participación se concentra en unos pocos estudiantes, puede introducir estrategias de participación equilibrada, como los turnos estructurados descritos en el segundo capítulo. La evaluación se convierte así en un instrumento para mejorar la equidad durante el propio desarrollo de la actividad.

Conviene complementar el registro con la perspectiva de los estudiantes. Una breve pregunta al final de cada sesión, como "¿pudiste aportar tus ideas al equipo?" o "¿alguien escuchó tu propuesta?", ofrece información sobre la percepción de cada estudiante respecto a sus oportunidades de participación, que puede no coincidir con lo que observa el docente.

5.3.3. Identificación de barreras que persisten durante el juego

Aunque el diseño de una propuesta gamificada haya considerado las barreras previsibles, como se planteó en los capítulos anteriores, es frecuente que durante su aplicación aparezcan barreras que no se habían anticipado o que los ajustes previstos resulten insuficientes. La identificación de estas barreras persistentes es un componente esencial de la evaluación, porque permite corregir el diseño y evitar que ciertos estudiantes queden excluidos de manera sistemática.

Las barreras persistentes pueden detectarse mediante distintas señales. Un estudiante que permanece inactivo durante largos periodos, que abandona la tarea con frecuencia, que muestra signos de frustración o malestar, o que depende constantemente de la ayuda del docente o de los compañeros puede estar enfrentando una barrera. También son señales de alerta las diferencias muy marcadas en el desempeño o la participación entre estudiantes con determinadas características.

Para identificar la naturaleza de la barrera, conviene combinar la observación con el diálogo. Preguntar al estudiante qué le resulta difícil, qué le gustaría que fuera diferente o qué le ayudaría a participar mejor ofrece información que la observación por sí sola no proporciona. La consulta con las familias y con los profesionales de apoyo, cuando los hay, puede aportar también una perspectiva valiosa sobre las necesidades del estudiante.

Una vez identificada la barrera, debe registrarse junto con el ajuste realizado y su efecto. Este registro permite documentar la evolución del diseño y construir un repertorio de soluciones que puede aplicarse en futuras propuestas. Con el tiempo, el docente desarrolla un conocimiento cada vez más fino sobre las barreras más frecuentes en su contexto y sobre las respuestas más eficaces.

5.3.4. Valoración de la autonomía en la resolución de desafíos

La autonomía es la capacidad del estudiante para enfrentar los desafíos matemáticos por sí mismo, tomando decisiones, gestionando sus recursos y buscando ayuda cuando la necesita. Es un objetivo educativo en sí mismo y un indicador de que el aprendizaje se ha consolidado. En las propuestas inclusivas, la autonomía tiene una importancia especial, porque los apoyos que se ofrecen deben orientarse a su retirada progresiva, como se señaló en el primer capítulo al analizar la simplificación excesiva.

La valoración de la autonomía puede realizarse observando el grado de ayuda que el estudiante necesita para completar las tareas. Una escala sencilla distingue entre la resolución con ayuda directa del docente, la resolución con pistas o apoyos del juego, la resolución con ayuda de los compañeros y la resolución independiente. El desplazamiento del estudiante hacia niveles de mayor independencia a lo largo de la unidad constituye una evidencia de progreso.

En los juegos con pistas graduadas, como los descritos en el segundo capítulo, el número y el tipo de pistas solicitadas ofrecen una medida indirecta de la autonomía. Si un estudiante necesita cada vez menos pistas para resolver misiones de dificultad similar, está ganando autonomía. Si sigue necesitando las mismas pistas, puede ser necesario revisar los apoyos o la secuencia de dificultad.

La autonomía no debe confundirse con el trabajo en solitario. Un estudiante autónomo sabe cuándo necesita ayuda, a quién pedirla y cómo aprovecharla. En un contexto cooperativo, la autonomía se manifiesta también en la capacidad de contribuir al equipo sin depender de la dirección constante de otros. La valoración de la autonomía debe considerar, por tanto, tanto la capacidad de trabajo independiente como la capacidad de colaborar de manera activa.

5.3.5. Interpretación de las percepciones del estudiantado sobre su participación

Las percepciones de los estudiantes sobre su propia participación constituyen una fuente de información que complementa la observación del docente. Los estudiantes pueden percibir aspectos de la experiencia que no son visibles desde fuera, como la sensación de ser escuchados, el grado de comodidad en el equipo, la ansiedad experimentada o el sentido que atribuyen a la actividad. Estas percepciones influyen además en su disposición a participar en el futuro.

Las percepciones pueden recogerse mediante distintos instrumentos. Los cuestionarios breves, con preguntas cerradas y algunas abiertas, permiten obtener información de todo el grupo de manera rápida. Las entrevistas individuales o en pequeños grupos permiten profundizar en las experiencias de determinados estudiantes. Los diarios de aprendizaje, en los que los estudiantes registran sus impresiones después de cada sesión, ofrecen una visión de la evolución de sus percepciones a lo largo del tiempo. Para estudiantes con dificultades de comunicación, pueden emplearse escalas visuales, como caras que expresan distintos estados de ánimo.

