

DISEÑO ARQUITECTÓNICO GAMIFICADO: AVANCES EN EDUCACIÓN CON REALIDAD EXTENDIDA Y CONOCIMIENTOS DE IA GAMIFIED ARCHITECTURAL DESIGN: ADVANCING EDUCATION WITH EXTENDED REALITY AND AI INSIGHTS

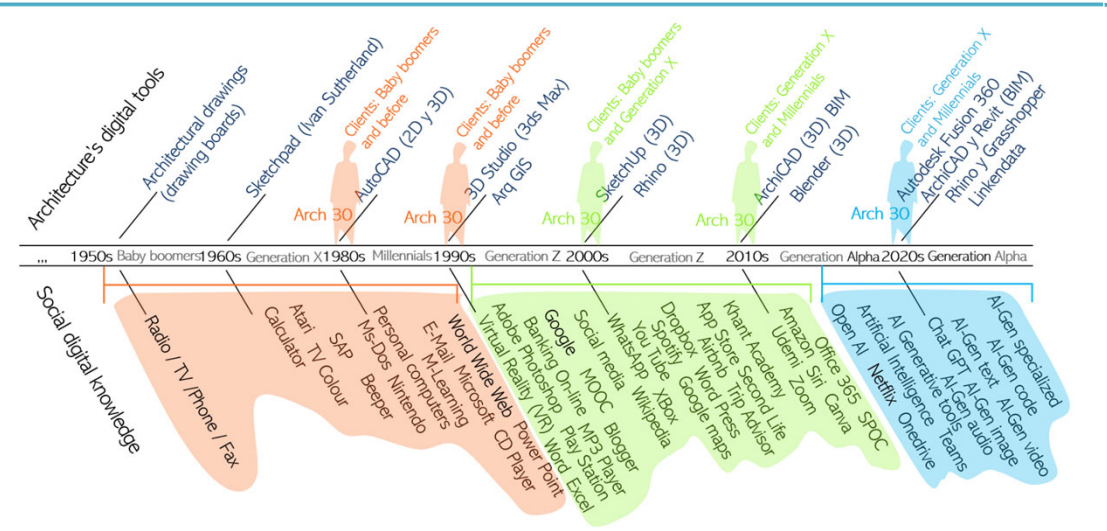
Juana Mercedes Perlaza Rodríguez ¹, Fabiola Colmenero Fonseca ², Ángela María Díaz-Márquez ³
Novamanto Consulting and Research Services¹, Universidad de La Salle México ², Universidad de Las Americas ³

1. INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

La tecnología ha transformado la arquitectura del siglo XXI, mejorando precisión y sostenibilidad con herramientas como AutoCAD e impresión 3D [1][2]. Sistemas inteligentes democratizan el diseño, enfrentando desafíos éticos [3][4]. La gamificación, clave en la enseñanza, aumenta interactividad y compromiso mientras enfrenta la brecha tecnológica [5]. Este capítulo explora cómo estas herramientas preparan profesionales para un entorno digital, equilibrando innovación y ética. Gamificación y virtualización prometen métodos educativos inclusivos que abordan desigualdades tecnológicas [6][7].

Technology has transformed 21st-century architecture, enhancing precision and sustainability with tools like AutoCAD and 3D printing [1][2]. Intelligent systems democratize design while raising ethical challenges [3][4]. Gamification, key in education, boosts interactivity and engagement, tackling the digital divide [5]. This chapter explores how these tools prepare professionals for digital environments, balancing innovation and ethics. Gamification and virtualization promise inclusive educational methods addressing technological inequities [6][7].

Fig. 1. Cronología de los avances tecnológicos generales frente a las herramientas de la tecnología arquitectónica digital / Fig. 1. Timeline on general technological advances versus digital architectural technology tools



2. METODOLOGIA / METHODOLOGY

El estudio aplica un enfoque matricial basado en 49 contribuciones científicas para identificar beneficios y desafíos de la gamificación en arquitectura según niveles de autonomía. Utiliza nubes conceptuales y cronologías para analizar conceptos clave y propone un cambio hacia métodos interactivos y colaborativos. Este enfoque multidimensional integra marcos teóricos, actividades y evaluaciones, promoviendo la creatividad, el pensamiento crítico y la autonomía progresiva en la enseñanza arquitectónica.

