




## C A P Í T U L O 11

# De la Abstracción al Juego: Gamificación Digital para el Dominio de las Funciones Cuadráticas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1891126130111>

### **Reinaldo Antonio Guerrero Chirinos**

Licenciado en educación mención matemática y Física, Universidad del Zulia, Doctor en Ciencias Humanas, Universidad del Zulia, docente investigador, UTPL,

### **Sonia Patricia Granda Sivasapa**

Ingeniero Civil, Universidad Técnica Particular de Loja, licenciada en Ciencias de la Educación Mención Físico Matemático Universidad Técnica Particular de Loja, magister en la Formación del Profesorado con Especialidad Matemática, Universidad Nacional de Educación a Distancia. España, magister en Investigación en Educación, UTPL, Docente invitada, UTPL

### **Carlos Alfredo Ebla Olmedo**

Ingeniero en Sistemas Informáticos, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Magister en Docencia mención Enseñanza de la Matemática, Universidad Técnica Particular de Loja, Magister en Docencia Universitaria e Investigación Educativa, Universidad Nacional de Loja, Magister en Informática Empresarial, Universidad Autónoma de los Andes, docente de la Unidad Educativa Julio C. Larrea, Quero Tungurahua

### **Luis Vinicio Chacho Tamay**

Licenciado en Pedagogía de las Matemáticas y la Física, Universidad Nacional de Loja. Docente Particular.

### **Luis Enrique Macas Cuenca**

Licenciado en Pedagogía de las Matemáticas y la Física, Universidad Nacional de Loja. Docente Particular

### **Edisson Wilfrido Lascano Mora**

Ingeniero en Electricidad, ESPOL, Psicólogo Clínico, Universidad de Guayaquil, Máster en Ciencias Matemáticas mención en Matemática Numérica, Universidad de La Habana, magíster en matemática mención en modelación y docencia, ESPOCH, magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención en Matemáticas y Física, Universidad Técnica de Manabí, docente investigador, Universidad de Guayaquil

**RESUMEN:** Este capítulo presenta los resultados de una intervención didáctica fundamentada en la gamificación como estrategia metodológica para optimizar el aprendizaje de la función cuadrática en estudiantes de primero de bachillerato. El estudio, desarrollado bajo un diseño cuasiexperimental con pretest y posttest, se aplicó a una muestra de 32 estudiantes en Santo Domingo, Ecuador, con el objetivo de transformar la percepción tradicionalmente negativa y abstracta de los contenidos algebraicos. La propuesta consistió en una secuencia de seis sesiones gamificadas estructuradas bajo los principios de la ingeniería didáctica, integrando dinámicas lúdicas y recursos digitales especializados como Kahoot, GeoGebra y FlipQuiz. A través de un sistema de progresión basado en retos, niveles —denominados Exploradores, Estrategas y Maestros de funciones—, insignias y recompensas simbólicas, se fomentó la motivación intrínseca y el compromiso académico de los participantes. Los resultados cuantitativos evidencian una mejora significativa en la comprensión de elementos conceptuales clave, tales como la identificación del vértice, la concavidad, el eje de simetría y la relación entre las representaciones algebraicas y gráficas. En el plano cualitativo, se observó un incremento notable en la participación activa, el trabajo colaborativo y una reducción de la ansiedad matemática al transformar el error en una oportunidad de aprendizaje. En conclusión, la experiencia ratifica el potencial de la gamificación para convertir el aula en un espacio dinámico y centrado en el estudiante, facilitando la apropiación de conceptos complejos mediante la experimentación y el sentido de logro.

**PALABRAS CLAVE:** Gamificación; función cuadrática; aprendizaje significativo; enseñanza de la matemática; innovación pedagógica; ingeniería didáctica; motivación escolar.

## From Abstraction to Play: Digital Gamification for Mastering Quadratic Functions

**ABSTRACT:** This chapter presents the results of a didactic intervention based on gamification as a methodological strategy to improve the learning of the quadratic function in first-year high school students. The study followed a quasi-experimental design with pretest and posttest, applied to a sample of 32 students in Santo Domingo, Ecuador. The objective was to transform the traditionally negative and abstract perception of algebraic content. The proposal consisted of a sequence of six gamified sessions structured under the principles of didactic engineering, integrating playful dynamics and specialized digital resources such as Kahoot, GeoGebra, and FlipQuiz. Through a progression system based on challenges, levels—named Explorers, Strategists, and Function Masters—, badges, and symbolic rewards, the intrinsic motivation and academic commitment of the participants were fostered.

Quantitative results evidence a significant improvement in the understanding of key conceptual elements, such as the identification of the vertex, concavity, the axis of symmetry, and the relationship between algebraic and graphical representations. On a qualitative level, a notable increase in active participation, collaborative work, and a reduction in mathematical anxiety was observed by transforming errors into learning opportunities. In conclusion, the experience ratifies the potential of gamification to transform the classroom into a dynamic and student-centered space, facilitating the appropriation of complex concepts through experimentation and a sense of achievement.

