

AGRADECIMIENTOS

La culminación de este proyecto investigativo y el cierre de mi formación profesional no habrían sido posibles sin el respaldo incondicional de personas excepcionales que me brindaron su acompañamiento en cada etapa de este camino.

A mi madre y a mi padre, por constituirse como mi mayor pilar, por impulsarme a creer en mis capacidades y recordarme constantemente que la perseverancia rinde frutos; este logro es tan suyo como mío. A mi hermana, por su presencia constante, su paciencia y por brindarme siempre el consejo preciso en los momentos de incertidumbre. A mi tío, por su afecto incondicional y su apoyo inquebrantable a lo largo de todo este proceso de crecimiento.

Quiero extender un profundo sentimiento de gratitud a la profesora Paula Cristina y al profesor Juan Pablo García Cifuentes. Gracias por devolverme la confianza que en algún momento llegué a perder y por impartirme una de las lecciones más valiosas de este recorrido académico: que a pesar de las dificultades, siempre existe la oportunidad de transformar el error en un nuevo comienzo.

A mi director de tesis, *David Sebastian Baldeón Padilla*, y a mi codirector, *Andrés Navarro Newball*, por su dedicación, su paciencia y por todo el acompañamiento técnico y humano que me brindaron durante la materialización de este proyecto.

Finalmente, un agradecimiento muy especial a mi terapeuta, quien fue una guía fundamental en mi desarrollo personal, ayudándome a despejar la mente y a comprender, desde mi interior, el propósito de recorrer este proceso hasta culminar mi carrera profesional.

A todos ustedes, gracias infinitas.

Resumen

La Educación Sexual Integral (ESI) en Colombia enfrenta una paradoja fundamental: a pesar de contar con un sólido marco legal y pedagógico, persiste una brecha crítica en la conexión efectiva con los jóvenes y la eficacia de los métodos de enseñanza tradicionales. Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de transitar hacia ecosistemas educativos digitales que se alineen con las competencias y hábitos de la Generación Z.

La presente investigación documenta el desarrollo y validación de una versión digital gamificada del juego Conversex, transformando un recurso pedagógico analógico validado en una plataforma tecnológica de vanguardia. Mediante la aplicación de ingeniería inversa, diseño centrado en el usuario y metodologías ágiles, se logró transponer las dinámicas de discusión grupal a un entorno digital multijugador, garantizando un espacio seguro, anónimo y pedagógicamente riguroso. La implementación, fundamentada en el paradigma de Privacidad por Diseño y el cumplimiento normativo vigente, permite que la temática de la educación sexual —tradicionalmente percibida como tabú— se convierta en una narrativa interactiva, inmersiva y profundamente formativa.

Los resultados demuestran que la convergencia entre la ingeniería de software y la pedagogía de los juegos serios no solo es técnica y funcionalmente viable, sino que optimiza significativamente el alcance y la aceptabilidad del recurso. Este prototipo se erige como una solución escalable y empoderadora, capaz de transformar el aprendizaje pasivo en una experiencia de participación activa, propiciando que el adolescente construya un conocimiento crítico y responsable sobre sus derechos sexuales y reproductivos.

Palabras clave: Educación Sexual Integral (ESI), Gamificación, Juegos Serios, Interacción Digital, Salud Reproductiva.

Abstract

La Educación Comprehensive Sexuality Education (CSE) in Colombia faces a fundamental paradox: despite having a solid legal and pedagogical framework, a critical gap persists in effectively connecting with youth and in the efficacy of traditional teaching methods. This project arises in response to the need to transition toward digital educational ecosystems that align with the competencies and habits of Generation Z.

This research documents the development and validation of a gamified digital version of the game *Conversex*, transforming a validated analog pedagogical resource into a cutting-edge technological platform. Through the application of reverse engineering, user-centered design, and agile methodologies, the dynamics of group discussion were successfully transposed into a multiplayer digital environment, ensuring a safe, anonymous, and pedagogically rigorous space. The implementation, grounded in the Privacy by Design paradigm and current regulatory compliance, allows the topic of sexual education—traditionally perceived as taboo—to become an interactive, immersive, and deeply formative narrative.

The results demonstrate that the convergence between software engineering and the pedagogy of serious games is not only technically and functionally viable, but also significantly optimizes the reach and acceptability of the resource. This prototype stands as a scalable and empowering solution, capable of transforming passive learning into an active participation experience, enabling adolescents to build critical and responsible knowledge regarding their sexual and reproductive rights.

Keywords: Comprehensive Sexuality Education (CSE), Gamification, Serious Games, Digital Interaction, Reproductive Health.



Desarrollo de un prototipo digital gamificado del juego Conversex para el fortalecimiento de la Educación Sexual Integral en adolescentes

Leonardo Saez Wilches
Código 8936183

Director(a)
David Sebastian Baldeón Padilla

Codirector(a)
Andrés Navarro Newball

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

SANTIAGO DE CALI, Mayo 20 DE 2026

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	7
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.2.1 Sistematización	8
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	9
2.1 OBJETIVO GENERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2.3 RESULTADOS ESPERADOS	9
3. ALCANCE	10
4. JUSTIFICACIÓN	11
4.1. Utilidad	11
4.2. Impacto	11
4.3. Viabilidad	12
5. MARCO DE REFERENCIA	13
5.1. MARCO TEÓRICO	13
La Educación Sexual Integral (ESI) en el Contexto Colombiano	13
Gamificación y Serious Games: De lo Lúdico a lo Educativo	14
TIC y Salud Digital: El papel de las tecnologías como "derecho habilitante"	14
Aprendizaje Significativo y Pedagogía del Juego	15
Desarrollo Ágil y Adaptación Tecnológica: Construcción Incremental	15
5.2 ANTECEDENTES	16
5.2.1. REFERENTES NACIONALES Y CONTEXTO LOCAL	16
5.2.2. PERSPECTIVA LATINOAMERICANA: MHEALTH Y ENFOQUE SOCIOCRÍTICO	17
5.2.3. REFERENTES INTERNACIONALES Y DIGITALIZACIÓN DE JUEGOS SERIOS	18
5.3 SÍNTESIS	18
6. METODOLOGÍA	20
6.1 MARCO METODOLOGICO	20
6.2. FASE DE ANÁLISIS: DECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ANÁLOGO	21
6.2.1. AUDITORÍA DEL JUEGO FÍSICO (INGENIERÍA INVERSA)	21
6.2.1.1 DINÁMICAS Y REGLAS DEL JUEGO ORIGINAL	21
6.2.2. PROTOTIPADO DE BAJA/MEDIA FIDELIDAD (EXPLORACIÓN EN CANVA)	26
6.2.3. INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS Y BACKLOG	27
6.2.4. ÉTICA Y PRIVACIDAD (LEY 1581 DE 2012)	28
6.3. FASE DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y LÓGICO	29
6.3.1. ARQUITECTURA DE SINCRONIZACIÓN (HYBRID STATE)	29

6.3.2. FLUJO DE INTERACCIONES DEL SISTEMA	31
6.4. FASE DE DISEÑO DE INTERACCIÓN (UX/UI)	34
6.4.1. CICLO DE VALIDACIÓN CONTINUA (PLAYTESTING INTERNO)	34
7.IMPLEMENTACIÓN Y DESPLIEGUE	35
7.1. ENTORNO DE DESARROLLO Y STACK TECNOLÓGICO	35
7.1.1. TECNOLOGÍAS DE BACKEND (FASTAPI Y PYTHON)	35
7.1.2. TECNOLOGÍAS DE FRONTEND (REACT Y CUSTOM HOOKS)	35
7.1.3. SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA (SUPABASE Y POSTGRESQL)	36
7.2 IMPLEMENTACIÓN DEL BACKEND (ARQUITECTURA STATELESS)	37
7.2.1 ORQUESTACIÓN CON FASTAPI Y PYDANTIC	37
7.2.2 LÓGICA EN BASE DE DATOS VÍA RPC	37
7.2.3 SINCRONIZACIÓN CON SUPABASE REALTIME	38
7.2.4 LÓGICA DE LA MÁQUINA DE ESTADOS (FSM)	38
7.2.5 PERSISTENCIA Y MODELO DE DATOS EXTENDIDO	38
7.3 IMPLEMENTACIÓN DEL FRONTEND Y EXPERIENCIA DE USUARIO	40
7.3.1 ARQUITECTURA DE COMPONENTES Y STACK	40
7.3.2 GESTIÓN DE ESTADOS MEDIANTE HOOKS PERSONALIZADOS	40
7.4 COMPONENTES CRÍTICOS Y MECÁNICAS DE JUEGO	40
7.4.1 LÓGICA DE LANZAMIENTO DE DADOS	40
7.4.2 NARRATIVA DE NOVELA VISUAL	41
7.5 ESTRATEGIA DE DESPLIEGUE Y PORTABILIDAD	41
7.5.1 ORQUESTACIÓN DEL ENTORNO DE DESARROLLO LOCAL (DOCKER)	41
7.5.2 INFRAESTRUCTURA EN LA NUBE Y CI/CD	41
7.6 MANUAL DE CONFIGURACIÓN Y DESPLIEGUE TÉCNICO	42
7.6.1 INICIALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS (SUPABASE CLI)	42
7.6.2 CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO FRONTEND (REACT / VITE)	43
7.6.3 CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO BACKEND (FASTAPI)	43
8. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD	44
8.1 ESTRATEGIA DE CALIDAD Y MODELO DE V&V	44
8.2 VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES Y DISEÑO PEDAGÓGICO	44
8.3. VALIDACIÓN FUNCIONAL (PRUEBAS DE SOFTWARE)	45
8.3.1. MARCOS DE TRABAJO Y PRUEBAS UNITARIAS	46
8.3.2 ARQUITECTURA DE "FUENTE DE VERDAD" Y SINCRONIZACIÓN EN TIEMPO REAL	47
8.3.3. VALIDACIÓN DE CONTRATOS DE DATOS (PYDANTIC)	47
8.4. PRUEBAS DE JUGABILIDAD, ESTRÉS Y ROBUSTEZ	47
8.5. PRUEBAS DE JUGABILIDAD Y EXPERIENCIA DE USUARIO (PLAYTESTING)	48
8.5.1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: CUESTIONARIO USE	48
8.5.2. DISEÑO METODOLÓGICO Y EJECUCIÓN PRESENCIAL	49

8.5.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y TRIANGULACIÓN DE DATOS	50
8.6. CUMPLIMIENTO DE ATRIBUTOS DE CALIDAD Y NORMATIVOS	52
8.7. INFORME DE RESULTADOS Y MEJORA CONTINUA	52
9. CONCLUSIONES	54
9.1. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	54
9.2. CONCLUSIONES TÉCNICAS Y DE DESARROLLO	54
9.3. CONCLUSIONES SOBRE EL JUEGO SERIO Y LA PEDAGOGÍA	55
9.6. SÍNTESIS FINAL	55
10. TRABAJO FUTURO	56
10.1. MEJORAS Y ESCALABILIDAD TÉCNICA	56
10.2. EXPANSIÓN DEL UNIVERSO NARRATIVO Y PEDAGÓGICO	56
10.3. ANALÍTICA DE APRENDIZAJE PARA FACILITADORES	57
10.4. INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA EDUCATIVO Y ACCESIBILIDAD	57
10.5. SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN COMUNITARIA	58
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXO A. DOCUMENTO DE REQUERIMIENTOS DE PRODUCTO (PDR) Y PRODUCT BACKLOG	61
ANEXO B. REPORTE TÉCNICO DE PRUEBAS DE ESTRÉS Y ROBUSTEZ (LOCUST)	62

INTRODUCCIÓN

La Educación Sexual Integral (ESI) se ha consolidado como un componente fundamental para el desarrollo de la ciudadanía y la salud pública en Colombia. El compromiso con esta formación está legalmente establecido a través del Programa Nacional de Educación para la Sexualidad y Construcción de Ciudadanía [2], el cual obliga al sistema educativo a proveer información pertinente y oportuna.