La interpretación de las percepciones requiere cautela. Los estudiantes pueden responder lo que creen que el docente quiere escuchar, especialmente si perciben que sus respuestas tendrán consecuencias. Pueden también expresar satisfacción con la actividad sin que ello implique que hayan aprendido o que hayan participado de manera equitativa. Por ello, las percepciones deben contrastarse con otras fuentes de evidencia y no tomarse como prueba suficiente de la efectividad de la propuesta.

La Tabla 22 presenta un instrumento de observación que integra los indicadores de participación equitativa, autonomía y accesibilidad

analizados en esta sección. El instrumento puede aplicarse a lo largo de la unidad, combinando la observación del docente con la perspectiva de los estudiantes, y ofrece una visión de conjunto de la dimensión participativa de la propuesta.

Tabla 22

Instrumento de observación de participación equitativa, autonomía y accesibilidad en desafíos matemáticos.

Dimensión	Indicador observable	Siempre	A veces	Nunca	Notas
Intervención efectiva	Propone ideas o estrategias al equipo				
Intervención efectiva	Explica su razonamiento a los compañeros				
Intervención efectiva	Escucha y responde a las aportaciones de otros				
Oportunidades	Asume distintos roles a lo largo de la unidad				
Oportunidades	Interviene en la puesta en común				
Autonomía	Resuelve misiones sin ayuda directa del docente				
Autonomía	Solicita pistas o ayuda de forma pertinente				
Accesibilidad	Accede a la información del juego sin dificultad				
Accesibilidad	Dispone de una forma de respuesta adecuada				
Percepción	Manifiesta que sus ideas fueron escuchadas				
Percepción	Expresa comodidad y confianza durante el juego				

Nota. Elaboración propia.

5.4. Consistencia de las evidencias y permanencia de los resultados

Recoger evidencias no basta; es necesario asegurar que esas evidencias sean consistentes, es decir, que reflejen de manera fiable lo que se pretende medir y que los resultados no se deban a factores ajenos a la intervención. Es necesario, además, comprobar si los resultados se mantienen en el tiempo y si pueden extenderse a otros contextos. Esta sección aborda estas cuestiones, que resultan decisivas tanto para el docente que quiere saber si su propuesta funciona como para el investigador que pretende generar conocimiento transferible.

5.4.1. Fiabilidad de los instrumentos de valoración matemática

La fiabilidad de un instrumento se refiere a su consistencia: un instrumento fiable produce resultados similares cuando se aplica en condiciones similares. Si una prueba de comprensión conceptual ofrece resultados muy distintos al aplicarse dos veces al mismo estudiante en días consecutivos, sin que haya mediado aprendizaje, no es fiable, y las conclusiones que se extraigan de ella serán dudosas.

Existen distintos procedimientos para estimar la fiabilidad. La consistencia interna, que se estima habitualmente mediante el coeficiente alfa de Cronbach, indica en qué medida los ítems de un instrumento miden un mismo constructo. La estabilidad temporal se estima aplicando el instrumento dos veces con un intervalo de tiempo y comparando los resultados. La fiabilidad entre observadores, especialmente relevante en las rúbricas y en los instrumentos de observación, se estima comparando las valoraciones de dos o más evaluadores que han observado la misma actuación.

En la investigación educativa sobre matemáticas, la estimación de la fiabilidad es una práctica habitual. Abalo Paladines y Jaramillo Serrano (2024), por ejemplo, validaron sus instrumentos mediante el juicio de expertos en pedagogía de las matemáticas y estimaron su fiabilidad con el coeficiente alfa de Cronbach, que alcanzó un valor de 0,702. Aunque el docente en el aula no siempre puede realizar estos análisis con el mismo rigor, puede adoptar prácticas que mejoren la fiabilidad de sus instrumentos.

Entre estas prácticas destacan la formulación clara y precisa de los ítems y de los criterios de las rúbricas, la aplicación de los instrumentos en condiciones homogéneas, la revisión de los instrumentos por colegas antes de su uso y, en el caso de las rúbricas, la calibración entre evaluadores mediante la valoración conjunta de algunos trabajos de muestra. Estas prácticas, aunque sencillas, contribuyen a que las evidencias recogidas sean más consistentes.

5.4.2. Control de factores externos que influyen en el desempeño

El desempeño de los estudiantes en una evaluación no depende solo de lo que han aprendido. Influyen también factores externos, como su estado emocional en el momento de la prueba, las condiciones del aula, la familiaridad con el formato de las tareas, el tiempo disponible o los acontecimientos recientes en su vida escolar o familiar. Si estos factores no se consideran, pueden atribuirse a la intervención efectos que en realidad se deben a otras causas.

Algunos factores externos pueden controlarse en el diseño de la evaluación. Aplicar el pretest y el postest en condiciones similares de horario, espacio y duración reduce la influencia de las condiciones ambientales. Familiarizar a los estudiantes con el formato de las tareas antes de la evaluación evita que la novedad del formato afecte al

desempeño. Ofrecer el tiempo necesario y los apoyos de acceso adecuados permite que los estudiantes muestren lo que saben sin verse limitados por barreras ajenas al contenido.