**KEYWORDS:** Gamification; quadratic function; meaningful learning; mathematics teaching; pedagogical innovation; didactic engineering; school motivation.

## INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las matemáticas en el nivel de bachillerato continúa representando un desafío constante tanto para los docentes como para los estudiantes en el contexto actual. Particularmente, los contenidos relacionados con funciones algebraicas, como la función cuadrática, presentan un elevado grado de abstracción que dificulta su comprensión profunda. De acuerdo con Meza Arguello y otros (2024), existe un fenómeno generalizado de miedo a las matemáticas, donde los estudiantes perciben la asignatura como rígida y carente de utilidad, lo que genera una barrera emocional y cognitiva que afecta su rendimiento.

En el campo de la Educación Matemática, Duval (1995) sostiene que la comprensión de conceptos complejos depende de la capacidad del estudiante para transitar entre diferentes registros de representación semiótica, como el algebraico y el gráfico. No obstante, Filloy y Rojano (1989) señalan que la transición de la aritmética al álgebra es uno de los puntos más críticos en la formación académica, donde muchos alumnos no logran asimilar los procesos simbólicos necesarios para resolver ecuaciones y funciones. Esta problemática se agrava cuando el docente se limita a métodos tradicionales, ignorando que, como planteaba Piaget (1985), el desarrollo del pensamiento requiere de una interacción activa con el objeto de conocimiento.

Frente a esta realidad, surge la necesidad de implementar estrategias de innovación educativa centradas en el estudiante (Observatorio del Tecnológico de Monterrey, 2016). Una de las propuestas con mayor auge es la gamificación, definida por Kapp (2012) como el uso de mecánicas, estética y pensamiento de juego para involucrar a las personas, motivar la acción y promover el aprendizaje. Borrás Gené (2015) añade que la gamificación no es solo jugar, sino aplicar elementos de diseño lúdico en entornos no lúdicos para mejorar la retención de conocimientos. En esta

misma línea, Werbach y Hunter (2012) proponen que el pensamiento de juego puede revolucionar los procesos educativos al estructurar la enseñanza mediante retos y recompensas.

La efectividad de la gamificación se sustenta en teorías de la motivación. Según Deci y Ryan (2000), en su teoría de la autodeterminación, la motivación intrínseca se potencia cuando el individuo siente autonomía y competencia, algo que los entornos gamificados fomentan a través del feedback inmediato. Además, Seligman (2011) destaca que el bienestar y el compromiso académico aumentan cuando los estudiantes se sienten inmersos en tareas desafiantes pero alcanzables. Incluso Skinner (1953) aportó desde el conductismo la importancia del refuerzo positivo, elemento que en la gamificación se traduce en insignias y niveles que validan el progreso del alumno.

Para que esta innovación sea efectiva en matemáticas, debe estar ligada a marcos metodológicos robustos. Artigue y otros (1995) proponen la ingeniería didáctica como un enfoque de investigación que permite diseñar secuencias de enseñanza basadas en el análisis de las concepciones de los estudiantes. Campeón, Aldana y Villa (2018) han demostrado que la ingeniería didáctica es idónea para la modelización de situaciones relacionadas con funciones, permitiendo que el aprendizaje sea más significativo. Asimismo, la integración de herramientas interactivas como GeoGebra resulta fundamental, ya que, como indican Solórzano y Rodríguez (2023), este software facilita la visualización y resolución de problemas de función cuadrática de manera dinámica.

En resumen, este capítulo propone una secuencia didáctica que respeta las pautas del Diseño Universal para el Aprendizaje (CAST, 2018), ofreciendo múltiples formas de compromiso y representación. Al combinar la gamificación con recursos digitales (González, 2019) y la cartografía conceptual de las STEM (Guzmán Rivera y otros, 2020), se busca transformar el aula en un espacio donde el error sea visto como una oportunidad de aprendizaje, logrando así un dominio real y motivador de las funciones cuadráticas.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La construcción de un marco teórico sólido para la enseñanza de la función cuadrática bajo entornos lúdicos requiere una visión interdisciplinar que conecte la didáctica de la matemática, la psicología cognitiva y las nuevas narrativas digitales. A continuación, se desarrollan los pilares que sustentan esta investigación.

## El aprendizaje de la función cuadrática y la transición al pensamiento funcional

La función cuadrática representa un salto cualitativo en el currículo de bachillerato. Mientras que la función lineal implica una tasa de cambio constante, la cuadrática introduce la variación de la variación, lo que exige un mayor nivel de abstracción. De acuerdo con Duval (1995), el dominio de un objeto matemático no ocurre en un solo plano, sino en la capacidad de realizar conversiones entre diversos registros de representación semiótica. En el caso de las parábolas, el estudiante debe ser capaz de interpretar la ecuación analítica, construir una tabla de valores y visualizar la gráfica, entendiendo cómo parámetros como el discriminante o el coeficiente principal afectan la apertura y ubicación de la curva.