This study applies a matrix approach based on 49 scientific contributions to identify gamification benefits and challenges in architecture at different autonomy levels. It employs conceptual clouds and timelines to analyze key concepts and proposes a shift towards interactive and collaborative methods. This multidimensional approach integrates theoretical frameworks, activities, and evaluations, fostering creativity, critical thinking, and progressive autonomy in architectural education.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN/ DISCUSSION AND RESULTS

La enseñanza del diseño arquitectónico enfrenta una transición entre métodos tradicionales y el potencial de la tecnología digital y la gamificación. Según [18], la gamificación fomenta autonomía y colaboración, promoviendo experiencias interactivas más realistas, en contraste con prácticas jerárquicas convencionales [50]. Este cambio requiere dinámicas horizontales y participativas que simulen procesos reales de diseño, fortaleciendo habilidades creativas y analíticas. El análisis en la Tabla 2 correlaciona los componentes clave de la gamificación (técnicas, procesos cognitivos, espacios de convergencia y aspectos semánticos) con niveles de autonomía estudiantil, usando regresión lineal para evaluar su impacto en 50 estudiantes durante 1 a 6 años.

Architectural design education transitions between traditional methods and the potential of digital technology and gamification. According to [18], gamification fosters autonomy and collaboration, promoting realistic, interactive experiences, contrasting with hierarchical traditional practices [50]. This shift requires horizontal, participatory dynamics simulating real-world design processes, strengthening creative and analytical skills. Table 2 analyzes the correlation between gamification components (techniques, cognitive processes, convergence spaces, and semantic aspects) and student autonomy levels, using linear regression to evaluate their impact on 50 students over 1 to 6 years.

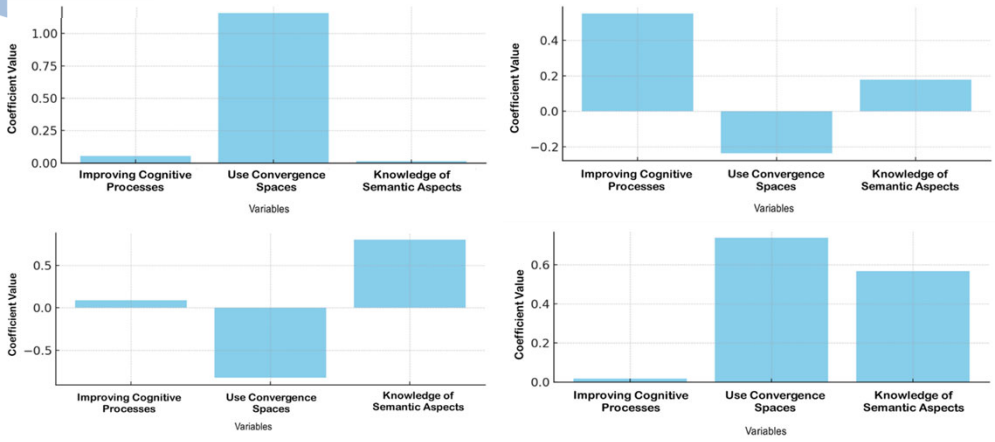
Tabla 2 Niveles de autonomía de la situación de aprendizaje / Table 2. Levels of autonomy of the learning situation