Sin embargo, la situación actual educativa en este ámbito revela una preocupación palpable: la implementación de estas directrices no está generando el impacto esperado. Las estadísticas sobre embarazos no deseados en adolescentes, los diagnósticos de infecciones de transmisión sexual, y el desconocimiento de los derechos sexuales reflejan una insuficiencia práctica que socava la base legal [1].

Esta brecha de conocimiento limita la capacidad de los jóvenes para tomar decisiones informadas y dignas sobre su propia salud, haciendo imprescindible "pensar fuera de la caja" para transformar la realidad educativa. En la última década, y acelerado por la crisis sanitaria global de la pandemia, se ha consolidado un cambio de paradigma en la enseñanza: la irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas de apoyo indispensables [4].

El nuevo panorama educativo exige que las estrategias didácticas se adapten a las realidades de la Generación Z, una población que demanda formatos de aprendizaje más activos, flexibles y alineados con su entorno digital. El aprendizaje basado en juegos y los juegos serios (*serious games*) emergen como una de las estrategias más efectivas, pues aprovecha la afinidad de los jóvenes por los entornos virtuales para promover un aprendizaje significativo y una participación activa [3].

Esta migración al ecosistema digital es imperativa, no sólo por oportunidades pedagógicas de forma escalable, sino por la urgente necesidad de combatir la desinformación en salud sexual. En una era donde las plataformas sociales saturan a los jóvenes con contenido no verificado, es responsabilidad del sector educativo crear espacios virtuales validados que ofrezcan información acertada y relevante. En este contexto, los *serious games* (juegos serios) se consolidan como una estrategia pedagógica superior, pues ofrecen un entorno de simulación seguro libre de estigmas. A diferencia de la vida real, donde las decisiones erróneas conllevan riesgos irreversibles, los juegos serios permiten que el error se transforme en una herramienta didáctica: el estudiante puede experimentar las consecuencias de sus decisiones, recibir retroalimentación inmediata y construir nuevos conocimientos sin exponer su integridad física o emocional [3][5].

El presente proyecto se sitúa en esta confluencia de necesidad social, oportunidad educativa y potencial tecnológico. El estudio se enfoca en el desarrollo de una versión digital del juego educativo Conversex. Este recurso, ya probado en formato análogo, será transformado mediante la integración de principios de gamificación y la metodología ágil Scrum , asegurando que el desarrollo se realice de manera iterativa e incremental, priorizando la funcionalidad técnica sin alterar la base pedagógica ya establecida . De esta manera, el proyecto busca no solo digitalizar un material existente, sino optimizar su alcance e impacto, validando el prototipo final para garantizar una solución innovadora que ayude a cerrar la brecha en la ESI de Colombia.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si bien en el ámbito educativo se ha incrementado el uso de juegos de mesa y otras estrategias lúdicas innovadoras, el reto de la Educación Sexual Integral (ESI) en Colombia persiste a pesar de la existencia de un marco legal robusto, como el Programa Nacional de Educación para la Sexualidad y Construcción de Ciudadanía del Ministerio de Educación Nacional (MEN) [1][2]. Frente a esta realidad, se presentan valiosas oportunidades para diversificar las formas y medios por medio de los cuales se ofrecen experiencias de aprendizaje a las personas, contribuyendo así a la mitigación de problemáticas de salud pública como el embarazo adolescente [1].

La literatura académica [26] y las experiencias en el aula coinciden en que los enfoques tradicionales tienen limitaciones para abordar una temática tan compleja, lo que impulsa la necesidad de adoptar estrategias didácticas innovadoras donde una de las opciones son las experiencias mediadas por tecnología. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han demostrado su potencial para construir conocimiento de los estudiantes en educación sexual [2], al ofrecer entornos de aprendizaje más dinámicos y motivadores [4]. En este contexto de digitalización, los juegos serios (serious games) y el aprendizaje basado en juegos se han consolidado como herramientas de alto impacto, ya que conectan con la cultura digital de los jóvenes y facilitan el abordaje de temas sensibles en un ambiente seguro [3].

Aquí es donde se sitúa la brecha específica de esta investigación. Mientras existe la necesidad de estrategias digitales y la evidencia del éxito de los juegos, el panorama colombiano no cuenta con suficientes recursos educativos digitales (RED) de alta calidad que aprovechen la validación pedagógica previa de materiales análogos.

Actualmente, existe el juego de mesa Conversex, un recurso pedagógico diseñado con objetivos claros en ESI. A pesar de su diseño estructural y su utilidad reconocida en el formato físico, su operatividad se ve limitada por las restricciones logísticas, la necesidad de presencia física y la escala limitada que impone el formato de mesa. Esta limitación constituye una oportunidad desaprovechada para masificar su alcance y adaptarlo al entorno digital ubicuo que manejan los adolescentes de hoy [2][4].

El problema fundamental es, por tanto, la carencia de una versión digitalizada del juego Conversex que preserve su rigor pedagógico, que integre de forma efectiva los principios de gamificación y que haya sido diseñada y validada a partir de un análisis riguroso de las necesidades de los usuarios (adolescentes, docentes y expertos).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Entonces la pregunta a resolver sería: ¿Cómo desarrollar una versión digital del juego educativo *Conversex* orientada a la educación sexual integral, mediante la integración de principios de gamificación y el análisis de las necesidades de los usuarios?

1.2.1 Sistematización

Para resolver esta pregunta se deben tener en cuenta las siguientes subpreguntas:

1. ¿Cuáles son los elementos pedagógicos, narrativos y estructurales del juego de mesa *Conversex* que deben conservarse en su versión digital para mantener su propósito educativo?
2. ¿Qué requerimientos funcionales, pedagógicos y de diseño deben considerarse para desarrollar una versión digital de *Conversex* coherente con los principios de educación sexual integral y gamificación?
3. ¿Cómo puede diseñarse e implementarse un prototipo digital del juego *Conversex* que favorezca la interacción, el aprendizaje significativo y la participación activa de los usuarios?
4. ¿De qué manera la validación con adolescentes, docentes y especialistas en educación sexual puede evidenciar la pertinencia pedagógica, usabilidad y potencial de aprendizaje del prototipo digital de *Conversex*?

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una versión digital del juego educativo *Conversex* orientada a la educación sexual integral, mediante la integración de principios de gamificación y el análisis de necesidades de los usuarios.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar el diseño pedagógico, narrativo y estructural del juego de mesa *Conversex*, identificando sus componentes esenciales, dinámicas y objetivos educativos.
2. Definir los requerimientos funcionales, pedagógicos y de diseño necesarios para la creación de la versión digital de *Conversex*, asegurando su coherencia con los principios de educación sexual integral y gamificación.
3. Diseñar e implementar un prototipo digital interactivo del juego *Conversex*, incorporando mecánicas lúdicas, elementos visuales y una interfaz accesible que promueva la participación activa de los usuarios.
4. Validar el prototipo digital con los actores involucrados (adolescentes, docentes y especialistas en educación sexual), evaluando su pertinencia pedagógica, usabilidad y potencial de aprendizaje.

2.3 RESULTADOS ESPERADOS

- Informe de validación y versión final del prototipo digital *Conversex*
- Documentación del prototipo digital *Conversex*

3. ALCANCE

- **Cobertura:** El proyecto abarca desde el análisis del diseño pedagógico y narrativo de la versión física del juego *Conversex*, hasta el desarrollo y validación de un prototipo digital interactivo funcional (fase de prototipado de alta fidelidad).
- **Usuarios:** Adolescentes entre los 13 y 18 años (población objetivo teórica), docentes de educación secundaria y especialistas en Educación Sexual Integral (ESI). Mediación pedagógica de la educación sexual en contextos escolares colombianos apoyada por el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).
- **Entorno:** recomendación para experiencias de aprendizaje basado en juegos.
- **Fuera de alcance:**
 - Distribución o comercialización masiva en tiendas de aplicaciones (App Store/Play Store).
 - Estudio de impacto longitudinal sobre el comportamiento sexual de los participantes a largo plazo (el alcance se limita a la validación de la pertinencia pedagógica y usabilidad).

4. JUSTIFICACIÓN

4.1. Utilidad

Este proyecto es de utilidad para el sistema educativo colombiano y específicamente para las instituciones que deben dar cumplimiento a la Ley de Educación Sexual Integral (ESI), porque responde a la necesidad de cerrar la brecha entre el mandato legal y la realidad pedagógica actual, la cual presenta métodos de enseñanza insuficientes frente a problemáticas como el embarazo adolescente y las enfermedades de transmisión sexual [1]. La digitalización del juego *Conversex* es útil porque resuelve las limitaciones logísticas de escalabilidad, espacio y acceso del formato análogo original, permitiendo que un recurso pedagógico ya validado trascienda las barreras físicas y llegue a un mayor número de estudiantes y docentes. Al integrar las TIC y la gamificación, el proyecto dota a los educadores de una herramienta de vanguardia que capitaliza la afinidad de la juventud con los entornos virtuales, transformando un tema tradicionalmente percibido como tabú en una experiencia de aprendizaje interactiva, accesible y altamente motivacional [2][3].

4.2. Impacto

El impacto se proyecta en los planos social, pedagógico y académico: en lo social, el proyecto busca empoderar a los jóvenes mediante el acceso a información veraz y relevante, lo cual contribuye directamente a la salud pública y al ejercicio de los derechos sexuales y reproductivos al fomentar la toma de decisiones informadas; en lo pedagógico, la implementación de mecánicas lúdicas digitales promueve el aprendizaje significativo y la participación activa, alineando la enseñanza de la ESI con los intereses y competencias de la "Generación Z", lo que asegura una mayor retención y aplicación de los conocimientos; y en lo académico, la investigación aporta un caso de estudio relevante sobre la transformación de recursos analógicos en *serious games* digitales, generando un modelo replicable y documentado para el desarrollo de Recursos Educativos Digitales (RED) en el contexto latinoamericano que puede servir de base para futuras investigaciones en analítica del aprendizaje y tecnologías educativas [4].