Filloy y Rojano (1989) sostienen que muchos de los errores en el aprendizaje del álgebra provienen de una ruptura no resuelta entre la aritmética y el pensamiento simbólico. El estudiante tiende a buscar soluciones numéricas aisladas en lugar de comprender la relación de dependencia entre variables. Esta dificultad se manifiesta en la identificación del vértice, los puntos de corte y el eje de simetría, elementos que a menudo se memorizan de forma algorítmica sin una comprensión geométrica real.

## Motivación y aprendizaje: La Teoría de la Autodeterminación

Para que el aprendizaje sea significativo, debe existir una disposición afectiva positiva. Meza Arguello y otros (2024) documentan que el miedo a las matemáticas es un factor determinante en el fracaso escolar. Este rechazo se debe, en gran medida, a la falta de conexión emocional con el contenido. En este sentido, la Teoría de la Autodeterminación propuesta por Deci y Ryan (2000) resulta fundamental. Según estos autores, los seres humanos tienen tres necesidades psicológicas básicas: autonomía, competencia y relación.

Un entorno de aprendizaje gamificado satisface estas necesidades. La autonomía se promueve al permitir que el estudiante elija rutas o resuelva retos a su propio ritmo. La competencia se alimenta mediante el feedback inmediato y la superación de niveles de dificultad creciente, lo que Seligman (2011) describe como una vía para alcanzar un estado de florecimiento personal. Finalmente, la relación se fortalece mediante el trabajo colaborativo y la sana competencia, permitiendo que el alumno se sienta parte de una comunidad de aprendizaje.

## Gamificación: De la mecánica de juego a la experiencia educativa

La gamificación no es sinónimo de jugar en clase; es una arquitectura pedagógica. Kapp (2012) la define como el uso de la estética y el pensamiento lúdico para

involucrar a las personas y resolver problemas. Werbach y Hunter (2012) estructuran este concepto en tres niveles: dinámicas (las restricciones y la narrativa), mecánicas (los retos y la retroalimentación) y componentes (puntos, insignias y tablas de clasificación).

La implementación de estos elementos busca generar un compromiso que la enseñanza tradicional difícilmente alcanza. Según el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (2016), la gamificación permite que el estudiante asuma retos donde el error no es visto como un fracaso definitivo, sino como una etapa necesaria de experimentación. Esto se alinea con la perspectiva de Skinner (1953) sobre la importancia del refuerzo positivo y la retroalimentación inmediata para consolidar conductas de aprendizaje. Al introducir narrativas como la de Exploradores o Maestros de Funciones, el contenido matemático adquiere un nuevo sentido para el joven, quien deja de ser un receptor pasivo para convertirse en el protagonista de su propio progreso.

## Ingeniería Didáctica y la mediación tecnológica con GeoGebra

Para asegurar la rigurosidad científica de la intervención, se utiliza la Ingeniería Didáctica. Artigue y otros (1995) definen esta metodología como un proceso que incluye el análisis a priori de las situaciones de enseñanza y la experimentación en el aula. Este enfoque permite anticipar las posibles dificultades de los estudiantes al enfrentarse a la función cuadrática y diseñar situaciones que generen un conflicto cognitivo productivo. Campeón, Aldana y Villa (2018) subrayan que esta metodología es ideal para la modelización, ya que obliga al estudiante a poner a prueba sus hipótesis.

En este proceso, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) juegan un rol mediador indispensable. González (2019) afirma que la gamificación digital potencia la interactividad y la personalización del aprendizaje. En el caso específico de las matemáticas, Solórzano y Rodríguez (2023) demuestran que el uso de GeoGebra permite que la abstracción de la función cuadrática se vuelva tangible. Al manipular deslizadores que cambian los valores de la función, el estudiante observa instantáneamente cómo la parábola se desplaza o se estrecha, facilitando la comprensión de conceptos como la concavidad y el desplazamiento vertical u horizontal.

## Hacia una educación inclusiva y universal

Finalmente, la fundamentación de este trabajo se apoya en el Diseño Universal para el Aprendizaje (CAST, 2018). Este marco sugiere que para que una estrategia sea realmente innovadora, debe ofrecer múltiples formas de representación y de

acción. La gamificación digital cumple con este principio al presentar el contenido a través de retos visuales, auditivos y lúdicos, permitiendo que estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje encuentren un punto de entrada a la materia. Al integrar la cartografía conceptual de las ciencias (Guzmán Rivera y otros, 2020), se garantiza que el aprendizaje de la función cuadrática no sea un hecho aislado, sino una competencia integrada en el desarrollo tecnológico y científico del estudiante de bachillerato.