Otros factores no pueden controlarse directamente, pero pueden considerarse en la interpretación. La comparación con un grupo que no ha participado en la intervención permite estimar qué parte del cambio se debe a la intervención y qué parte a otros factores, como la maduración o el resto de las actividades escolares. Cuando no se dispone de un grupo de comparación, conviene ser prudente en la atribución de los resultados y reconocer las limitaciones del diseño.

La revisión de Chávez Marín y Pinedo Cantillo (2025) sobre los retos del profesorado de secundaria al implementar la gamificación en matemáticas señala la evaluación del desempeño estudiantil como uno de los aspectos que requieren mayor atención. Esta observación sugiere que, en la práctica docente, la evaluación de las propuestas gamificadas suele ser un punto débil, y refuerza la importancia de diseñarla con cuidado desde el inicio.

5.4.3. Comparación de resultados entre estudiantes con diferentes necesidades

En las propuestas inclusivas, la comparación de resultados entre estudiantes con diferentes necesidades permite valorar si la intervención beneficia a todos por igual o si favorece a unos más que a otros. Esta comparación es fundamental para determinar si la propuesta contribuye a reducir las desigualdades de aprendizaje, uno de los resultados relevantes para la inclusión definidos al inicio del capítulo.

La comparación puede realizarse examinando las ganancias de aprendizaje, es decir, la diferencia entre los resultados después y antes

de la intervención, en distintos subgrupos de estudiantes. Si los estudiantes con mayores dificultades iniciales obtienen ganancias similares o superiores a las de sus compañeros, la intervención contribuye a reducir las diferencias. Si obtienen ganancias menores, la intervención, aunque beneficie al grupo, puede estar ampliando la brecha.

Esta comparación exige algunas precauciones éticas y metodológicas. Desde el punto de vista ético, el análisis por subgrupos no debe convertirse en una forma de etiquetar o estigmatizar a los estudiantes, y los resultados deben manejarse con confidencialidad. Desde el punto de vista metodológico, los subgrupos suelen ser pequeños, lo que limita la posibilidad de extraer conclusiones generales. En muchos casos, el análisis de trayectorias individuales resulta más informativo que la comparación de promedios entre subgrupos.

La comparación de resultados debe considerar también que los objetivos pueden ser distintos para cada estudiante. En las propuestas con objetivos personalizados, como las descritas en el cuarto capítulo, la comparación más pertinente no es entre los resultados absolutos de distintos estudiantes, sino entre el grado en que cada uno ha alcanzado sus propios objetivos. Esta perspectiva evita que la comparación penalice a quienes parten de situaciones más difíciles.

5.4.4. Permanencia de los aprendizajes después de las actividades gamificadas

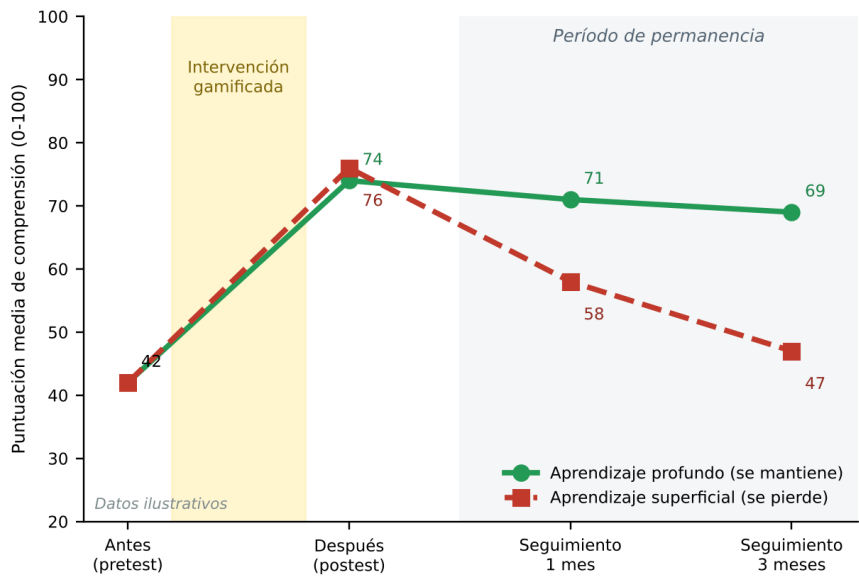
Uno de los interrogantes más relevantes sobre la gamificación es si los aprendizajes que produce se mantienen en el tiempo. Es posible que la novedad y el entusiasmo de la experiencia lúdica generen mejoras inmediatas que se desvanecen cuando la actividad termina. Para que la gamificación tenga un valor educativo real, sus efectos deben persistir más allá del final de la intervención.

La permanencia de los aprendizajes se evalúa mediante pruebas de seguimiento, también llamadas de retención, aplicadas un tiempo después de finalizada la intervención, por ejemplo uno, dos o tres meses más tarde. La comparación entre los resultados del postest y los del seguimiento indica en qué medida se han mantenido los aprendizajes. Una disminución moderada es esperable, porque cierto olvido es inevitable; una disminución pronunciada sugiere que el aprendizaje fue superficial.