4.3. Viabilidad

Este proyecto es viable técnica y metodológicamente porque se fundamenta en la arquitectura de un recurso pedagógico ya validado (*Conversex*), lo que proporciona una base lógica y normativa clara para la especificación de requerimientos de software. Adicionalmente, se cuenta con el marco de trabajo SCRUM para guiar el proceso de desarrollo iterativo e incremental, asegurando que la construcción del prototipo responda a estándares de calidad de código y usabilidad técnica mediante ciclos cortos de entrega y revisión. La factibilidad tecnológica está respaldada por la madurez de los motores de videojuegos seleccionados (Unity/Flutter) y la disponibilidad de librerías de gamificación ampliamente documentadas. Finalmente, el alcance del proyecto, acotado al diseño, implementación y pruebas de aceptación (UAT) de un prototipo funcional, es coherente con los recursos de hardware disponibles y la profundidad académica exigida para un trabajo de grado en ingeniería, garantizando la viabilidad de su ejecución dentro del cronograma propuesto.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. MARCO TEÓRICO

La Educación Sexual Integral (ESI) en el Contexto Colombiano

La Educación Sexual Integral (ESI) se define, siguiendo los lineamientos de la UNESCO (2018), como un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en un currículo que aborda los aspectos cognitivos, emocionales, físicos y sociales de la sexualidad [2]. Su objetivo trasciende la mera transmisión de información biológica, buscando empoderar a niños y jóvenes para que desarrollen relaciones sociales y sexuales basadas en el respeto, analicen cómo sus decisiones afectan su propio bienestar y el de los demás, y comprendan cómo proteger sus derechos a lo largo de su vida [6]. En la era actual, la ESI se constituye como un "derecho habilitante", fundamental para que el ser humano integral pueda navegar de forma segura y autónoma incluso en entornos digitales [7].

En Colombia, el compromiso con esta formación está legalmente blindado a través del Programa Nacional de Educación para la Sexualidad y Construcción de Ciudadanía (PESCC) del Ministerio de Educación Nacional[8]. Este marco normativo establece la obligatoriedad de implementar proyectos pedagógicos transversales en todas las instituciones educativas, orientados a que los estudiantes ejerzan sus derechos humanos, sexuales y reproductivos de manera autónoma, responsable y placentera [2]. Asimismo, la integración de la ESI con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se respalda en leyes como la Ley 1341 de 2009 y la Ley 1978 de 2019 [9][10], que promueven el acceso a las tecnologías como un medio para garantizar la igualdad de oportunidades y el ejercicio de derechos fundamentales en el país [25].

A pesar de este robusto andamiaje legal, la realidad pedagógica en el país revela una brecha crítica. Investigaciones recientes indican que los métodos de enseñanza tradicionales han resultado insuficientes para cerrar la brecha de conocimiento en los adolescentes, lo cual se evidencia en la persistencia de problemáticas de salud pública como el embarazo no deseado y el desconocimiento de los derechos sexuales [1]. Esta situación subraya la urgencia de transitar hacia modelos educativos que no solo cumplan con la norma, sino que resulten significativos para los jóvenes; es decir, aprendizajes donde el sujeto logre relacionar la nueva información con sus estructuras cognitivas previas de manera comprensiva y no meramente memorística [2].

Gamificación y Serious Games: De lo Lúdico a lo Educativo

En el diseño de soluciones educativas digitales, la gamificación se posiciona como una estrategia fundamental. Se define como el proceso de adaptar elementos de diseño de juegos —tales como desafíos, competencia, logros y diversión— en contextos ajenos al entretenimiento, con el fin de generar una motivación intrínseca hacia procesos de aprendizaje o cambios de comportamiento. En el ámbito pedagógico, esto se traduce en el "aprendizaje gamificado" o *edugaming*, donde se utilizan mecánicas lúdicas tradicionales para desarrollar capacidades específicas en el jugador.

Por su parte, los Serious Games (Juegos Serios) representan una categoría superior de instrumentos educativos. A diferencia de un juego comercial, estos son diseñados con un propósito que trasciende el mero entretenimiento, integrando reglas, objetivos y recompensas para impartir habilidades y conocimientos específicos. Según Lacasa (2011), estos juegos funcionan como herramientas de apoyo al aprendizaje siempre que estén mediados por la reflexión, potenciando la concentración del estudiante y permitiendo establecer relaciones entre distintos contextos [12]. El término, acuñado inicialmente por Sawyer (2002) para entornos digitales, implica que el sistema debe ser capaz de equilibrar el entretenimiento con el cumplimiento de un objetivo pedagógico adicional[13].

La transición de un juego serio del formato análogo al digital, como es el caso de *Conversex*, ofrece ventajas estratégicas documentadas. La digitalización no solo elimina barreras geográficas y reduce costos de entrada, sino que amplifica el alcance pedagógico al permitir la incorporación de instrucciones contextuales y el guardado de partidas para análisis posteriores. Además, en temas sensibles como la salud sexual, el entorno virtual garantiza el anonimato necesario para fomentar un debate abierto, transformando el aula en un ambiente seguro donde los adolescentes pueden explorar escenarios alternativos mediante narrativas críticas e historias imaginativas. Sin embargo, esta migración técnica exige un diseño de interfaz (UI) riguroso que priorice la consistencia, la estética minimalista y la retroalimentación informativa para no diluir la riqueza de la interacción humana inherente al juego original.

TIC y Salud Digital: El papel de las tecnologías como "derecho habilitante"

En el contexto colombiano contemporáneo, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han dejado de ser meras herramientas instrumentales para convertirse en un derecho habilitante. Esto significa que el acceso a estas herramientas es el fundamento que permite el ejercicio de otros derechos fundamentales, como la salud y la educación. Según la Ley 1341 de 2009[9], el Estado debe promover el acceso a las TIC para garantizar la igualdad de oportunidades, una visión reafirmada por la Ley 1978 de 2019[10], que las sitúa como el pilar para el desarrollo social y económico del país.

Para un proyecto como *Conversex*, la Salud Digital (e-Salud) se presenta como una oportunidad para redefinir la formación integral humana. No se trata simplemente de transmitir información técnica sobre sexualidad, sino de crear un "intercambio simbólico" en el campo del lenguaje y los saberes que construya al ser humano de forma holística. Bajo la reglamentación del Decreto 767 de 2022 sobre Gobierno Digital, Colombia busca transformar la relación entre ciudadanos e instituciones, permitiendo que soluciones educativas digitales cierren la brecha de desinformación en poblaciones históricamente vulnerables[14]. Asimismo, este entorno digital exige una rigurosa autodeterminación informativa y protección de datos sensibles, conforme a la Ley 1581 de 2012, asegurando que el adolescente interactúe en un espacio seguro donde su privacidad sea el eje del diseño[15].

Aprendizaje Significativo y Pedagogía del Juego

La efectividad pedagógica de un prototipo gamificado reside en su capacidad para generar un aprendizaje significativo. De acuerdo con Méndez (1998), este proceso ocurre cuando el estudiante logra conectar la información nueva con conocimientos previos relevantes en su estructura cognitiva, evitando la memorización mecánica y fomentando la comprensión profunda[11]. En temas complejos como la Educación Sexual Integral (ESI), el juego actúa como el puente necesario para esta conexión, permitiendo que conceptos abstractos o "tabú" se vuelvan tangibles y aplicables a la realidad del adolescente.

Aquí entra en juego la Pedagogía del Juego (Play Pedagogy), un método integral que potencia habilidades y fomenta la creatividad mediante el aprendizaje práctico y la discusión crítica. Los juegos serios, según Lacasa (2011), no son sólo distractores; son instrumentos educativos que, cuando están mediados por la reflexión, permiten al estudiante establecer relaciones entre distintos contextos y potenciar su capacidad de concentración[12]. Al jugar, el adolescente se sitúa en un "ambiente seguro" donde puede explorar escenarios alternativos y visualizar consecuencias de decisiones sin riesgos reales, lo que facilita el abordaje de la salud sexual desde una narrativa crítica y autónoma.

Desarrollo Ágil y Adaptación Tecnológica: Construcción Incremental

La justificación técnica de este proyecto se fundamenta en la adopción de una metodología de desarrollo ágil, específicamente SCRUM, para la migración de un recurso análogo ya existente. Bajo este marco de trabajo iterativo e incremental, se parte de la premisa de que los

requerimientos pedagógicos y narrativos ya se encuentran definidos por la versión física de *Conversex*, por lo que el esfuerzo se concentra en la arquitectura de software, la implementación de mecánicas digitales y la calidad del código.

La validación técnica continua a través de Sprints y revisiones periódicas es crucial para asegurar la estabilidad, el rendimiento y la usabilidad del sistema. Este enfoque de ingeniería de software permite que el desarrollo del videojuego responda a los estándares de interacción humano-computador (HCI) y patrones de diseño móvil de la "Generación Z", un grupo poblacional con hábitos digitales específicos que demanda formatos responsivos, intuitivos y de alta disponibilidad.

Integrar pruebas de aceptación de usuario (UAT) y criterios de seguridad desde el diseño de la arquitectura ayuda a prevenir vulnerabilidades en el manejo de datos y asegura que la interfaz sea técnicamente robusta. En última instancia, el uso de SCRUM garantiza que la solución final no sea un recurso digital genérico, sino una herramienta tecnológica funcional, entregada mediante despliegue continuo y verificada que satisface las necesidades de interacción digital de su usuario final.

5.2 ANTECEDENTES

El desarrollo de recursos educativos digitales para la Educación Sexual Integral (ESI) ha sido abordado desde diversas ópticas tecnológicas y pedagógicas. A continuación, se describen las investigaciones y proyectos que fundamentan la relevancia técnica y social de *Conversex Digital*, organizados desde experiencias locales en Colombia hasta referentes internacionales de digitalización de juegos serios.

5.2.1. REFERENTES NACIONALES Y CONTEXTO LOCAL

En el ámbito colombiano, se identifican esfuerzos significativos por digitalizar la ESI. Un referente directo en la ciudad de Cali es el proyecto "Safer" [16], desarrollado en la Universidad Autónoma de Occidente. Este sistema, construido sobre el motor Unity 3D y Firebase, utiliza una mecánica de *swipe* inspirada en aplicaciones de citas para enseñar métodos de barrera. Si bien logró despertar una alta curiosidad en la población universitaria, presentó una limitación en el consumo de contenido textual, ya que los usuarios priorizaban lo visual sobre lo informativo. *Conversex* toma de este antecedente la importancia de interfaces familiares, pero busca profundizar en la reflexión pedagógica para evitar el sesgo de la lectura superficial.

A nivel de estrategias pedagógicas, Acevedo y Guerrero (2024) implementaron el proyecto "Ni

una más” en Santa Marta, utilizando la plataforma WIX y Secuencias Didácticas Digitales[17]. Aunque el proyecto reportó una disminución en los índices de embarazo adolescente en la institución intervenida, su principal obstáculo fue la intermitencia en la conectividad. Este vacío tecnológico refuerza la necesidad de que *Conversex* se diseñe como un prototipo optimizado que considere las realidades de infraestructura técnica de las instituciones educativas públicas del país.