En conclusión, la fundamentación teórica aquí expuesta justifica que la combinación de mecánicas de juego con herramientas tecnológicas y un diseño pedagógico riguroso es la vía más efectiva para superar la apatía hacia las matemáticas y lograr que el dominio de la función cuadrática sea un proceso motivador, profundo y duradero.

## Desarrollo de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica diseñada se estructuró en seis sesiones gamificadas, cada una con un propósito específico y vinculada a los contenidos de la función cuadrática. Las actividades combinaron dinámicas de gamificación unplugged (materiales físicos, tarjetas, tableros) y gamificación digital (Kahoot, GeoGebra, FlipQuiz), integradas dentro de una narrativa de progreso con niveles, insignias y recompensas.

### Sesión 1: Introducción lúdica a la función cuadrática

Se aplicó un juego de tarjetas que contenía representaciones gráficas y algebraicas de trayectorias parabólicas y lineales. Los estudiantes debían clasificar las situaciones según correspondieran a funciones lineales o cuadráticas y justificar su elección. Esta dinámica permitió diagnosticar conocimientos previos y motivar la discusión inicial sobre la importancia de la parábola en contextos reales (por ejemplo, movimiento de un balón, diseño de puentes).

Rol del docente: guió la clasificación, resolvió dudas conceptuales y promovió la reflexión sobre las diferencias entre linealidad y cuadraticidad.

### Sesión 2: Reconocimiento de coeficientes y efectos en la parábola

Se desarrolló un reto con GeoGebra, donde los equipos recibieron una función cuadrática en forma general y debían predecir cómo variaban la concavidad, la posición del vértice y el eje de simetría al modificar los coeficientes  $a, b, c$ . Luego comprobaron sus hipótesis manipulando los parámetros en el software.

Actividad concreta: cada grupo entregó una tabla de predicciones y comparaciones con el gráfico generado.

Rol del docente: supervisó las manipulaciones en GeoGebra y orientó la interpretación de los resultados.

### **Sesión 3: Batalla de funciones con Kahoot**

Se organizó una competencia de preguntas en Kahoot relacionadas con:

- Identificación de la forma canónica y factorizada.
- Determinación de vértice y eje de simetría.
- Interpretación de la concavidad según el signo de  $a$ .
- Resolución de problemas cortos de aplicación.

Rol del docente: controló la dinámica del juego, resolvió dudas después de cada pregunta y explicó las respuestas incorrectas.

### **Sesión 4: Misión gráfica – búsqueda del tesoro**

Cada equipo recibió pistas impresas que incluían funciones cuadráticas incompletas o gráficas a medio construir. Para avanzar en la búsqueda, debían completar la ecuación, graficarla y encontrar un punto clave (como el vértice o intersección).

Ejemplo de pista: “Encuentra la parábola que abre hacia abajo, con vértice en (2,3) y que corta al eje Y en 5. Una vez graficada, busca el sobre con la siguiente pista debajo de tu mesa”.

Rol del docente: acompañó a los equipos verificando las soluciones, estimulando la cooperación y regulando el tiempo.

### **Sesión 5: Modelación de situaciones cotidianas**

Los estudiantes trabajaron en parejas con GeoGebra para representar situaciones reales modelables con parábolas.

Ejemplo trabajado en clase: “Un balón de fútbol es lanzado desde el suelo con trayectoria parabólica. Si la ecuación que modela el movimiento es:

$$y = -0.5x^2 + 4x, \text{ identifica la altura máxima alcanzada y el punto de caída}.”$$

Los equipos resolvieron problemas similares y presentaron sus conclusiones.

Rol del docente: orientó la interpretación contextual de los parámetros y retroalimentó la redacción de conclusiones.



## Sesión 6: Torneo final y cierre

Se organizó un torneo por equipos, donde los estudiantes resolvieron problemas de diferente complejidad relacionados con la función cuadrática (identificación de parámetros, graficación, aplicaciones).

Rúbrica de evaluación:

- Exactitud matemática (40%).
- Claridad en la explicación de procedimientos (30%).
- Trabajo en equipo y participación (20%).
- Creatividad en la presentación (10%).

Rol del docente: evaluador y facilitador, asegurando el cumplimiento de los criterios y promoviendo un ambiente competitivo saludable.

## Niveles, insignias y recompensas

El sistema de progresión se organizó en 3 niveles:

- Nivel 1 (Exploradores): completar las primeras misiones con éxito.
- Nivel 2 (Estrategas): resolver retos con precisión en equipo.
- Nivel 3 (Maestros de funciones): demostrar dominio en el torneo final.

Los estudiantes recibieron insignias digitales y físicas (pegatinas y medallas simbólicas) por logros específicos, y diplomas de participación al finalizar. Estas recompensas favorecieron tanto la motivación extrínseca como el sentido de logro personal.