La Figura 16 representa un modelo de seguimiento de la comprensión matemática en tres momentos: antes de la intervención, inmediatamente después y durante un período de permanencia. El modelo muestra con datos ilustrativos dos trayectorias posibles: una en la que los aprendizajes se mantienen de manera estable, propia de un aprendizaje profundo, y otra en la que se pierden rápidamente, propia de un aprendizaje superficial ligado al contexto del juego. La comparación entre ambas trayectorias ayuda a interpretar los resultados de las pruebas de seguimiento.

Figura 16

Modelo de seguimiento de la comprensión matemática antes, después y durante el período de permanencia del aprendizaje.



Nota. Elaboración propia.

La permanencia de los aprendizajes está relacionada con la calidad del diseño. Las propuestas que incorporan momentos de reflexión explícita, que conectan la experiencia lúdica con la notación formal, que incluyen tareas de transferencia y que retoman periódicamente los contenidos tienden a producir aprendizajes más duraderos. Por el contrario, las propuestas centradas en la diversión inmediata, sin momentos de consolidación, tienden a producir aprendizajes más frágiles.

5.4.5. Transferibilidad de los resultados a otros escenarios educativos

La transferibilidad se refiere a la posibilidad de que los resultados obtenidos en un contexto se reproduzcan en otros contextos. Una propuesta gamificada que funciona bien con un grupo concreto, con un docente concreto y en una institución concreta no necesariamente funcionará igual en otras condiciones. Valorar la transferibilidad es importante para el docente que quiere aplicar en su aula una propuesta diseñada por otros, y para el investigador que pretende generar conocimiento con alcance más amplio.

La transferibilidad depende de múltiples factores. Las características de los estudiantes, como su edad, su nivel de dominio previo, su diversidad y su familiaridad con los juegos, influyen en los resultados. También influyen las características del docente, como su experiencia, su formación en gamificación y su estilo de enseñanza. Y las características del contexto, como los recursos disponibles, el tamaño del grupo, el tiempo disponible y la cultura institucional. Fraga-Varela et al. (2021) observaron, por ejemplo, que los resultados en fluidez matemática eran mejores en las aulas de docentes con más experiencia, lo que ilustra la influencia de este factor.

Para facilitar la transferibilidad, las propuestas deben documentarse con detalle. Una descripción precisa de los objetivos, las mecánicas, las reglas, los materiales, los apoyos, la secuencia de actividades y las condiciones de aplicación permite que otros docentes comprendan la propuesta y la adapten a su contexto. La documentación de las dificultades encontradas y de los ajustes realizados resulta igualmente valiosa, porque anticipa los problemas que pueden surgir en otros contextos.

La transferibilidad no implica la aplicación mecánica de una propuesta en otro contexto. Cada aula es singular, y una propuesta eficaz en un contexto requiere siempre ajustes para funcionar en otro. El conocimiento transferible no es tanto la propuesta concreta como los principios que la sustentan y las decisiones de diseño que la hacen eficaz. Este libro ha procurado, precisamente, ofrecer principios y criterios de diseño que el docente pueda aplicar en su propio contexto, más que recetas cerradas.

5.5. Estudios de caso sobre gamificación matemática en contextos inclusivos

Esta última sección presenta cuatro estudios de caso que integran los criterios, instrumentos y orientaciones de evaluación desarrollados en el capítulo. Cada caso corresponde a un campo del pensamiento matemático trabajado en el tercer capítulo y a una necesidad de atención a la diversidad analizada en el cuarto. Como en el capítulo anterior, se trata de casos ilustrativos contruidos a partir de la literatura y de la experiencia docente: no describen intervenciones reales con estudiantes identificables y los resultados que presentan deben entenderse como resultados esperados que orientan el diseño y la evaluación.

5.5.1. Caso I: Progresión del cálculo aritmético en estudiantes con dificultades numéricas

El primer caso se sitúa en un grupo de cuarto grado de educación básica en el que cinco estudiantes presentan dificultades persistentes en el cálculo aritmético, una de ellas con un perfil compatible con la discalculia, tal como la describen Silva Prieto et al. (2025). El docente diseña una unidad gamificada de ocho semanas con la narrativa de un

"mercado de la comunidad", en la que los estudiantes gestionan un puesto de venta y deben calcular precios, cambios y ganancias.

La unidad combina juegos de composición y descomposición, misiones de cálculo con procedimientos alternativos y problemas de varios pasos con distintos niveles de complejidad, de acuerdo con las propuestas del tercer capítulo. Los estudiantes con dificultades disponen de material de base diez, monedas de juguete, recta numérica y tiempo adicional. El sistema de puntuación valora el avance individual y la explicación de los procedimientos.