Nivel de Autonomía / Autonomy Level	Descripción / Description	Contribución al Desarrollo de Habilidades / Skill Development	Componentes Clave / Key Components
Operativo (Modificado) / Operative	Los estudiantes siguen un plan definido. / Students follow a defined plan.	Desarrollo técnico bajo guías claras. / Technical skill development under clear guidelines.	Integración de técnicas de gamificación. / Integration of gamification techniques.
Inicial (Modificado) / Initial	Docentes socializan el proyecto con los estudiantes. / Teachers discuss the project with students.	Participación inicial y habilidades colaborativas. / Initial participation and collaborative skills.	Técnicas de gamificación. / Gamification techniques.
Intermedio (Modificado) / Intermediate	Estudiantes aportan a la planificación y estructura. / Students contribute to planning and structure.	Mayor compromiso y pensamiento crítico. / Increased engagement and critical thinking.	Uso del metaverso y procesos cognitivos. / Use of the metaverse and cognitive processes.
Deliberado (Modificado) / Deliberate	Colaboración cercana con tutoría docente. / Close collaboration with faculty.	Liderazgo y autonomía en gestión de proyectos. / Leadership and project autonomy.	Uso del metaverso y colaboración. / Use of the metaverse and collaboration.
Estratégico (Adaptado) / Strategic	Los estudiantes lideran todo el proceso. / Students lead the entire process.	Liderazgo avanzado y preparación profesional. / Advanced leadership and professional readiness.	Aspectos semánticos e IA. / Semantic aspects and AI.

Tabla 3. Simulación de variables independientes (técnicas de gamificación)/ Table 3. Simulation of independent variables (gamification techniques)

Y= $\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon$
Donde Y variable dependiente, X ₁ , X ₂ , ..., X _n son las variables independientes, β_0 es el término de intercepción, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ son los coeficientes de las variables independientes, y ϵ es el término de error.
• Error cuadrático medio (ECM): 0.4078
• Coeficiente de determinación (R ²): 0.4902
Where Y is the dependent variable, X ₁ , X ₂ , ..., X _n are the independent variables, β_0 is the intercept term, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ are the coefficients of the independent variables, and ϵ is the error term.
• Mean Squared Error (MSE): 0.4078
• Coefficient of Determination (R ²): 0.4902

Fig. 4. Relación entre skills (variables dependientes) y técnicas de gamificación (variables independientes) / Fig. 4. Relationship between skills (dependent variables) and gamification techniques (independent variables)



3. ANÁLISIS / ANALYSIS

Tabla 1. ¿Qué competencias desarrolla la gamificación en la enseñanza-aprendizaje y en el perfil profesional de la arquitectura? / Table 1. What skills does gamification develop in the teaching-learning and professional profile of architecture?

Nº	Herramienta Metodológica / Methodological Tool	Integración de técnicas y dinámicas de gamificación / Integration of Gamification Techniques and Dynamics	Uso de espacios de convergencia como el Mteaverso / Use of Convergence Spaces such as the Metaverse	Mejora de los procesos cognitivos en el diseño arquitectónico/ Improvement of Cognitive Processes in Architectural Design	Aspectos semánticos de la arquitectura en el software de accesibilidad / Semantic Aspects of Architecture in Accessibility Software
1	¿Cómo puede la gamificación enriquecer la experiencia educativa? / How can gamification enhance learning?	Los videojuegos fomentan interacción profunda con el espacio [47]. / Video games foster deep interaction with space [47].	Los entornos gamificados facilitan intercambio de ideas [35]. / Gamified spaces facilitate idea exchange [35].	Mejoran el pensamiento crítico y la planificación [8][25]. / Enhance critical thinking and planning [8][25].	Diseños accesibles fomentan síntesis crítica [34]. / Accessible designs encourage synthesis [34].
2	¿Cómo contribuyen las herramientas tecnológicas a formar perfiles profesionales? / How do tech tools contribute to professional profiles?	Gamificación mejora prácticas innovadoras [7]. / Gamification improves innovative practices [7].	Los entornos virtuales potencian habilidades blandas [37]. / Virtual spaces enhance soft skills [37].	Espacios simulados dinámicos mejoran la experiencia [22]. / Simulated spaces improve experience [22].	Semántica e IA fortalecen la adaptación profesional [39][43]. / Semantics and AI enhance adaptability [39][43].