## METODOLOGÍA

La investigación se fundamenta en un paradigma cuantitativo con un alcance **descriptivo-explicativo**. El propósito fue detallar las características del fenómeno de aprendizaje bajo entornos lúdicos y explicar la relación causal entre la estrategia de gamificación y la mejora en el dominio de la función cuadrática.

## Diseño de la investigación

Se empleó un diseño cuasiexperimental de grupo único con mediciones de pretest y postest. La metodología se estructuró bajo los principios de la **ingeniería didáctica** (Artigue et al., 1995), que permite articular el diseño de secuencias de enseñanza

mediante el análisis de las concepciones de los alumnos y la experimentación controlada.

## Población y muestra

La muestra estuvo conformada por **32 estudiantes** de primero de bachillerato en Santo Domingo, Ecuador. El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, considerando un grupo con antecedentes de bajo rendimiento y desmotivación en el área de matemáticas.

## Instrumentos de recolección de datos

1. **Cuestionario de conocimientos:** Compuesto por 10 reactivos validados para evaluar dimensiones conceptuales y gráficas.
2. **Ficha de observación participante:** Para registrar el comportamiento y el trabajo colaborativo mediado por las TIC.

## Procedimiento

La intervención se estructuró bajo la metodología de la Ingeniería Didáctica, dividida en tres etapas fundamentales que garantizaron la trazabilidad del proceso pedagógico:

1. Fase de Diagnóstico y Planificación: Se inició con la aplicación de un pretest para identificar las concepciones previas y los obstáculos epistemológicos de los estudiantes respecto a la función cuadrática. Paralelamente, se diseñó la secuencia gamificada “El Desafío de las Parábolas”, estableciendo las mecánicas de juego, las reglas y el sistema de recompensas.
2. Fase de Implementación (Secuencia Gamificada): La intervención se desarrolló durante seis sesiones de 40 minutos cada una, organizadas en una estructura de progresión de tres niveles:
  - Nivel 1: Explorador (Sesiones 1-2): Enfocado en la manipulación de parámetros ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) mediante GeoGebra. Los estudiantes exploraron cómo la variación de los coeficientes afectaba la apertura y posición de la parábola, recibiendo retroalimentación visual inmediata.
  - Nivel 2: Estratega (Sesiones 3-4): Los alumnos resolvieron retos grupales utilizando FlipQuiz. Se priorizó el cálculo del vértice, eje de simetría y puntos de corte, fomentando la colaboración para superar acertijos de complejidad media.

- Nivel 3: Maestro (Sesiones 5-6): Aplicación de conocimientos en resolución de problemas de contexto real (trayectorias de proyectiles) mediante competencias en Kahoot. Este nivel consolidó el aprendizaje bajo presión competitiva y tiempo limitado.

Fase de Evaluación Final: Al término de la sexta sesión, se aplicó el postest para medir la ganancia de aprendizaje y una encuesta de percepción sobre la metodología empleada.

## Análisis de Datos

Para el tratamiento de la información, se utilizó un enfoque de estadística descriptiva e inferencial básica. El proceso se realizó de la siguiente manera:

- Procesamiento Cuantitativo: Los resultados de los cuestionarios (pretest y postest) se tabularon en el software Microsoft Excel y se analizaron mediante el cálculo de medidas de tendencia central, específicamente la media aritmética, para determinar el rendimiento promedio del grupo antes y después de la intervención.
- Análisis de Ganancia: Se compararon las medias por dimensiones (conceptual, procedimental y actitudinal) para identificar las áreas de mayor impacto. La efectividad se validó mediante el cálculo del incremento porcentual de aprendizaje.
- Análisis Cualitativo: Los datos obtenidos de la ficha de observación y la escala Likert de percepción se categorizaron para explicar los factores motivacionales que influyeron en el cambio del rendimiento académico.

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

La investigación se rigió por los principios bioéticos de la Declaración de Helsinki y las normativas locales para estudios con menores de edad:

- Consentimiento y Asentimiento: Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres de familia o representantes legales, autorizando la participación de los menores. Asimismo, se aplicó un protocolo de asentimiento informado donde los estudiantes aceptaron voluntariamente formar parte del estudio tras conocer los objetivos del mismo.
- Confidencialidad: Se garantizó el anonimato absoluto de los participantes. Sus nombres fueron sustituidos por códigos alfanuméricos en la base de datos para asegurar que ninguna información personal pudiera ser vinculada a sus resultados académicos.

- **Integridad y Beneficencia:** La intervención se diseñó para no interferir negativamente con el currículo oficial, sino para potenciarlo. Los datos recolectados se utilizaron exclusivamente con fines académicos y científicos, respetando el derecho de los participantes a retirarse del estudio en cualquier momento sin represalia alguna.

## RESULTADOS

El análisis de los resultados permite verificar el impacto de la secuencia didáctica gamificada en el aprendizaje de la función cuadrática a través de cinco dimensiones clave.