5.2.2. PERSPECTIVA LATINOAMERICANA: MHEALTH Y ENFOQUE SOCIOCÓCRITICO

En México, el proyecto “EDUSEXX” [18] propone una herramienta de salud móvil (*mHealth*) basada en el constructivismo social. Su aporte clave fue la personalización de contenidos según edad e identidad de género, validada positivamente por expertos[18]. No obstante, al estar anclado a la estrategia normativa ENAPEA de México, se hace necesaria una traslación al marco legal colombiano (como la Ley 1620 de 2013)[19], reto que este proyecto asume al adaptar las mecánicas de *Conversex* a las dinámicas institucionales locales.

Por su parte, desde el ámbito andino en Ecuador, surge “BodyWise” [20], una aplicación desarrollada en Flutter/Dart bajo un paradigma sociocrítico[20]. Esta herramienta demostró una mejora del 80% en el entendimiento de la sexualidad mediante foros moderados y geolocalización. Sin embargo, su alineación estricta con el currículo ecuatoriano impide su uso directo en Colombia sin una reestructuración pedagógica, subrayando el valor de *Conversex* como una solución diseñada específicamente para el modelo educativo nacional.

5.2.3. REFERENTES INTERNACIONALES Y DIGITALIZACIÓN DE JUEGOS SERIOS

El panorama global ofrece lecciones técnicas sobre la gamificación. En Tanzania, el proyecto “My Future Begins Today” [21] utilizó la plataforma Moodle para gamificar la ESI en entornos de baja tecnología. Sus mecánicas de avatares y tablas de clasificación demostraron que la gamificación es superior a los métodos tradicionales. Sin embargo, su diseño responde a un contexto de tabú extremo y baja tecnología, lo cual difiere del acceso digital y la idiosincrasia urbana de los adolescentes colombianos a los que se dirige este prototipo.

Desde la academia estadounidense, Sagaris (2022) presentó “The Keys to my Body”, un videojuego móvil enfocado en la desestigmatización de la cultura sexual [22]. Aunque exitoso en su diseño visual, su dependencia de una marca comercial de kits físicos de salud hace que el modelo sea incompatible con la realidad socioeconómica de Colombia. Por otro lado, en España, el protocolo “SEXIT” [23] explora el formato de *escape room* online. Si bien es robusto técnicamente, está orientado a profesionales de la salud, lo que genera una brecha de lenguaje que *Conversex* busca cerrar al enfocarse exclusivamente en estudiantes de secundaria.

5.3 SÍNTESIS

Los trabajos revisados abordan el fortalecimiento de la Educación Sexual Integral (ESI) y la salud digital mediante herramientas multimedia, aplicaciones móviles y entornos gamificados, utilizando técnicas relevantes como el aprendizaje basado en juegos, la metodología mHealth, la ingeniería de software educativa y la digitalización de juegos serios. Sin embargo, ninguno aborda integralmente la solución propuesta en este proyecto: Un prototipo digital gamificado que realice la transición de un juego de mesa físico (*Conversex*) a un ecosistema interactivo para adolescentes en Colombia, que integre (1) la preservación de las mecánicas de discusión del juego analógico original, (2) la adaptación técnica a dispositivos móviles contemporáneos, (3) el cumplimiento estricto del marco legal y pedagógico colombiano (PESCC), (4) el anonimato necesario para el abordaje de tabúes sociales en adolescentes, y (5) una implementación técnica validada bajo el marco de trabajo SCRUM que asegure la calidad del código, la usabilidad y la escalabilidad del sistema en la realidad territorial del país.

Este proyecto sintetiza y extiende elementos de los trabajos anteriores: toma las arquitecturas de desarrollo multijugador y los lenguajes de programación modernos (como Unity o Flutter/Dart) de los referentes técnicos [24][16], integra los principios de constructivismo social y aprendizaje experiencial de las propuestas latinoamericanas [18][20], y adopta las mecánicas de recompensa y motivación de los sistemas gamificados internacionales [21].

La contribución distintiva de este proyecto es la transformación digital de un recurso pedagógico local preexistente, dotándolo de escalabilidad y accesibilidad sin perder su esencia dialógica. A diferencia de las aplicaciones puramente informativas o los juegos diseñados para otros contextos culturales, Conversex Digital propone un balance entre la automatización técnica y la mediación pedagógica institucional, ofreciendo una herramienta con trazabilidad de aprendizaje y adaptabilidad a las necesidades de la "Generación Z" en el sistema educativo colombiano.

6. METODOLOGÍA

El presente capítulo detalla la ruta metodológica y técnica seguida para la transformación del juego serio "Conversex" desde su formato análogo hacia una plataforma digital interactiva. La propuesta se fundamenta en la integración de procesos de ingeniería de software con estrategias de diseño centrado en el usuario, garantizando que la solución final no solo sea técnicamente robusta, sino también pedagógicamente efectiva. Este enfoque metodológico permite abordar la complejidad de la Educación Sexual Integral (ESI) mediante una transición digital que preserva el rigor pedagógico original mientras optimiza su alcance e impacto en la población adolescente colombiana. Para lograr este objetivo, se adopta un marco de trabajo ágil basado en Scrum, el cual facilita un desarrollo iterativo e incremental, permitiendo ajustes constantes según las validaciones técnicas y pedagógicas realizadas en cada ciclo. La metodología se estructura en tres fases lógicas fundamentales: la fase de análisis y deconstrucción del sistema análogo, el diseño arquitectónico y lógico de la infraestructura de tiempo real, y el diseño de interacción enfocado en la experiencia del usuario (UX/UI). Esta estructuración asegura que el prototipo final cumpla con los estándares de calidad de software y los requerimientos legales de protección de datos, como la Ley 1581 de 2012, proporcionando un entorno seguro y anónimo para el aprendizaje.

6.1 MARCO METODOLOGICO

1. **Fase de Análisis (Deconstrucción):** Consiste en una rigurosa ingeniería inversa del juego físico para desglosar sus reglas de negocio, mecánicas lúdicas y lógica de puntuación, permitiendo mapear estos elementos a algoritmos y estructuras de datos. Esta etapa incluye la definición formal del Product Backlog con historias de usuario priorizadas que preservan el propósito pedagógico original y el establecimiento de Requerimientos No Funcionales críticos como la estabilidad, escalabilidad y seguridad de datos sensibles.
2. **Fase de Diseño Arquitectónico:** Se enfoca en la definición de la infraestructura de tiempo real necesaria para una experiencia multijugador síncrona. Se implementa una arquitectura de Estado Híbrido utilizando FastAPI para la lógica de negocio y Supabase como motor de tiempo real para la distribución de la "Fuente de Verdad" (`LiveGameState`). Asimismo, se modela la complejidad de los turnos mediante una Máquina de Estados Finita (FSM) que gestiona fases como LOBBY, ROLLING y VOTING.
3. **Fase de Diseño de Interacción:** Involucra el desarrollo del sistema de componentes siguiendo patrones presentacionales y contenedores, junto con una validación iterativa del prototipo funcional. Se prioriza el Diseño Centrado en el Usuario (UCD) para crear una estética de Novela Visual que fomente la inmersión narrativa. Esta fase integra un ciclo de validación continua

(Feedback Loop) con expertos y usuarios para ajustar detalles técnicos y de usabilidad en tiempo real.

6.2. FASE DE ANÁLISIS: DECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ANÁLOGO

Esta fase tuvo como propósito fundamental formalizar las reglas de negocio, mecánicas y lógica del juego de mesa original para establecer el alcance funcional del sistema digital.

Este proceso implicó una rigurosa Ingeniería Inversa del Juego de Mesa para desglosar sus reglas de negocio, mecánicas lúdicas y la lógica del sistema de puntuación, lo cual fue fundamental para mapear estos elementos a algoritmos y estructuras de datos. El resultado de esta fase fue la definición formal del Product Backlog, que incluye un listado priorizado de historias de usuario que aseguran la preservación del propósito pedagógico original. Asimismo, se establecieron los Requerimientos No Funcionales críticos, enfocados en garantizar la estabilidad, escalabilidad y seguridad de los datos sensibles, en estricto cumplimiento con la normativa colombiana de protección de datos. En esencia, los requerimientos levantados buscan un equilibrio entre la fidelidad al contenido pedagógico validado y la optimización técnica para un entorno digital móvil.

6.2.1. AUDITORÍA DEL JUEGO FÍSICO (INGENIERÍA INVERSA)

6.2.1.1 DINÁMICAS Y REGLAS DEL JUEGO ORIGINAL

Con el propósito de contextualizar las decisiones de diseño arquitectónico y de interfaz del prototipo digital, resulta fundamental detallar primero la dinámica, reglas y objetivos del juego de mesa original.

A. El Objetivo del Juego y Condiciones de Victoria De acuerdo con la cartilla explicativa, Conversex se concibe como una estrategia de Información, Educación y Comunicación fundamentada en modelos de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Su objetivo principal es *"promover procesos de comunicación entre adolescentes y jóvenes para la transformación de conocimientos, actitudes y tomas de decisiones frente a la sexualidad y los derechos sexuales y reproductivos (DSDR)"*.

La condición de victoria se basa en la acumulación de "puntos de salud sexual y reproductiva". Al iniciar, los jugadores pueden elegir ganar alcanzando un límite predefinido (ej. 30, 40 o 50 puntos) o siendo el jugador con mayor puntuación tras un tiempo límite (sugiriendo un mínimo de 45 minutos).



B. Los Entornos y Componentes del Tablero El tablero de juego estructura la navegación a través de cinco zonas representativas en la cotidianidad de los adolescentes: Colegio, Barrio, Hogar, Zona Wi-Fi y Hospital. El objetivo de los jugadores es desplazarse hacia estas zonas para obtener la mayor cantidad de puntos. En su camino, pueden caer en casillas vacías (donde no sucede nada) o en "casillas de hidrante". Al caer en un hidrante, el jugador debe tomar una carta especial de dicho mazo y ejecutar el reto o acción indicada, lo cual también le permite obtener puntos extra.



C. El Flujo de un Turno (El Paso a Paso) El orden de los turnos se asigna aleatoriamente al inicio y continúa hacia la izquierda. La dinámica presencial sigue un flujo estructurado que fomenta la interacción grupal:

1. **Movimiento:** El jugador activo lanza los dados para determinar el número de casillas a avanzar, eligiendo libremente su dirección hacia las zonas de puntuación.
2. **El Dilema:** Al llegar a una zona principal, el jugador toma una tarjeta de caso contextualizada en dicho entorno y se la entrega al jugador situado a su derecha para que la lea en voz alta.
3. **El Debate:** El jugador activo cuenta con un tiempo máximo de 1 minuto para estructurar y exponer su respuesta frente al dilema de sexualidad planteado.
4. **Restricción de Exploración:** Para garantizar la rotación temática, un jugador no puede resolver casos en una zona previamente visitada hasta haber recorrido al menos otras dos zonas distintas (salvo que una carta de hidrante indique lo contrario).