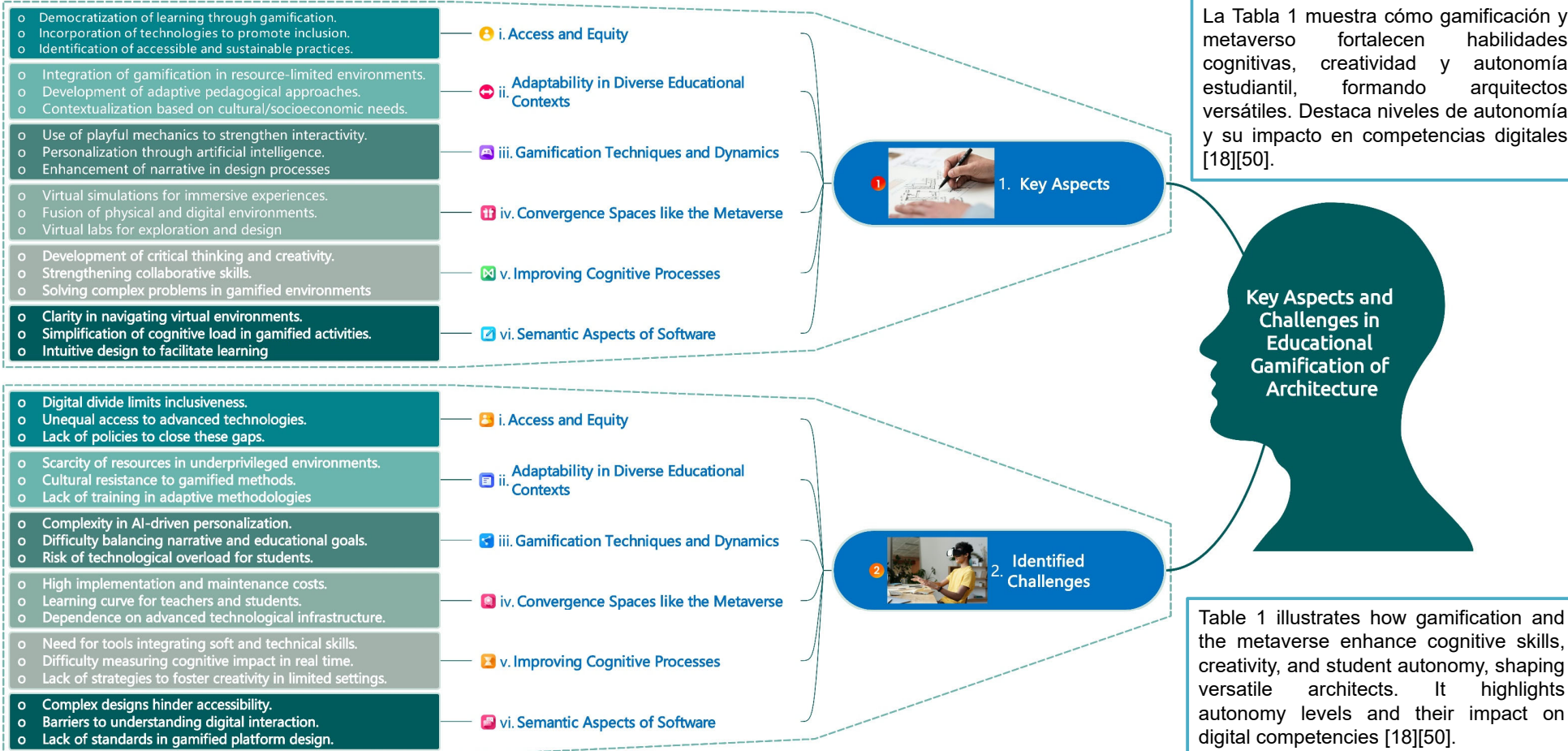


Fig. 5. Relación entre competencias y técnicas de gamificación / Fig. 4. Relationship between competencies and gamification techniques

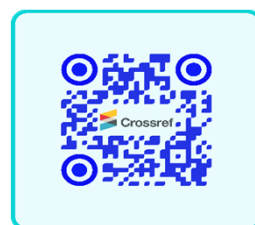
La Figura 5 muestra cómo la gamificación impacta habilidades. Colores brillantes indican mayor efectividad; gamificación fomenta autonomía y metodologías inclusivas en educación arquitectónica [10].

Figure 5 shows gamification's impact on skills. Bright colors indicate higher effectiveness; gamification fosters autonomy and inclusive methodologies in architectural education [10].