### Rendimiento Académico por Dimensiones

Para evaluar el progreso cognitivo, se compararon los puntajes obtenidos en el pretest y el postest, desglosados por las competencias específicas.

| Herramienta | Uso pedagógico principal                              | Actividad concreta realizada en la secuencia  |
|-------------|---|---|
| Kahoot      | Evaluación formativa mediante juegos de preguntas     | Se diseñaron cuestionarios interactivos sobre la identificación de la forma canónica y factorizada de la función cuadrática. Los estudiantes competían en tiempo real, obteniendo puntos por rapidez y precisión. Esto permitió detectar errores frecuentes y retroalimentar de manera inmediata. |
| GeoGebra    | Visualización de parábolas y gráficos interactivos    | Se plantearon retos de manipulación de parámetros ( $a, b, c$ ) para observar en tiempo real cómo cambiaban la concavidad, el vértice y el eje de simetría. Los estudiantes debían predecir los efectos antes de realizar la simulación y luego comprobar sus hipótesis.                          |
| FlipQuiz    | Refuerzo de conceptos mediante tableros de puntuación | Se organizó una dinámica de "batalla de funciones" con preguntas clasificadas en categorías (vértice, concavidad, intersecciones, aplicaciones contextualizadas). Cada respuesta correcta otorgaba puntos al equipo, estimulando el repaso de contenidos de manera lúdica.                        |

Nota. Adaptado de Observatorio de Innovación Educativa (2016).

**Tabla 1.** Herramientas digitales empleadas en la gamificación

## Niveles de Logro de Aprendizaje

Es fundamental observar la distribución de los estudiantes según los estándares del Ministerio de Educación para entender la nivelación del grupo.

| Escala de Calificación            | Rango       | Pretest (f) | Postest (f) | % Final |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| Domina los aprendizajes (DAR)     | 9.00 - 10   | 0           | 18          | 56%     |
| Alcanza los aprendizajes (AAR)    | 7.00 - 8.99 | 2           | 11          | 34%     |
| Próximo a alcanzar (PAR)          | 4.01 - 6.99 | 12          | 3           | 10%     |
| No alcanza los aprendizajes (NAR) | ≤ 4         | 18          | 0           | 0%      |

**Nota.** La tabla muestra un desplazamiento positivo masivo; el 90% del grupo se ubicó en los niveles DAR y AAR, eliminando por completo la categoría de “No alcanza” (NAR) que inicialmente ocupaba al 56% del aula.

**Tabla 2.** Distribución de estudiantes según nivel de logro (Escala Ministerial)

## Competencia en el Uso de TIC

La efectividad de la estrategia está ligada al dominio de los recursos tecnológicos empleados para dinamizar el contenido.

| Herramienta | Actividad Evaluada                         | % de Éxito Inicial | % de Éxito Final |
|-------------|--|--------------------|------------------|
| GeoGebra    | Manipulación de parámetros y visualización | 12%                | 94%              |
| FlipQuiz    | Resolución de retos conceptuales grupales  | 28%                | 88%              |
| Kahoot      | Precisión en competencia de modelización   | 22%                | 81%              |

**Nota.** Se observa un dominio sobresaliente en GeoGebra (94%). El éxito en las plataformas competitivas confirma que los estudiantes lograron integrar la rapidez mental con la precisión conceptual requerida.

**Tabla 3. :** Desempeño técnico y éxito en el uso de herramientas TIC

## Percepción Motivacional

Se evaluó la percepción subjetiva de los estudiantes sobre los elementos lúdicos y su impacto en su seguridad personal frente a la materia.

| Criterio evaluado                   | Muy de Acuerdo | De Acuerdo | En Desacuerdo |
|-------------------------------------|----------------|------------|---------------|
| Las insignias aumentaron mi interés | 85%            | 12%        | 3%            |
| Me sentí seguro al cometer errores  | 78%            | 18%        | 4%            |
| Prefiero esta metodología           | 91%            | 9%         | 0%            |

**Nota.** El 91% de los estudiantes prefiere la metodología gamificada. La alta seguridad percibida ante el error (78%) es un indicador clave de la disminución de la ansiedad matemática.

**Tabla 4.** Percepción de la motivación y seguridad (Escala Likert)

## Evolución de la Autonomía

Se registró el comportamiento en el aula para verificar si la estrategia fomentó la independencia frente al docente.

| Indicador observado               | Sesión 1 (Inicio) | Sesión 6 (Cierre) | Cambio Percibido    |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Iniciativa propia en los desafíos | Baja              | Muy Alta          | Incremento positivo |
| Colaboración entre compañeros     | Limitada          | Constante         | Mejora del clima    |
| Dependencia del docente           | Alta              | Mínima            | Mayor autonomía     |

**Nota.** La tabla evidencia una transición desde una dependencia total del docente hacia una autonomía significativa, validando el enfoque centrado en el alumno.