La evaluación combina una prueba de cálculo y comprensión numérica aplicada antes y después de la unidad, un análisis de los errores cometidos en ambas pruebas, un registro individual de progresión basado en las misiones completadas y una prueba de seguimiento a los dos meses. Se espera que los cinco estudiantes con dificultades reduzcan los errores de valor posicional y aumenten el uso de estrategias de completar la decena, con ganancias proporcionalmente similares a las del resto del grupo.

El análisis de este caso permite ilustrar la importancia de separar los indicadores de participación de los de aprendizaje. Es probable que todos los estudiantes participen con entusiasmo en el mercado; sin embargo, solo el análisis de errores y la prueba de seguimiento permiten determinar si las dificultades numéricas se han reducido realmente. La comparación de las ganancias entre los estudiantes con dificultades y el resto del grupo permite, además, valorar si la propuesta contribuye a reducir la brecha.

5.5.2. Caso II: Participación en desafíos geométricos con apoyos sensoriales diferenciados

El segundo caso se sitúa en un grupo de séptimo grado que incluye una estudiante con baja visión y un estudiante con TEA con hipersensibilidad auditiva. El docente diseña una unidad gamificada sobre transformaciones geométricas con la narrativa de un "taller de diseño de mosaicos", en la que los equipos deben crear diseños mediante traslaciones, rotaciones y reflexiones.

La unidad incorpora materiales táctiles para la estudiante con baja visión, como piezas con texturas diferenciadas y una cuadrícula en relieve, y ajustes sensoriales para el estudiante con TEA, como auriculares, un espacio de calma e instrucciones visuales. Se utiliza también un programa de geometría dinámica para explorar las transformaciones, en la línea de la experiencia de Morales Méndez y Lozano Avilés (2025) con herramientas digitales para el desarrollo de la visualización espacial.

La evaluación se centra en la participación y la accesibilidad, además del aprendizaje. Se aplica el instrumento de observación de la Tabla 22 a lo largo de la unidad, se realiza un registro de las barreras identificadas y de los ajustes adoptados, y se recogen las percepciones de los estudiantes mediante escalas visuales y breves entrevistas. El aprendizaje se evalúa con tareas de identificación y realización de transformaciones que admiten respuestas manipulativas, gráficas u orales.

Se espera que ambos estudiantes participen de manera sostenida en las actividades del equipo, que la estudiante con baja visión acceda a la información sin depender de sus compañeros y que el estudiante con TEA permanezca en la actividad colectiva durante la mayor parte

de las sesiones. Este caso ilustra la importancia de evaluar la accesibilidad como un resultado en sí mismo, y de documentar las barreras persistentes para mejorar el diseño.

5.5.3. Caso III: Resolución cooperativa de problemas algebraicos en grupos heterogéneos

El tercer caso se sitúa en un grupo de noveno grado con una gran heterogeneidad en el dominio del álgebra, que incluye estudiantes con dificultades en la interpretación de las variables, un estudiante con TDAH y dos estudiantes con altas capacidades. El docente diseña una unidad gamificada sobre ecuaciones lineales con la narrativa de un "equipo de detectives" que debe resolver casos mediante el planteamiento y la resolución de ecuaciones.

La unidad se organiza en equipos heterogéneos con roles rotativos y misiones cooperativas sin eliminación, de acuerdo con las propuestas del segundo capítulo. Se utilizan juegos de balanza para trabajar la equivalencia, misiones de "piensa un número" para el significado de la variable y el "juego del candado" para la resolución y verificación de ecuaciones. Los estudiantes con altas capacidades acceden a retos de profundización vinculados con la generalización, en la línea de los rasgos de talento descritos por Ureña Alpízar et al. (2024).

La evaluación combina una prueba de comprensión algebraica antes y después de la unidad, una rúbrica para valorar los procedimientos de resolución (Tabla 21), un análisis de los errores frecuentes en la resolución de ecuaciones, en la línea de la clasificación propuesta por Muñiz-Rodríguez et al. (2022), y un registro de las oportunidades de participación de cada estudiante en los equipos. Se presta especial atención a la calidad de las justificaciones ofrecidas por los estudiantes durante las puestas en común.

Se espera una reducción de los errores relacionados con el uso del signo igual y con la transposición de términos, un aumento de las justificaciones basadas en la conservación de la igualdad y una participación equilibrada en los equipos. Este caso ilustra cómo la evaluación de la argumentación y de la participación complementa la evaluación del rendimiento, y cómo la heterogeneidad del grupo puede convertirse en un recurso cuando se organiza adecuadamente.

5.5.4. Caso IV: Comprensión estadística mediante dinámicas lúdicas accesibles

El cuarto caso se sitúa en un grupo de tercer grado de educación básica, con estudiantes de distintos ritmos de aprendizaje y una estudiante con discapacidad auditiva que se comunica en lengua de señas. El docente diseña una unidad gamificada sobre la recolección, organización e interpretación de datos con la narrativa de un "periódico escolar", en la que los equipos realizan encuestas, construyen tablas y gráficos y redactan noticias basadas en los datos.