D. El Sistema de Evaluación (La Rúbrica) La obtención de puntos depende de la asertividad de la respuesta del jugador activo. La cartilla establece que una respuesta es correcta cuando aborda la idea completa presentada en la tarjeta, sin necesidad de usar las palabras exactas. Los criterios de puntuación posibles son:

- **5 Puntos:** Resolver el caso de forma correcta.
- **3 Puntos:** Resolver el caso de forma incompleta o parcial.
- **0 Puntos:** No resolver el caso o responder erróneamente.

Transición a la digitalización: Comprender esta mecánica de evaluación presencial fue fundamental para la deconstrucción del sistema. Este flujo, que en físico requiere que los propios jugadores dictaminen la validez de una respuesta verbal, inspiró el diseño del sistema de votación colaborativa y anónima en el prototipo digital, delegando la evaluación de esta rúbrica a los jugadores observadores a través de la interfaz de manera síncrona.

Para preservar la esencia pedagógica de Conversex, se realizó una deconstrucción exhaustiva del juego físico. Este proceso incluyó el mapeo de los turnos, los sistemas de puntuación y el flujo de interacción social. Se identificó la "Biblia Técnica" del proyecto a partir del análisis de los componentes físicos (dados, tarjetas, tablero), traduciendo el azar del lanzamiento de dados a un generador aleatorio digital (rango 1-12) y adoptando la rúbrica original que asigna entre 1 y 3 puntos según la profundidad de la respuesta del jugador.

- **Tablero y Entornos de Aprendizaje:** Se analizó el mapa de juego, ilustrado en la **Figura 6.1**, el cual estructura la navegación a través de zonas representativas en la cotidianidad de los adolescentes (Colegio, Barrio, Hogar, Zona Wi-Fi y Hospital). Esta distribución espacial sirvió de base para categorizar los dilemas en la versión digital.

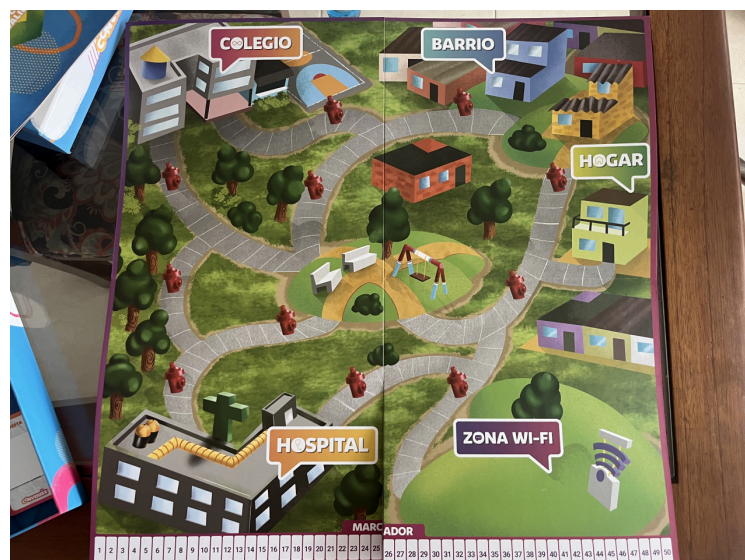


Figura 6.1. Mapa Conversex

- **Mecánicas de Azar y Representación:** Se auditaron las fichas de personajes y los dados, ilustrados en la **Figura 6.2**. Para el entorno digital, el azar físico se tradujo en un generador aleatorio digital (rango 1-12) y el uso de fichas se adaptó mediante la selección de avatares anónimos durante la fase de Setup.



Figura 6.2 Dados y Avatares

- **Tarjetas de Dilemas y Rúbrica de Puntuación:** Se examinaron las tarjetas de casos pedagógicos, ilustrados en la **Figura 6.3**. Se constató que la rúbrica original evalúa la capacidad de tomar decisiones informadas, responsables y autónomas, asignando 0, 3 o 5 puntos según la profundidad y pertinencia de la respuesta elegida frente a situaciones de derechos sexuales y reproductivos. Esta misma estructura de evaluación fue modelada para la fase de votación síncrona en el sistema.



Figura 6.3 Tarjetas de casos y respuestas

6.2.2. PROTOTIPADO DE BAJA/MEDIA FIDELIDAD (EXPLORACIÓN EN CANVA)

Antes de iniciar la codificación, se realizaron entre 2 y 3 iteraciones de prototipado visual utilizando la herramienta Canva. El objetivo primordial fue validar la disposición de los elementos de la interfaz y la narrativa visual con estudiantes y profesores a cargo del proyecto, asegurando que la transición al entorno digital fuera intuitiva.

Estos prototipos permitieron identificar que una digitalización literal de las cartas físicas resultaba poco atractiva para el público objetivo. Como resultado de estas sesiones de validación, se decidió transitar hacia una estética de Novela Visual (Visual Novel), lo que permitió una mayor inmersión narrativa. Este hallazgo fue crítico, ya que redefinió la dirección del diseño de interacción antes de invertir recursos en desarrollo técnico. Durante este proceso, se utilizaron ejercicios prácticos para definir la propuesta de valor y los canales, apoyándose en el modelo Canva para visualizar el futuro ideal del recurso pedagógico.

6.2.3. INGENIERÍA DE REQUERIMIENTOS Y BACKLOG

Tras consolidar el *feedback* derivado de las iteraciones en Canva, se procedió al levantamiento formal de requerimientos, efectuando la transición desde el prototipado estático hacia la especificación técnica rigurosa. Este proceso de ingeniería permitió la extracción de Historias de Usuario precisas y la priorización del *Product Backlog* orientado al Producto Mínimo Viable (MVP). Para revisar la especificación técnica completa, incluyendo el detalle exhaustivo de las historias de usuario, véase el Documento de Requerimientos de Producto - PDR final en el Anexo A). Las funcionalidades críticas se enfocaron en asegurar la estabilidad de la lógica de votación y el desplazamiento dinámico sobre el mapa, componentes validados como ejes prioritarios de la interacción por parte de los usuarios durante las fases de exploración visual.

En el marco de la materialización técnica del prototipo, se definieron los **Requerimientos Funcionales (RF)**, los cuales se orientaron a la orquestación del flujo de la partida y la integración de mecánicas lúdicas digitales:

- **Gestión de Salas y Privacidad (RF-01 al RF-11):** Se implementó la capacidad de crear e ingresar a sesiones virtuales validando exclusivamente el uso de apodos y avatares. Esta arquitectura técnica garantiza un inicio de sesión ágil y asegura el anonimato absoluto, factor imperativo para el abordaje de temas sensibles en la Educación Sexual Integral.
- **Interacción y Sincronización (RF-20 al RF-24, RF-29 al RF-32):** Se desarrolló el renderizado del tablero interactivo y la gestión centralizada del azar mediante un generador aleatorio para el lanzamiento de dados, lo que dispara de forma automática y síncrona los eventos de turno para todos los participantes en tiempo real.
- **Casos Pedagógicos y Empatía (RF-33 al RF-36, RF-62, RF-63):** La presentación de los dilemas se orquestó mediante cuadros de diálogo progresivos bajo una estética de *novela visual*, integrando micro-animaciones en los avatares para fortalecer la conexión emocional y promover un ejercicio de reflexión crítica y empatía en el adolescente.
- **Evaluación Colaborativa (RF-37 al RF-44):** El sistema despliega las respuestas esperadas y la rúbrica de evaluación exclusivamente para los jugadores observadores, habilitando un mecanismo de calificación participativa que transforma el debate en una herramienta para la construcción colectiva de nuevos conocimientos.

B. Requerimientos No Funcionales (RNF): La arquitectura del sistema se optimizó para garantizar la estabilidad técnica y el soporte al marco pedagógico, asegurando que la infraestructura digital actúe como un facilitador del aprendizaje:

- **Rendimiento y Baja Latencia (RNF-08, RNF-19, RNF-46):** Garantizar transiciones fluidas a 60 FPS y una latencia inferior a 500ms en la sincronización del *lobby* y tablero, asegurando que la

tecnología sea un vehículo transparente y no una barrera técnica para el diálogo.

- **Privacidad e Imparcialidad (RNF-23, RNF-29 al RNF-34):** Implementación de algoritmos justos para la gestión del azar, confidencialidad temporal de las respuestas durante el debate, y un sistema de votación síncrona diseñado para neutralizar sesgos o presiones sociales entre los adolescentes.
- **Inmersión y Tono Educativo (RNF-11, RNF-47 al RNF-49):** Priorizar la reflexión ética sobre la acumulación de puntos (ocultando recompensas hasta la culminación del debate) y el uso de un lenguaje empático y asertivo, libre de estigmas sociales.
- **Requerimientos de Interfaz de Usuario (RIU) Implementados:** La arquitectura visual del sistema se diseñó para orquestar la atención del adolescente, consolidando un ambiente de simulación seguro y pedagógicamente inmersivo:
- **Identidad Visual Inclusiva (RIU-01 al RIU-14):** Se implementó una estética fundamentada en paletas vibrantes, formas orgánicas y avatares diversos. Este enfoque de diseño busca neutralizar el tono clínico tradicional, facilitando el abordaje de la sexualidad mediante una interfaz moderna y cercana a la cultura digital de la Generación Z.
- **Foco de Atención Dirigido (RIU-27, RIU-35 al RIU-48):** Se integraron componentes de navegación modal y efectos de desenfoque de fondo (*backdrop blur*) para la presentación de dilemas y la fase de "EvaluAcción". Estas micro-interacciones técnicas minimizan las distracciones externas, permitiendo que el usuario se concentre exclusivamente en el ejercicio de reflexión crítica.
- **Retroalimentación Lúdica y Motivacional (RIU-45 al RIU-48, RIU-57 al RIU-60):** Desarrollo de interfaces de votación intuitivas basadas en códigos semafóricos, junto con un podio final de resultados. Este diseño está orientado a proveer gratificación positiva y validar la participación colaborativa, priorizando el proceso de aprendizaje significativo sobre la acumulación de puntaje.

6.2.4. ÉTICA Y PRIVACIDAD (LEY 1581 DE 2012)

Dada la sensibilidad de los temas tratados en el juego (sexualidad y derechos reproductivos), se integró el cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 (Habeas Data) como un requerimiento no funcional crítico. El diseño del sistema prioriza el anonimato absoluto mediante el uso de apodos y avatares predefinidos, eliminando la necesidad de capturar información personal identificable y garantizando un entorno seguro para los adolescentes.

6.3. FASE DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y LÓGICO

Tras definir los requerimientos y comprender que la tecnología es un medio para facilitar el aprendizaje basado en juegos, el enfoque se trasladó hacia el diseño de la infraestructura técnica. El reto principal consistió en soportar una experiencia multijugador síncrona que garantizara un entorno digital fluido y seguro, indispensable para que los adolescentes puedan reflexionar y construir conocimiento sin interrupciones técnicas.