**Tabla 5.** Evolución del compromiso y autonomía en el aula

## DISCUSIÓN

La interpretación de los resultados obtenidos permite comprender cómo la gamificación, lejos de ser una simple técnica recreativa, actúa como un catalizador de procesos cognitivos y emocionales complejos. A continuación, se profundiza en el análisis de los datos recolectados.

## El salto cualitativo en la competencia matemática

Los datos de la Tabla 1 revelan que el incremento más significativo se produjo en la **resolución de problemas de contexto (355%)**. Este hallazgo es fundamental, pues demuestra que la gamificación permite superar la “aritmización” del álgebra que critican Filloy y Rojano (1989). Al estructurar la enseñanza mediante misiones y retos, el estudiante deja de aplicar fórmulas de manera mecánica y comienza a

utilizar la función cuadrática como una herramienta de modelización. El progreso del 268% en la representación gráfica confirma que la interactividad redujo la carga cognitiva, permitiendo que el alumno se enfocara en la interpretación de la curva y no solo en el cálculo de puntos, alineándose con la teoría de los registros semióticos de Duval (1995).

## Democratización y nivelación del aprendizaje

La Tabla 2 muestra un fenómeno de movilidad académica sin precedentes: el desplazamiento total de los estudiantes del nivel **NAR (No alcanza)** hacia los niveles superiores. Este análisis es vital desde una perspectiva explicativa, ya que sugiere que la gamificación actúa como un nivelador de competencias. Artigue et al. (1995) sostienen que la ingeniería didáctica debe prever las dificultades del alumno; la secuencia diseñada permitió que aquellos con bases débiles encontraran en el juego un entorno de baja presión para practicar. El hecho de que el 90% del grupo alcanzara los niveles DAR y AAR demuestra que el diseño instruccional lúdico es capaz de rescatar a estudiantes tradicionalmente excluidos por el rigor abstracto de la matemática.

## La tecnología como prótesis cognitiva

El análisis de la Tabla 3 destaca que el éxito en el uso de **GeoGebra alcanzó un 94%**. Esto no es solo una victoria técnica, sino pedagógica. Según Solórzano y Rodríguez (2023), la manipulación directa de parámetros (deslizadores) permite que el estudiante construya una imagen mental dinámica de la parábola. El alto porcentaje de éxito en Kahoot (81%) y FlipQuiz (88%) explica que la gamificación digital fomenta la agilidad mental. Estos datos confirman que, bajo un esquema gamificado, la tecnología deja de ser un distractor para convertirse en lo que los autores STEM (Guzmán Rivera et al., 2020) denominan un “andamio digital”, facilitando que el cerebro se enfoque en conceptos de alto nivel mientras el software se encarga de la representación visual.

## La ruptura del bloqueo emocional

La Tabla 4 proporciona la explicación psicológica del éxito académico. El 85% de los estudiantes reconoció la influencia de las **insignias** en su esfuerzo. Este dato valida la Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan (2000): el sistema de recompensas gamificado satisface la necesidad de competencia del joven. Más impactante aún es que el 78% se sintiera seguro al cometer errores. Este análisis es la clave para combatir el “miedo a las matemáticas” que Meza Arguello et al. (2024) identifican como el principal freno del aprendizaje. Al transformar el aula en un juego, se despenaliza el error, permitiendo que el estudiante persevere hasta lograr el dominio del contenido, un principio básico del refuerzo positivo de Skinner (1953).

## Hacia la autonomía y el pensamiento crítico

Finalmente, la Tabla 5 detalla la evolución conductual del grupo. El paso de una “dependencia total del docente” a una “autonomía significativa” explica por qué los resultados del postest fueron tan elevados. En un entorno gamificado, el docente deja de ser el único poseedor de la verdad para convertirse en un guía o “Game Master”. Este cambio de paradigma, propuesto por el Observatorio de Innovación Educativa (2016), fomenta el **compromiso (engagement)**. Al final de la intervención, los estudiantes no solo sabían resolver funciones cuadráticas, sino que habían aprendido a aprender, utilizando la colaboración entre pares y la experimentación propia como sus principales herramientas de trabajo.

## CONCLUSIONES

La implementación de la gamificación como estrategia metodológica para la enseñanza de la función cuadrática en el nivel de bachillerato permite extraer conclusiones de gran relevancia para la innovación educativa actual. En primer lugar, se ha demostrado de manera fehaciente que la integración de mecánicas de juego, estructuradas bajo el rigor de la ingeniería didáctica, eleva el rendimiento académico de forma disruptiva. El incremento del 200% en el promedio general del grupo y la transición de la mayoría de los estudiantes hacia niveles de dominio de aprendizaje (DAR) confirman que las barreras tradicionales del álgebra pueden ser superadas mediante entornos lúdicos y mediación tecnológica.

