



**Facultad de Ciencias de la Administración**

**Carrera de Ingeniería en Ciencias de la  
Computación**

Prototipo de un Esquema Multijugador para el  
Videojuego de Emprendimiento ATIC

**Trabajo de titulación previo a la obtención del  
grado de Ingeniero en Ciencias de la Computación**

**Autor:**

Marco Emilio Bustamante Chicaíza

**Director:**

Paúl Esteban Crespo Martínez

**Cuenca – Ecuador  
2026**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser la guía constante en cada paso de este camino, por la fortaleza en los momentos difíciles y por la gracia de permitirme llegar hasta aquí.

A mis padres, por su amor incondicional, su sacrificio silencioso y por creer en mí antes que yo mismo lo hiciera. Lo que hoy soy es el reflejo de lo que me han dado.

A mi familia, por el apoyo, la paciencia y el aliento sostenido a lo largo de estos años. Este logro no me pertenece solo a mí; es de todos ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad del Azuay, por haberme brindado no solo una formación de calidad, sino también el respaldo económico a través de la beca que hizo posible que este camino fuera una realidad. Sin ese apoyo, este logro no habría sido posible.

Al Ingeniero Esteban, director de este trabajo, por su paciencia, su tiempo y por saber cuándo exigir y cuándo acompañar. Gracias por no dejar que me conformara con menos de lo que era capaz de hacer. A mis profesores, por cada clase que fue más allá de la teoría y dejó algo que vale la pena recordar. Formaron profesionales, pero también personas.

## Índice de Contenidos

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
Índice de Contenidos.....	iii
Índice de Figuras.....	v
Índice de Tablas .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. Introducción .....	1
2. Objetivos .....	2
2.1. Objetivo General .....	2
2.2. Objetivos Específicos .....	2
3. Marco Teórico y Estado del Arte.....	3
3.1. Marco Teórico .....	3
3.2. Estado del Arte.....	9
3.2.1. Avances Técnicos en Prototipos Multijugador: Unity, Mirror y FizzySteamworks ..	10
3.2.2. Arquitecturas de Red: Superando las Barreras del NAT.....	10
3.2.3. Impactos Pedagógicos y Eficacia en Aprendizaje Colaborativo .....	11
3.2.4. Aplicaciones en Emprendimiento y Educación.....	13
3.2.5. Aprendizaje Colaborativo y Gamificación.....	14
3.2.6. Modularidad y Comunidades Virtuales .....	14
3.2.7. Infraestructura Técnica: Eficiencia y Costos .....	15
4. Métodos.....	16
4.1. Enfoque Metodológico .....	16
4.2. Herramientas y tecnologías utilizadas .....	17
4.3. Diseño de la Arquitectura Multijugador .....	17
4.4. Integración de Steamworks y Gestión de Salas .....	18
4.5. Desarrollo de Escenas de Prueba .....	18
4.6. Implementación de la Movilidad del Jugador.....	18
4.7. Integración Progresiva en el Mapa Principal .....	19
4.8. Delimitación del Prototipo .....	19
5. Resultados .....	21
5.1. Resultados técnicos .....	22
5.1.1. Arquitectura Final del Sistema Multijugador.....	22
5.1.2. Conexión Estable Entre Pares.....	23
5.1.3. Número de Jugadores y Sesiones de Prueba .....	24
5.1.4. Resultados cuantitativos de red por escenario.....	24
5.1.5. Latencia Perceptual y Sincronización de Movimiento .....	27
5.2. Resultados Funcionales .....	28

5.2.1.	Lobby Funcional.....	28
5.2.2.	Transición de Escena Sincronizada.....	29
5.2.3.	Sincronización de Avatares y Personalización de Identidad Visual.....	30
6.	Discusión.....	32
6.1.	¿Funciona el Sistema?.....	32
6.2.	Limitaciones del Estudio.....	32
6.2.1.	Ausencia de validación con estudiantes universitarios.....	33
6.2.2.	Tamaño de la muestra de prueba.....	33
6.2.3.	Duración de las sesiones de prueba.....	33
6.3.	Limitaciones del Prototipo.....	33
6.3.1.	Dependencia de la Plataforma Steam.....	33
6.3.2.	Elementos de Juego Desactivados.....	34
6.3.3.	Modelo de Autoridad del Cliente.....	34
6.4.	Escalabilidad del Sistema.....	34
6.5.	Comparación con la Literatura.....	35
7.	Conclusiones.....	36
8.	Líneas de Investigación Futura.....	38
9.	Declaratoria de Uso de Inteligencia Artificial.....	39
10.	Referencias.....	40