6.3.1. ARQUITECTURA DE SINCRONIZACIÓN (HYBRID STATE)

Para que un juego serio logre una inmersión efectiva y fomente el debate crítico, es imperativo que las acciones de los usuarios (como el lanzamiento de un dado o la emisión de un voto) se reflejen instantáneamente en las pantallas de todos los participantes. Para resolver esta necesidad técnica y pedagógica, se implementó una arquitectura de Estado Híbrido

Esta arquitectura se fundamenta en la integración de dos tecnologías clave:

1. **FastAPI (Backend):** Se utilizó para centralizar la lógica de negocio en el servidor. Al operar de manera delegada (stateless), el backend actúa como un árbitro imparcial que valida estrictamente cada acción de los jugadores. Esto previene inconsistencias y asegura que el entorno virtual se mantenga como un espacio seguro y validado para abordar la Educación Sexual Integral.
2. **Supabase Realtime (Capa de Sincronización):** Actúa como el motor de tiempo real. A través de WebSockets, Supabase permite mantener una "Fuente de Verdad" única (LiveGameState) que se distribuye a todos los clientes en milisegundos.

De este modo, mientras la base de datos y el backend aseguran la persistencia y validación de las interacciones, la gestión de estado en el cliente (Frontend) se orquesta de manera reactiva mediante **Hooks personalizados de React**. Esta separación de responsabilidades garantiza actualizaciones eficientes en la interfaz, permitiendo que la atención del estudiante se centre en la narrativa de la novela visual y en la discusión de los dilemas, sin experimentar latencias que rompan el círculo de aprendizaje.

A continuación, la Figura 6.4 ilustra la integración lógica entre los componentes del sistema, desde la persistencia hasta la gestión de estado en el cliente.

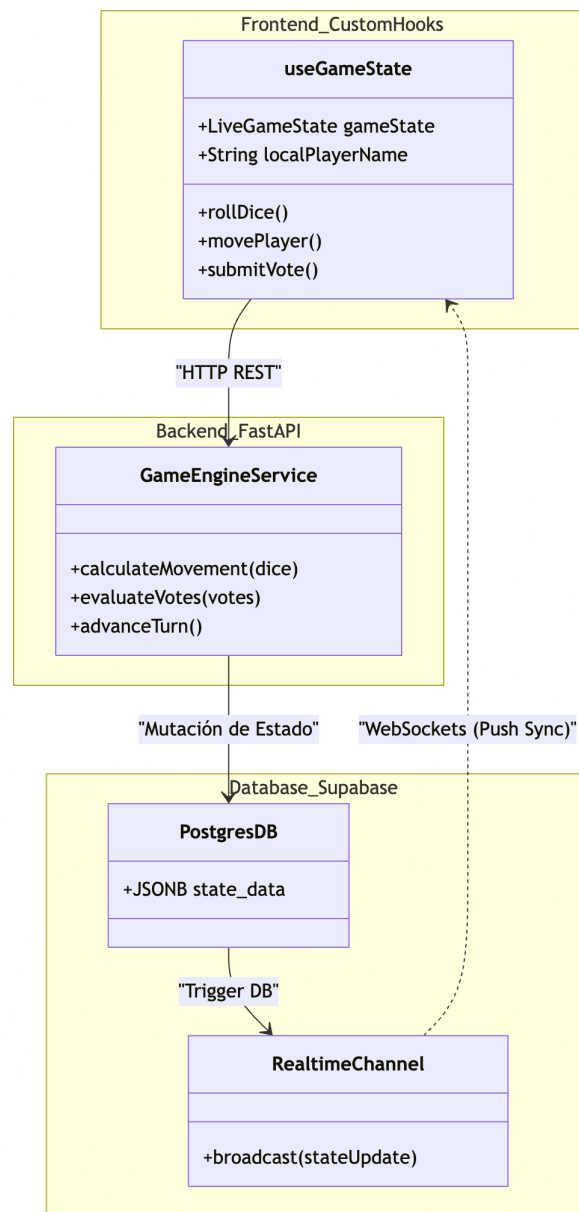


Figura 6.4 Integración lógica entre los componentes del sistema.

6.3.2. FLUJO DE INTERACCIONES DEL SISTEMA

Para modelar la complejidad de los turnos y la interacción social que caracteriza al juego análogo original, se diseñó un flujo de interacciones secuencial estructurado. En lugar de un modelo abstracto de estados, la lógica del sistema se orquesta a través de un ciclo de comunicación continuo entre los jugadores (Host e Invitados), la interfaz (Frontend) y el servidor (Backend).

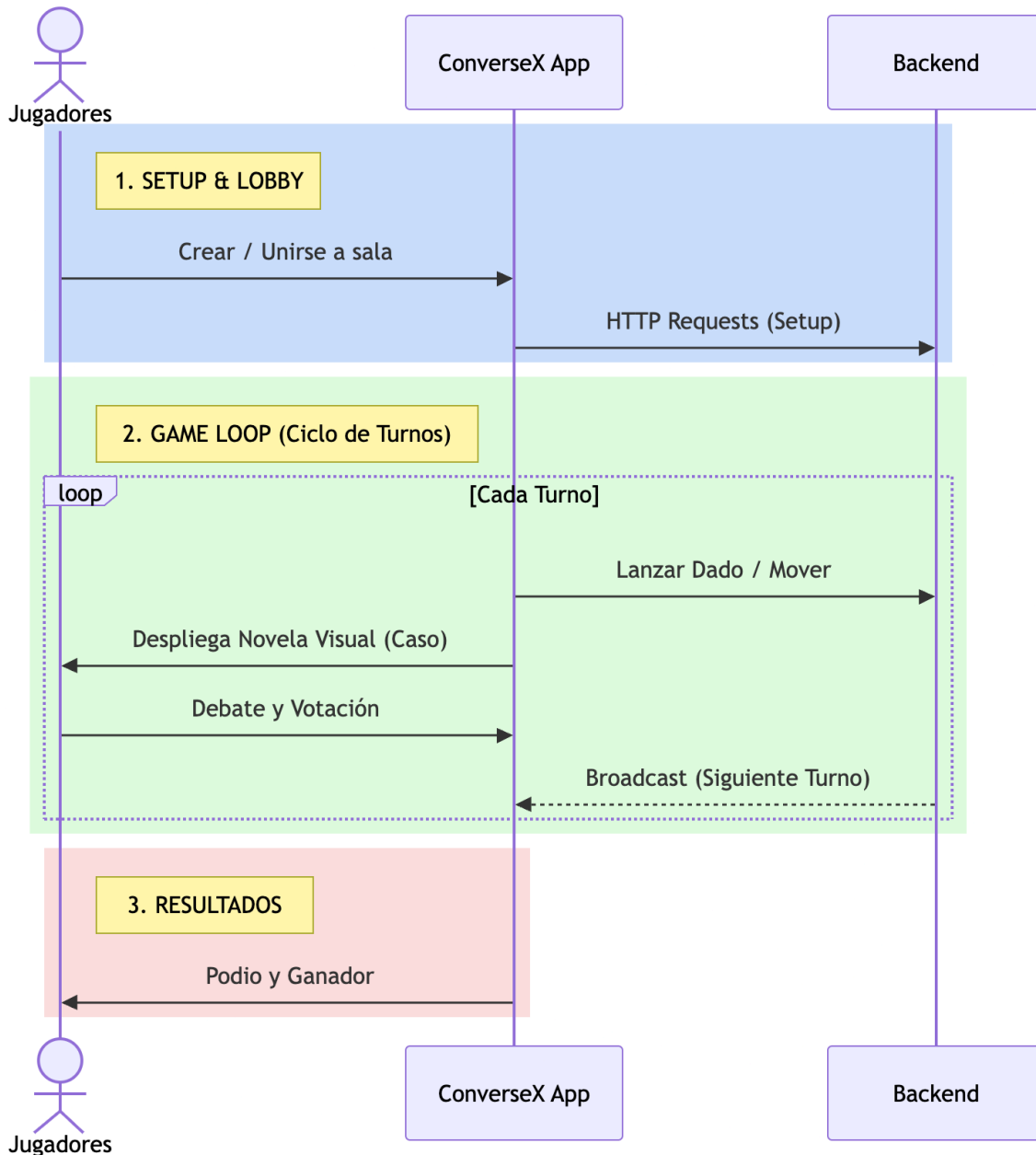


Figura 6.5 Ciclo de vida de una partida (Game Loop).

Como se detalla en la **Figura 6.5**, el ciclo de vida de una partida (Game Loop) se divide en interacciones atómicas y secuenciales:

1. **Setup y Lobby (Configuración de la Sala):** La interacción comienza cuando el jugador anfitrión (Host) crea una sala, generando un código de acceso único. Los demás jugadores (Invitados) ingresan a este espacio seguro utilizando dicho código junto con un apodo y un avatar. Este flujo inicial garantiza el cumplimiento del paradigma de Privacidad por Diseño, asegurando el anonimato necesario para abordar temas sensibles de ESI sin temor al estigma.
2. **Ciclo de Turnos (Game Loop):** Una vez iniciada la partida, el sistema entra en un ciclo iterativo donde las acciones se sincronizan para todos. Un jugador activo lanza el dado virtual, el Backend valida el movimiento y se despliega el caso pedagógico correspondiente bajo la estética de novela visual. Posteriormente, se habilita la fase de debate, donde el jugador activo argumenta su posición frente al dilema, mientras los demás participantes escuchan y se preparan para interactuar.
3. **Evaluación y Votación:** Como mecanismo central para construir conocimiento de forma colaborativa, el flujo requiere que los jugadores observadores evalúen el argumento emitido utilizando una rúbrica de votación. Estas interacciones son procesadas por el Backend, retroalimentando inmediatamente a la sala y promoviendo la reflexión antes de avanzar al siguiente turno.

Este diseño estructurado asegura la consistencia de la partida, habilitando o bloqueando las interfaces según el rol del usuario en cada momento, y trasladando exitosamente la dinámica de discusión grupal al entorno digital interactivo.

FLUJO DE INICIO DE SESIÓN Y LOBBY

Muestra cómo los usuarios se conectan, interactúan en la sala de espera y el host inicia la partida.