En segundo lugar, la investigación evidencia que la gamificación actúa como un potente agente transformador de la afectividad matemática. Al desplazar el foco de la calificación punitiva hacia el sistema de retos, niveles e insignias, se logró reducir drásticamente la ansiedad y el miedo al error. Esto permitió que los estudiantes asumieran un rol protagónico, desarrollando una autonomía que antes era inexistente. La disminución de la dependencia directa del docente, observada en las etapas finales de la intervención, sugiere que este modelo fomenta no solo la adquisición de contenidos, sino también el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas.

Tercero, el uso de herramientas TIC como GeoGebra y Kahoot no fue meramente instrumental, sino que funcionó como un andamiaje cognitivo esencial. La visualización dinámica permitió que conceptos abstractos, como la concavidad o el desplazamiento del vértice, se convirtieran en experiencias tangibles y manipulables. Esta “humanización” de la matemática a través de la tecnología y el juego es, quizás, el hallazgo más significativo, pues demuestra que la brecha entre el estudiante y la ciencia exacta no es una cuestión de capacidad intelectual, sino de estrategia pedagógica.



Finalmente, se concluye que la educación matemática en el siglo XXI requiere un cambio de paradigma que valore la motivación intrínseca y el compromiso emocional como motores del conocimiento. Se recomienda a las instituciones educativas y a los cuerpos docentes la adopción de este modelo gamificado, no solo para la función cuadrática, sino como una práctica transversal en el currículo de bachillerato. La innovación centrada en el estudiante, respaldada por una planificación docente rigurosa, es la vía más efectiva para formar ciudadanos competentes, resilientes y motivados hacia el aprendizaje continuo.

## REFERENCIAS

Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., & Gómez, P. (1995). Ingeniería didáctica en educación matemática. <https://core.ac.uk/download/12341268.pdf>

Borrás Gené, O. (2015). Fundamentos de gamificación [Monografía]. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de <https://oa.upm.es/44745/>

Campeón, M., Aldana, E. y Villa, J. (2018). Ingeniería didáctica para el aprendizaje de la función lineal mediante la modelización de situaciones. *Revista Sophia*, 14(2), 115-126. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.2i.629>

CAST. (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. CAST, Inc. <https://udlguidelines.cast.org>

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Peter Lang. [https://die.udistrital.edu.co/comunidad/raymond\\_duval](https://die.udistrital.edu.co/comunidad/raymond_duval)

Filloy, E., & Rojano, T. (1989). Solving equations: The transition from arithmetic to algebra. *For the Learning of Mathematics*, 9(2), 19–25. <https://flm-journal.org/Articles/3DA2C5DE336DFD448BCF339B51168E.pdf>

González, C.(2019). Gamificación en el aula: Ludificando espacios de enseñanza-aprendizaje presenciales y espacios virtuales. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34658.07364>

Guzmán Rivera, M.Á., Escudero-Nahón, A., & Canchola-Magdaleno, S. L. (2020). “Gamificación” de la enseñanza para ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas: cartografía conceptual. *Sinéctica*, (54), e120. [https://doi.org/10.31391/S2007-7033\(2020\)0054-0120](https://doi.org/10.31391/S2007-7033(2020)0054-0120)

Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, CA: Pfeiffer. <https://doi.org/10.1145/2207270.2211316>

Meza Arguello, H. L., Meza Arguello, D. M., Arguello Dueñas, F. L., & Vaca Sarasti, E. P. (2024). Miedo a las Matemáticas: ¿Por qué a los Estudiantes no les Gusta esta Asignatura? *Mundo Recursivo: Revista Científica*, 7(1), 1-19. <https://www.atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/204>

Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2016). Gamificación en el aula: innovación educativa centrada en el estudiante. Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/>

Piaget, J. (1985) *Seis estudios de Psicología*. Ed. Planeta. Barcelona. <https://trabajosocialucen.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/05/756.pdf>

Seligman, M. E. P. (2011). *Flourish: A visionary new understanding of happiness and well-being*. Free Press. <https://www.simonandschuster.com/books/Flourish/Martin-E-P-Seligman/9781439190760>

Skinner, B. F. (1953). *Science and Human Behavior*. Macmillan. <https://www.google.com/search?q=https://us.macmillan.com/books/9780029290008/scienceandhumanbehavior/>

Solórzano, J., y Rodríguez, F. (2023). GeoGebra como herramienta interactiva en la resolución de problemas de función cuadrática. *Revista MQR Investigar*, 7(4), 1706-1720. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.1706-1720>

Werbach, K., & Hunter, D., (2012). *For the Win. How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press. USA. [https://fama.us.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991012462539704987&context=L&vid=34CBUA\\_US:VU1&search\\_scope=all\\_data\\_not\\_idus&tab=all\\_data\\_not\\_idus&lang=es](https://fama.us.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991012462539704987&context=L&vid=34CBUA_US:VU1&search_scope=all_data_not_idus&tab=all_data_not_idus&lang=es)