La unidad retoma las propuestas del tercer capítulo sobre la recolección de datos a partir de juegos y la interpretación de representaciones estadísticas, y se apoya en la evidencia de Alsina et al. (2023) sobre la capacidad de los estudiantes de 7 y 8 años para construir tablas de conteo y de frecuencias. Para la estudiante con discapacidad auditiva, las instrucciones se presentan por escrito y con pictogramas, se cuenta con el apoyo de una intérprete en algunas sesiones y se sustituyen las señales sonoras por señales visuales.

La evaluación combina tareas de construcción e interpretación de tablas y gráficos antes y después de la unidad, el análisis de los productos de los equipos (las noticias del periódico), el instrumento de observación de la participación y una tarea de transferencia en la que los

estudiantes deben interpretar un gráfico de un contexto distinto, sin los apoyos de la narrativa. Se espera que la mayoría de los estudiantes construya correctamente tablas de frecuencias y que una proporción relevante interprete gráficos más allá de la lectura literal.

Este caso ilustra la importancia de las tareas de transferencia para comprobar que el aprendizaje no queda atrapado en el contexto lúdico, y de la accesibilidad comunicativa para garantizar la participación de los estudiantes con discapacidad auditiva. Los productos de los equipos ofrecen, además, una evidencia rica del aprendizaje que complementa los resultados de las pruebas.

5.5.5. Análisis comparativo de los casos y valoración de los resultados matemáticos

La comparación de los cuatro casos permite extraer algunas conclusiones sobre la evaluación de la gamificación matemática en contextos inclusivos. En primer lugar, ningún instrumento por sí solo capta la totalidad de los efectos de una propuesta: en todos los casos se combinan pruebas de aprendizaje, análisis de errores, rúbricas, instrumentos de observación y registros de percepciones. Esta triangulación de fuentes permite obtener una visión más completa y fiable de los resultados.

En segundo lugar, la evaluación de la inclusión exige indicadores específicos, que no se reducen al rendimiento promedio. La comparación de las ganancias entre subgrupos, el registro de las oportunidades de participación, la identificación de barreras persistentes y la valoración de la autonomía son indicadores que aparecen en los cuatro casos y que permiten valorar si la propuesta cumple su propósito inclusivo.

En tercer lugar, la permanencia y la transferencia de los aprendizajes constituyen criterios decisivos para valorar la efectividad de la gamificación. Las pruebas de seguimiento y las tareas de transferencia, presentes en varios de los casos, permiten distinguir los aprendizajes profundos de los efectos pasajeros asociados con la novedad de la experiencia lúdica.

La Tabla 23 presenta el análisis comparativo de los cuatro casos según los contenidos matemáticos trabajados, las adaptaciones inclusivas incorporadas, los indicadores de participación y las evidencias de aprendizaje. La tabla sintetiza la aplicación de los criterios desarrollados en este capítulo y muestra cómo la evaluación puede adaptarse a la diversidad de propuestas y contextos.

Tabla 23

Análisis comparativo de los cuatro estudios de caso según contenidos matemáticos, adaptaciones inclusivas, participación y evidencias de aprendizaje.

Caso	Contenido matemático	Adaptaciones inclusivas	Indicadores de participación	Evidencias de aprendizaje
I. Mercado de la comunidad	Cálculo aritmético y valor posicional	Material de base diez, recta numérica, tiempo adicional, puntuación por avance	Misiones completadas, implicación sostenida	Pretest y posttest, análisis de errores, prueba de seguimiento
II. Taller de mosaicos	Transformaciones geométricas	Materiales táctiles, ajustes sensoriales, geometría dinámica	Instrumento de observación, registro de barreras, percepciones	Tareas de transformación con respuesta manipulativa, gráfica u oral
III. Equipo de detectives	Ecuaciones lineales	Equipos heterogéneos, roles rotativos, misiones breves, retos de profundización	Registro de oportunidades de participación, calidad de justificaciones	Prueba de comprensión algebraica, rúbrica, análisis de errores
IV. Periódico escolar	Recolección e interpretación de datos	Instrucciones escritas, pictogramas, intérprete, señales visuales	Observación de la participación, productos de los equipos	Construcción de tablas y gráficos, tarea de transferencia

Nota. Casos ilustrativos de elaboración propia.

La gamificación de las matemáticas para la inclusión educativa no es una técnica que pueda aplicarse de manera automática, sino una práctica profesional que exige conocimiento del contenido, comprensión de la diversidad del aula, criterio de diseño y disposición para evaluar con rigor los resultados. Este libro ha recorrido ese camino: desde los fundamentos cognitivos y afectivos hasta las mecánicas de juego, los desafíos para cada campo del pensamiento matemático, las adaptaciones para la heterogeneidad y la evaluación de las evidencias. Su propósito ha sido ofrecer al docente herramientas para que el juego se convierta en una puerta de entrada a la matemática para todos sus estudiantes, sin renunciar a la profundidad del conocimiento ni a la equidad en la participación.