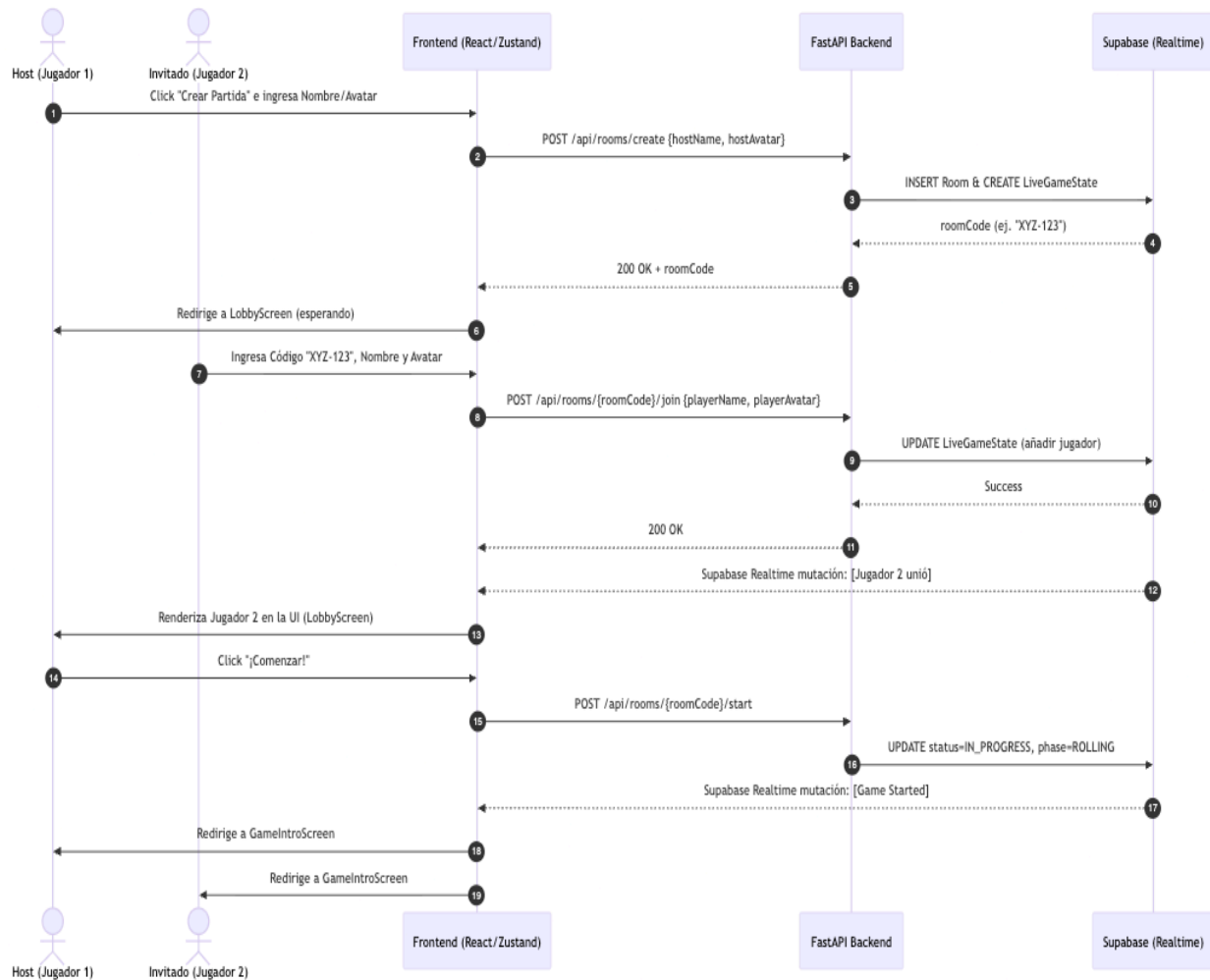


Figura 6.6 Flujo de inicio de sesión y lobby.

6.3.3. MODELO DE DATOS Y TIPADO

El uso de modelos Pydantic en el backend permitió un intercambio de datos estrictamente tipado con el frontend. El estado del juego se centralizó en un esquema JSONB estructurado, facilitando la escalabilidad y la persistencia de las partidas en Supabase sin sacrificar la velocidad de acceso necesaria para la interactividad en tiempo real.

6.4. FASE DE DISEÑO DE INTERACCIÓN (UX/UI)

La capa final del capítulo aborda cómo se materializó la experiencia de usuario y cómo se mantuvo la calidad mediante validaciones constantes.

6.4.1. CICLO DE VALIDACIÓN CONTINUA (PLAYTESTING INTERNO)

Una vez definido el prototipo en código, se inició un ciclo de validación incremental. Semana a semana, se realizaron reuniones con el director y codirector de tesis para demostrar las nuevas funcionalidades implementadas. Estas sesiones iterativas conforman el playtesting interno del proyecto, realizado de forma continua durante la fase de desarrollo. Este proceso de validación técnica interna permitió ajustar detalles y flujos de usabilidad en tiempo real, asegurando que el software se alinea con las expectativas académicas y los objetivos pedagógicos del juego original.

6.4.2. SISTEMA DE COMPONENTES Y MICRO-ANIMACIONES

El frontend se estructuró siguiendo el patrón de Componentes Contenedores y Presentacionales, separando la lógica de red de la visualización. Se utilizó Framer Motion para implementar micro-animaciones que suavizan las transiciones entre fases de juego. Estas animaciones no son meramente estéticas; cumplen una función comunicativa al indicar claramente al usuario cuándo ha cambiado el estado del juego, reforzando la sensación de fluidez y modernidad de la plataforma digital.

7.IMPLEMENTACIÓN Y DESPLIEGUE

El presente capítulo detalla la materialización técnica de "Conversex", describiendo el conjunto de herramientas, decisiones de arquitectura y lógicas de programación que permitieron transformar el diseño pedagógico y el modelo arquitectónico en un sistema funcional, reactivo y escalable. Se profundiza en la elección del stack tecnológico, la implementación de una arquitectura sin estado (*stateless*) y las estrategias de despliegue que garantizan la portabilidad del sistema. Para lograr este objetivo, se adoptó un enfoque de ingeniería de software robusto que prioriza la integridad de los datos y la sincronización en tiempo real, elementos críticos para un juego educativo multijugador. La arquitectura técnica se diseñó para equilibrar la complejidad de las mecánicas de los juegos serios con una interfaz intuitiva, asegurando que la tecnología actúe como un facilitador del diálogo pedagógico sobre la Educación Sexual Integral (ESI) sin introducir barreras técnicas para los adolescentes. Asimismo, el proceso de implementación integró ciclos de validación continua y una gestión de infraestructura basada en la contenedorización, lo que permite una transición fluida desde el desarrollo local hasta el despliegue productivo en la nube.

7.1. ENTORNO DE DESARROLLO Y STACK TECNOLÓGICO

Para garantizar un flujo de trabajo eficiente y la compatibilidad multiplataforma, se seleccionaron tecnologías que permiten el desarrollo simultáneo de componentes frontend y backend, asegurando que el sistema sea agnóstico a la plataforma de ejecución final mediante el uso de contenedores.

7.1.1. TECNOLOGÍAS DE BACKEND (FASTAPI Y PYTHON)

Se seleccionó FastAPI como el marco de trabajo principal para el backend debido a su alto rendimiento en operaciones asíncronas de entrada/salida (I/O) y su integración nativa con la especificación OpenAPI. Esta elección técnica permite que el servidor maneje múltiples conexiones concurrentes sin bloquear el hilo principal, lo cual es vital para una experiencia multijugador fluida en tiempo real. La lógica de negocio se implementó en Python 3.9+, haciendo uso extensivo de Pydantic para la definición de esquemas de datos estrictamente tipados. El uso de modelos Pydantic actúa como un contrato de datos robusto entre el servidor y el cliente, asegurando que cada acción del jugador sea validada antes de su procesamiento, lo que minimiza errores de integración y fallos en tiempo de ejecución durante las partidas. Además, la arquitectura *stateless* adoptada delega la persistencia a la base de datos, garantizando que el backend actúe como una capa de validación ligera, resiliente y fácil de escalar horizontalmente.

7.1.2. TECNOLOGÍAS DE FRONTEND (REACT Y CUSTOM HOOKS)

La construcción de la interfaz de usuario se fundamentó en la librería **React 18.3**, integrando **TypeScript** para garantizar la integridad y el tipado estricto en el lado del cliente. Con el propósito de orquestar un manejo de estado ligero y reactivo, se implementó una arquitectura basada en **Hooks personalizados**

(específicamente el componente lógico `useGameState`), lo que permitió prescindir de gestores de estado externos de mayor complejidad técnica. Finalmente, la identidad visual y la adaptabilidad del sistema se consolidaron mediante la integración de **Tailwind CSS**, asegurando una responsividad fluida y una experiencia de usuario consistente en diversas resoluciones de pantalla.

7.1.3. SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA (SUPABASE Y POSTGRESQL)

Como capa de persistencia y transporte en tiempo real, se utilizó el ecosistema de Supabase, el cual provee una base de datos PostgreSQL con capacidades de suscripción a eventos mediante WebSockets (Supabase Realtime). Esta infraestructura facilitó la implementación de una comunicación de baja latencia necesaria para la interactividad síncrona del juego.

A continuación, la Figura 7.1 ilustra la arquitectura de software a nivel de implementación, detallando la interacción entre los componentes de lógica y estado.

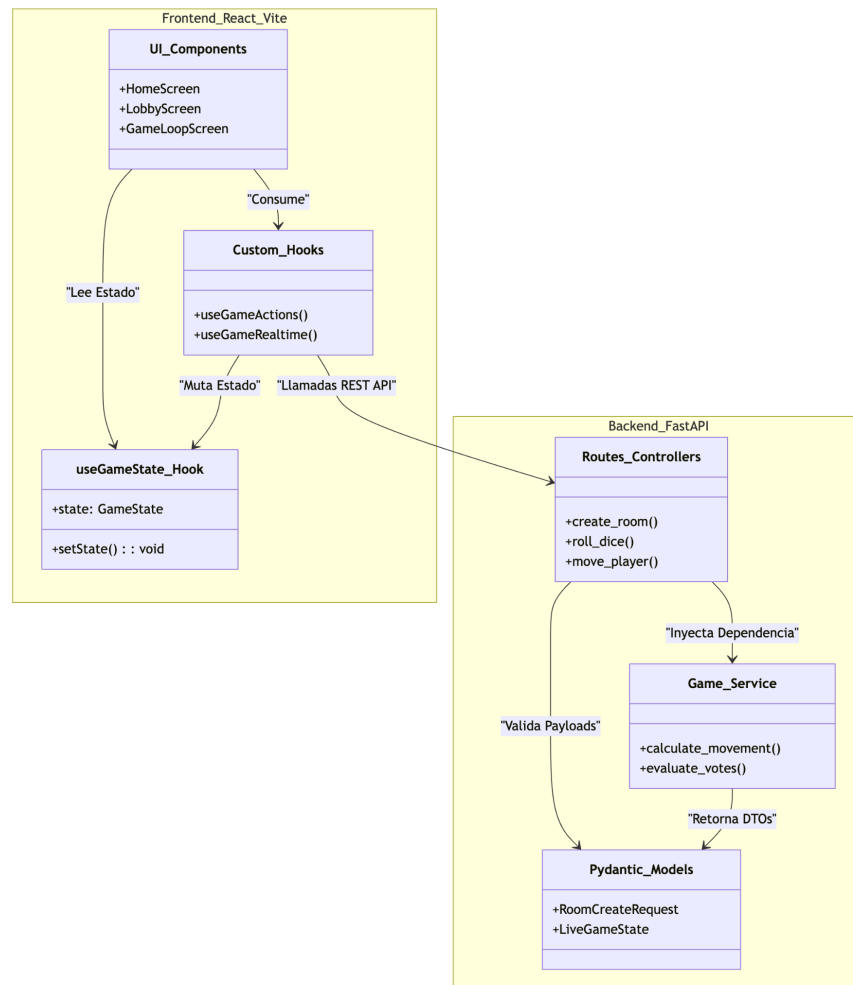


Figura 7.1. Arquitectura de software y flujo de responsabilidades.