El diagrama de radar relaciona niveles de autonomía (Operational a Strategic) con componentes clave de gamificación. La autonomía avanzada integra aspectos semánticos y espacios de convergencia, mostrando progresión hacia habilidades complejas [18][50].

The radar chart links autonomy levels (Operational to Strategic) with key gamification components. Advanced autonomy integrates semantic aspects and convergence spaces, reflecting progression toward complex skills [18][50].

6. REFERENCIAS/REFERENCES



References

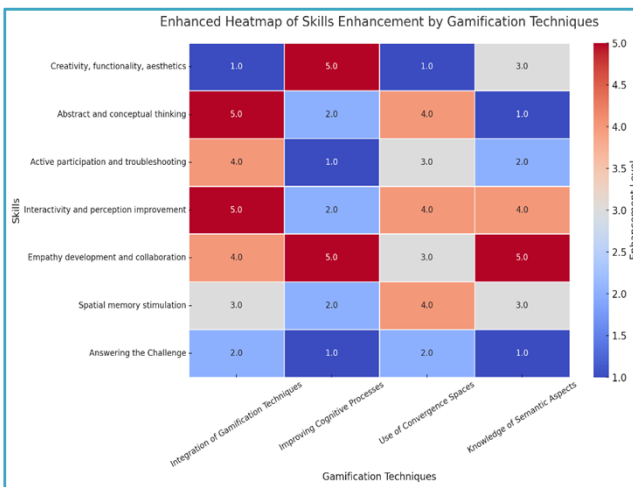


Fig. 6. Relación entre los niveles de autonomía y los componentes claves de la gamificación / Fig. 6. Relationship between levels of autonomy and key components of gamification

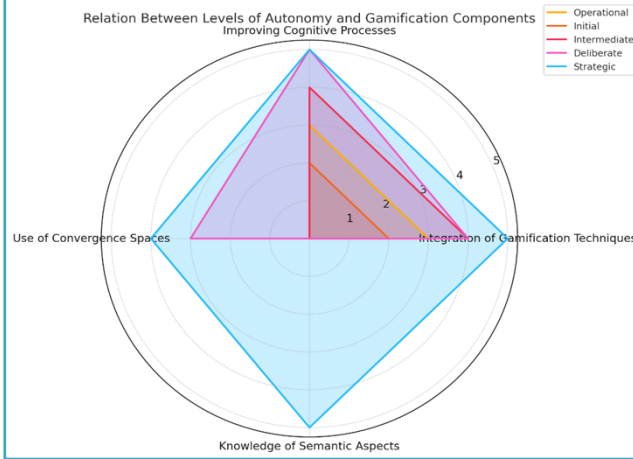


Fig. 3. Comparación entre los niveles de autonomía actuales y previstos / Fig. 3. Comparing current and planned autonomy

5. CONCLUSIÓN/ CONCLUSION

La gamificación en la educación arquitectónica fomenta habilidades técnicas y colaborativas, integrando un enfoque narrativo y holístico al diseño. Técnicas como "Espacios de Convergencia" y dinámicas de juego enriquecen la experiencia de aprendizaje y mejoran niveles de autonomía estudiantil. Aunque presenta desafíos de accesibilidad, la matriz propuesta aborda estas limitaciones, promoviendo metodologías inclusivas. Este enfoque prepara a los estudiantes para desafíos complejos, promoviendo sostenibilidad y equidad. Más que una metodología, la gamificación redefine la enseñanza arquitectónica, alineándola con tendencias tecnológicas y sociales. La investigación destaca la necesidad de enfoques dinámicos, interactivos y tecnológicos para arquitectos del futuro.

Gamification in architectural education enhances technical and collaborative skills, introducing a narrative and holistic design approach. Techniques like "Convergence Spaces" and gamified dynamics enrich learning experiences and boost student autonomy. Despite accessibility challenges, the proposed matrix addresses these, promoting inclusive methodologies. This approach prepares students for complex challenges, fostering sustainability and equity. More than a methodology, gamification redefines architectural teaching, aligning it with technological and social trends. The research emphasizes dynamic, interactive, and technological approaches essential for future architects, ensuring preparedness for evolving demands in the architectural field.