Referencias

- Abalo Paladines, I. J., y Jaramillo Serrano, F. A. (2024). Efecto del aprendizaje cooperativo en el rendimiento académico de estudiantes de educación básica en la resolución de ecuaciones lineales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 744-759.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13422
- Acevedo-Rincón, J. P., Flórez-Pabón, C. E., y Lizarazo-Cárdenas, E. A. (2023). Investigaciones sobre trastorno del espectro autista: Un análisis de los procesos de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas. *Revista Colombiana de Educación*, (87), 347-368. <https://doi.org/10.17227/rce.num87-12116>
- Alsina, Á., y Bosch, E. (2022). Numeración y cálculo en infantil y primaria: Diez materiales manipulativos esenciales para desarrollar el sentido numérico. *TANGRAM, Revista de Educação Matemática*, 5(3), 132-167.
<https://doi.org/10.30612/tangram.v5i3.16420>
- Alsina, Á., Muñiz-Rodríguez, L., Rodríguez-Muñiz, L. J., García-Alonso, I., Vásquez, C., y López-Serentill, P. (2023). Alfabetizando estadísticamente a niños de 7-8 años a partir de contextos relevantes. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 95-108. <https://doi.org/10.5209/rced.77186>
- Batanero, C., Álvarez-Arroyo, R., Hernández-Solís, L. A., y Gea, M. M. (2021). El inicio del razonamiento probabilístico en educación infantil. *PNA*, 15(4), 267-288. <https://doi.org/10.30827/pna.v15i4.22349>
- Chávez Marín, M., y Pinedo Cantillo, I. A. (2025). Gamificación en educación matemática: Revisión sistemática sobre los retos y lecciones aprendidas por profesores de educación secundaria. *Inclusión y Desarrollo*, 12(1), 75-90.
<https://revistas.uniminuto.edu/index.php/IYD/article/view/4464>
- De la Fuente-González, S., Menéndez Álvarez-Hevia, D., y Rodríguez-Martín, A. (2025). Diseño Universal para el Aprendizaje: Una revisión sistemática de su papel en la formación del profesorado. *Alteridad*, 20(1), 113-128.
<https://doi.org/10.17163/alt.v20n1.2025.09>
- Delgado Fernández, J. R., y Chicaiza Taquire, C. D. (2022). Gamificación y herramientas tecnológicas en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 262-285.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3485

- Fajardo-Valencia, A., y Benítez-Mojica, D. (2022). Formas de razonamiento probabilístico de estudiantes de sexto grado de educación secundaria. *Eco Matemático*, 13(1), 52-62. <https://doi.org/10.22463/17948231.3301>
- Filippi-Peredo, C., y Aravena-Díaz, M. (2021). Didáctica e inclusión en las aulas de matemática. Análisis de un caso en Chile. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 432-450. <https://doi.org/10.15359/ree.25-1.23>
- Fraga-Varela, F., Vila-Couñago, E., y Martínez-Piñeiro, E. (2021). Impacto de los juegos serios en la fluidez matemática: Un estudio en Educación Primaria. *Comunicar*, 29(69), 125-135. <https://doi.org/10.3916/C69-2021-10>
- García Carmona, I., Lejárraga García, A. M., Sánchez Sánchez, N., de la Cueva Ortega, M. M., y Díaz Palencia, J. L. (2024). Revisión del estado sobre las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas en alumnado con TEA. *REIDOCREA*, 13, 103-124. <https://doi.org/10.30827/Digibug.89930>
- García Suárez, J., Guzmán Martínez, M., y Monje Parrilla, F. J. (2023). Estudio descriptivo de la ansiedad matemática en estudiantes mexicanos de ingeniería. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 14, e1619. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1619
- González-Medina, M. A., y Treviño-Villarreal, D. C. (2024). Ansiedad hacia las matemáticas en bachillerato: Una relación con el fomento del razonamiento, pensamiento y el apoyo docente. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-16. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-305>
- González Moya, O., Ramos Rodríguez, E., y Vásquez Saldías, P. (2021). Implicaciones de la gamificación en educación matemática, un estudio exploratorio. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 21(68). <https://doi.org/10.6018/red.485331>
- Jihuallanca Ruelas, I., Arenas Figueroa, M., y Jihuallanca Ruelas, J. A. (2023). La evaluación formativa en estudiantes de educación primaria: Una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 752-770. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4428
- Llamazares de Prado, J. E., y Arias Gago, A. R. (2022). Enseñanza de las matemáticas en invidentes desde la revisión sistemática. *Perfiles Educativos*, 44(176), 169-184. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2022.176.57947>
- López-Marí, M., San Martín-Alonso, Á., y Peirats-Chacón, J. (2022). De los videojuegos a la gamificación como estrategia metodológica inclusiva. *Revista*

Colombiana de Educación, (84), 1-22. <https://doi.org/10.17227/rce.num84-12518>

Molina, O., Camargo, L., Vargas, C., Samper, C., y Perry, P. (2024). Una propuesta para la formación de profesores de matemáticas: El caso de la argumentación matemática. *RIME*, 1(1), 151-185. <https://doi.org/10.32735/S2810-7187202400013356>

Morales Méndez, G., y Lozano Avilés, A. B. (2025). Realidad aumentada y GeoGebra 3D para mejorar la inteligencia espacial en la enseñanza de la geometría volumétrica. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 25(82). <https://doi.org/10.6018/red.644051>

Moreno Lozano, I., Quílez-Robres, A., y Matesanz, J. M. (2023). El escape room en el ámbito educativo: Análisis de una práctica de aula en Matemáticas. *Revista Educación*, 47(2). <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i2.51661>

Muñiz-Rodríguez, L., Rodríguez-Muñiz, L. J., y Abella Rodríguez, A. (2022). Errores del alumnado de Educación Secundaria al manejar y resolver sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas. *Epsilon. Revista de Educación Matemática*, (111), 7-28.