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Diagrama de Arquitectura de Red — Pila Unity/Mirror/FizzySteamworks/Steam Relay.</i>	22
<b>Figura 2</b> <i>Mapa Cuenca_Multiplayer con Avatares de Jugadores Distintos Visibles Simultáneamente</i> .....	24
<b>Figura 3</b> <i>Captura de Pantalla del Monitor de Red mostrando Métricas de Red en Tiempo Real durante la Sesión (RTT, jitter, Tx, Rx).</i> .....	25
<b>Figura 4</b> <i>Sala de Espera (lobby) con la Lista de Jugadores Conectados y sus Nombres de Steam Visibles</i> .....	29
<b>Figura 5</b> <i>Dos Avatares Instanciados en el Mapa Cuenca_Multiplayer tras la Transición de Escena Sincronizada.</i> .....	30
<b>Figura 6</b> <i>Pantalla de Personalización de Avatar: Selección de Malla y Color de Vestimenta en el Lobby</i> .....	31

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Comparativa del Estado del Arte en Prototipos Multijugador Educativos .....	16
<b>Tabla 2</b> Resultados Cuantitativos por Escenario (Perspectiva del Cliente).....	25
<b>Tabla 3</b> Evaluación de resultados según umbrales científicos. Claypool & Claypool (2006); Mostacero-Agama & Shiguihara (2022); Chandra et al. (2024) .....	26

## RESUMEN

El videojuego educativo ATIC, desarrollado por la Universidad del Azuay para la enseñanza del emprendimiento en el contexto latinoamericano, opera en modo individual, lo que restringe la simulación de las dinámicas colaborativas propias del mercado real. Esta investigación tuvo como objetivo diseñar y construir un prototipo de esquema multijugador para ATIC que fomente el autorreconocimiento y la presencia social de los estudiantes en un entorno colaborativo, sin incurrir en costos de servidores dedicados. El marco teórico se fundamentó en el aprendizaje colaborativo soportado por videojuegos, la teoría del capital social en comunidades de juego en línea, y los principios técnicos de las arquitecturas de red P2P aplicadas a entornos educativos. La metodología adoptó un enfoque aplicado y experimental estructurado en cinco fases: análisis del juego, diseño de arquitectura, implementación, pruebas controladas y evaluación técnica. El prototipo integró Unity con Mirror Networking bajo el modelo Host-Client y FizzySteamworks como capa de transporte sobre la infraestructura de Steam. Las pruebas con sesiones de dos a cuatro jugadores simultáneos demostraron conexión estable en redes LAN y WAN, sincronización de movimiento en tiempo real, transición de escena sin desconexiones, y propagación correcta de la identidad visual de cada avatar. Se concluye que integrar un esquema multijugador P2P en ATIC es técnicamente factible mediante soluciones de código abierto, estableciendo la base para incorporar en el futuro las mecánicas de emprendimiento colaborativo.

**Palabras clave:** aprendizaje colaborativo, ATIC, FizzySteamworks, juegos serios, Mirror Networking, multijugador, videojuegos educativos

## ABSTRACT

ATIC, an educational video game developed by the Universidad del Azuay for entrepreneurship learning in the Latin American context, currently operates in single-player mode, which limits the simulation of the collaborative dynamics inherent to real market environments. This research aimed to design and build a multiplayer scheme prototype for ATIC that fosters students' self-recognition and social presence in a collaborative setting, without incurring the costs of dedicated servers. The theoretical framework was grounded in video game-supported collaborative learning, social capital theory in online gaming communities, and the technical principles of P2P network architectures applied to educational contexts. The methodology followed an applied and experimental approach structured across five phases: game analysis, architecture design, implementation, controlled testing, and technical evaluation. The prototype integrated Unity 2021.3.6f1 with Mirror Networking under the Host-Client model and FizzySteamworks as the transport layer over Steam's infrastructure. Tests conducted with sessions of two to four simultaneous players demonstrated stable connection on LAN and WAN networks, real-time movement synchronization, scene transition without disconnections, and correct propagation of each avatar's customized visual identity. It is concluded that integrating a P2P multiplayer scheme into ATIC is technically feasible using open-source solutions, establishing the foundation for future incorporation of collaborative entrepreneurship mechanics.

**Keywords:** ATIC, collaborative learning, educational video games, FizzySteamworks, Mirror Networking, multiplayer, serious games