Pinto Marín, E., Ayala-Altamirano, C., Molina, M., y Cañadas, M. C. (2023). Desarrollo del pensamiento algebraico a través de la justificación en educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(1), 149-173. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5835>

Prieto Andreu, J. M. (2022). Revisión sistemática sobre la evaluación de propuestas de gamificación en siete disciplinas educativas. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 34(1), 189-214. <https://doi.org/10.14201/teri.27153>

Prieto-Andreu, J. M., Gómez-Escalonilla-Torrijos, J. D., y Said-Hung, E. (2022). Gamificación, motivación y rendimiento en educación: Una revisión sistemática. *Revista Electrónica Educare*, 26(1), 251-273. <https://doi.org/10.15359/ree.26-1.14>

Silva Prieto, M. A., Rubio Guarnizo, K. V., y Patiño-Cuervo, D. (2025). Discalculia. Nichos y tendencias investigativas en América Latina y España. *Educación y Ciencia*, 29(2), e17994. <https://doi.org/10.19053/uptc.0120-7105.eyc.2025.29.e17994>

- Solar Bezmalinovic, H., Goizueta, M., y Howard Montaner, S. (2022). Emergencia de patrones de interacción al promover la argumentación en el aula de matemáticas. *Educación Matemática*, 34(3), 132-162. <https://doi.org/10.24844/EM3403.05>
- Soriano De La Cruz, I. V., y Carrera Quimí, A. A. (2023). Herramientas de gamificación en el rendimiento académico de Matemática en estudiantes con TDAH. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(6), 440-452. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i6.1450>
- Ureña Alpízar, J. J., Beltrán Meneu, M. J., y Ramírez, R. (2024). Rasgos de talento matemático en estudiantes de secundaria. Generalización en un contexto funcional. *PNA*, 19(1), 53-79. <https://doi.org/10.30827/pna.v19i1.28279>
- Valiero, E., Barrionuevo, M., y Villenas, F. (2021). Ordenamiento de los registros semióticos en la didáctica del álgebra en la escuela secundaria. Correspondencia con la enseñanza de expresiones algebraicas racionales. *Educación Matemática*, 33(2), 173-204. <https://doi.org/10.24844/EM3302.07>
- Velázquez Callado, C. (2025). Impacto de los juegos de mesa en el aprendizaje escolar: Revisión sistemática de la literatura. *Revista Educación*, 49(1), 1-23. <https://doi.org/10.15517/revedu.v49i1.60948>



El libro Gamificación de las Matemáticas para la Inclusión Educativa aborda la utilización de estrategias lúdicas como una alternativa pedagógica para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en aulas caracterizadas por la diversidad. La obra plantea la necesidad de superar las barreras que dificultan la comprensión de los conceptos matemáticos mediante experiencias educativas dinámicas, motivadoras y accesibles, que reconozcan los diferentes ritmos, estilos y necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Desde esta perspectiva, la gamificación se presenta como una herramienta que permite integrar desafíos, juegos, recompensas y actividades interactivas para fortalecer la motivación, la participación y la confianza en el aprendizaje matemático.

A lo largo del texto se presentan recursos y estrategias didácticas orientados a desarrollar habilidades matemáticas mediante actividades adaptables a distintos niveles de desempeño y características individuales. Se consideran dinámicas relacionadas con el razonamiento lógico, el cálculo, la resolución de problemas, la identificación de patrones y la comprensión de conceptos numéricos, utilizando materiales manipulativos, juegos educativos y herramientas digitales. Asimismo, se destaca la importancia de diseñar actividades flexibles, ofrecer diferentes formas de participación y proporcionar retroalimentación oportuna, con el propósito de favorecer la comprensión de los contenidos y reducir las dificultades de aprendizaje.

Finalmente, la obra resalta el papel del docente en la construcción de ambientes educativos inclusivos, donde la diversidad sea atendida mediante metodologías que promuevan la equidad, la colaboración y el respeto por las diferencias individuales. Se enfatiza que la gamificación debe responder a objetivos pedagógicos claros y acompañarse de procesos de evaluación que permitan identificar avances y ajustar las estrategias según las necesidades de los estudiantes. En conjunto, el libro constituye una propuesta educativa para transformar la enseñanza de las matemáticas en una experiencia participativa, accesible y significativa, contribuyendo al desarrollo del pensamiento lógico-matemático y a la inclusión de todos los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