7.2 IMPLEMENTACIÓN DEL BACKEND (ARQUITECTURA STATELESS)

Uno de los pilares técnicos de Conversex Digital es la adopción de una arquitectura sin estado (stateless) para el servidor de aplicaciones. A diferencia de los servidores de juegos tradicionales que mantienen el estado de la partida en la memoria RAM, nuestro sistema delega la persistencia y la sincronización directamente a la capa de datos. Este enfoque garantiza que el backend actúe como una capa de validación ligera y altamente resiliente, permitiendo que el servidor sea agnóstico al estado de las sesiones individuales y facilitando su escalabilidad horizontal. Al desacoplar la lógica de negocio de la retención de datos en memoria, se mitiga el riesgo de pérdida de información ante reinicios inesperados del sistema, delegando la "Fuente de Verdad" única a una infraestructura de base de datos robusta y reactiva.

7.2.1 ORQUESTACIÓN CON FASTAPI Y PYDANTIC

Seleccionamos FastAPI como el framework de backend debido a su rendimiento excepcional en operaciones asíncronas y su capacidad para generar documentación automática.

- **Validación de Datos con Pydantic:** Uno de los mayores retos en aplicaciones en tiempo real es la integridad de los datos. Utilizamos Pydantic para definir esquemas estrictos que actúan como contratos entre el frontend y el backend. Cada vez que un jugador envía una acción, FastAPI valida que los tipos de datos (como enteros, cadenas de texto u objetos JSON) sean correctos antes de que la lógica de negocio los procese. Esto previene errores en tiempo de ejecución que podrían colapsar la sesión de juego para todos los participantes.
- **Manejo de Concurrencia Asíncrona:** La naturaleza `async` de FastAPI, basada en la especificación ASGI (Asynchronous Server Gateway Interface), permite que el servidor maneje cientos de conexiones concurrentes sin bloquear el hilo principal. Esto es vital en el sistema, donde múltiples salas pueden estar activas simultáneamente, requiriendo actualizaciones constantes de estado y validaciones de turnos.

7.2.2 LÓGICA EN BASE DE DATOS VÍA RPC

Para resolver problemas comunes de concurrencia trasladamos la lógica de negocio crítica al motor de PostgreSQL mediante funciones de Llamada a Procedimiento Remoto (RPC).

- **Atomicidad:** Funciones como `commit_player_move` ejecutan transacciones atómicas. Cuando dos jugadores intentan realizar una acción simultánea, la base de datos garantiza que solo una transacción tenga éxito, manteniendo la integridad del estado global.
- **Seguridad RLS:** Implementamos políticas de Seguridad a Nivel de Fila (Row Level Security o RLS, por sus siglas en inglés) en Supabase para asegurar que un jugador solo pueda modificar sus propios datos y que las actualizaciones en la sala sean rigurosamente validadas.

7.2.3 SINCRONIZACIÓN CON SUPABASE REALTIME

La comunicación entre jugadores se gestiona a través de Supabase Realtime, utilizando el protocolo WebSockets.

- **Canales de Difusión (Broadcast):** Se crearon canales específicos por cada código de sala (``room_code``). Esto permite que acciones efímeras, como la animación de los dados, se distribuyan instantáneamente a todos los clientes sin necesidad de persistir las.
- **Presence API:** Implementamos el seguimiento de presencia para detectar desconexiones en tiempo real. Si un jugador pierde la conexión, el sistema lo marca automáticamente como "inactivo".

7.2.4 LÓGICA DE LA MÁQUINA DE ESTADOS (FSM)

El flujo del juego se rige por una Máquina de Estados Finita (FSM) implementada en el backend. Esta lógica garantiza que la partida siga una secuencia lógica y determinista.

- **Estados Definidos:** La FSM transita entre los estados ``LOBBY``, ``DICE_ROLL``, ``MOVE``, ``DILEMMA`` y ``RESULTS``.
- **Transiciones Automáticas:** Implementamos disparadores (triggers) en la base de datos que, al detectar el fin de una votación, cambian automáticamente el estado de la sala al siguiente turno, asegurando un flujo de juego ágil.

7.2.5 PERSISTENCIA Y MODELO DE DATOS EXTENDIDO

El diseño de la base de datos se optimizó para equilibrar la integridad relacional con la flexibilidad necesaria para un sistema en tiempo real. La Figura 7.2 presenta el modelo entidad-relación del sistema.

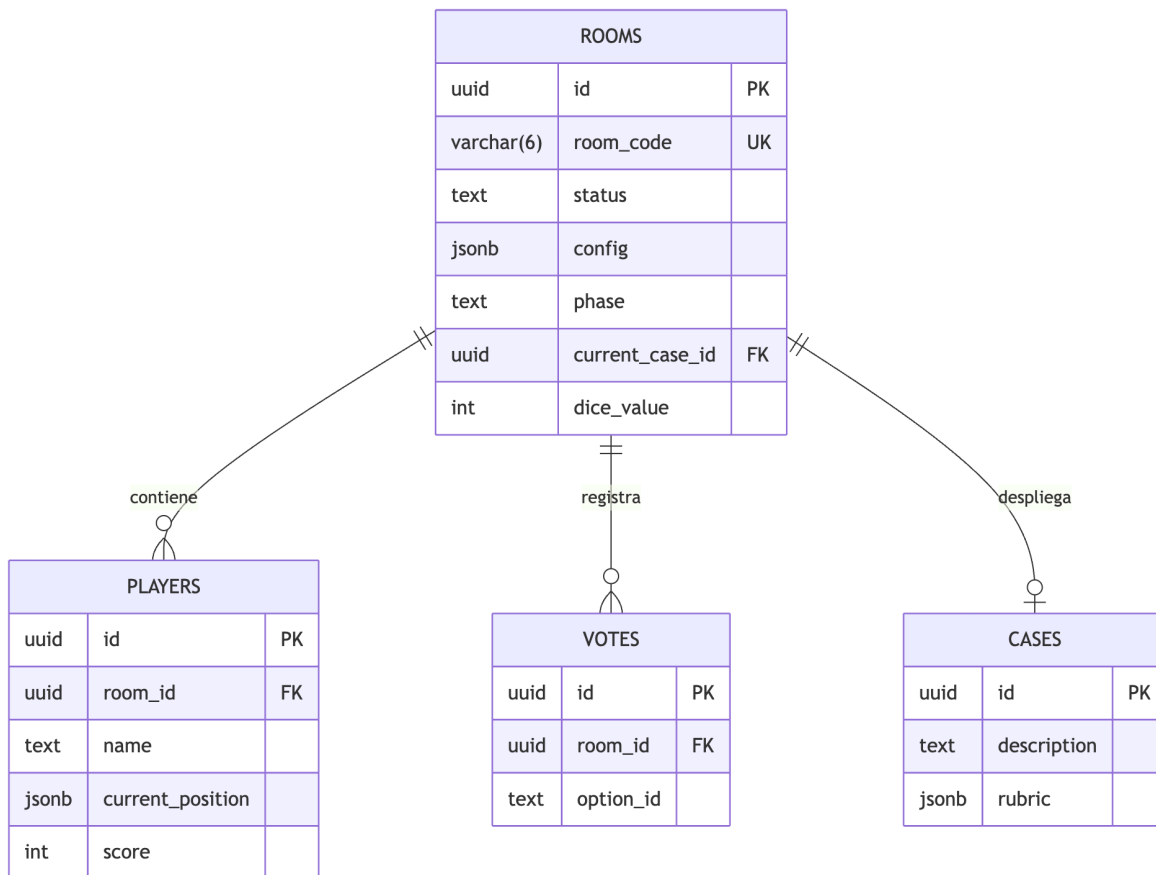


Figura 7.2 Modelo entidad-relación del sistema.

Tabla	Contenido	Uso Principal
rooms	Metadatos de sesión y estado FSM.	Control del flujo de la partida.
players	Perfiles de usuario, posición, puntuación.	Seguimiento individual de progreso.
cases	Repositorio estático de dilemas pedagógicos.	Contenido educativo inmutable.
votes	Registro de decisiones.	Trazabilidad del debate y resultados.

Tabla 7.1. Diccionario de datos del modelo entidad-relación.

7.3 IMPLEMENTACIÓN DEL FRONTEND Y EXPERIENCIA DE USUARIO

El frontend gestiona la complejidad visual y la reactividad del sistema, asegurando una sincronización milimétrica entre los participantes.

7.3.1 ARQUITECTURA DE COMPONENTES Y STACK

Utilizamos React 18.3.1 montado sobre Vite y el gestor de paquetes Bun. La interfaz se construyó de forma modular utilizando Tailwind CSS y shadcn-ui para componentes de alta fidelidad.

7.3.2 GESTIÓN DE ESTADOS MEDIANTE HOOKS PERSONALIZADOS

Dada la alta interactividad del juego, la gestión del estado local fue uno de los componentes más complejos de desarrollar. Decidimos evitar gestores de estado externos y pesados, optando por una arquitectura basada en Context API y custom hooks:

- **useGameState (Hidratación y Sincronización):** Este hook centraliza la "verdad única" de la partida. Al iniciar una sesión, realiza una consulta paralela a las tablas `rooms` y `players`. Su lógica interna incluye mecanismos de reintento (retry) en caso de fallas de red, asegurando que el jugador nunca vea una pantalla en blanco o un estado inconsistente. Además, gestiona la limpieza de estados cuando un jugador abandona la sala, liberando recursos de memoria en el navegador.
- **useGameRealtime (Reactividad de Baja Latencia):** Este hook es el corazón de la experiencia multijugador. Establece una suscripción persistente a los canales de Supabase. Su principal función es filtrar y procesar los eventos de tipo `INSERT` o `UPDATE` que ocurren en la base de datos global. Gracias a la optimización de los payloads de Supabase, logramos una latencia percibida inferior a los 100ms, lo que permite que el movimiento de un avatar en un dispositivo se refleje casi instantáneamente en los demás.
- **useGameActions (Lógica de Interacción):** Encapsula todas las mutaciones. Cuando un jugador hace clic en "Lanzar Dado", este hook no solo envía la petición al backend, sino que también gestiona estados intermedios de la interfaz (ej. deshabilitar el botón para evitar múltiples clics accidentales).

7.4 COMPONENTES CRÍTICOS Y MECÁNICAS DE JUEGO

7.4.1 LÓGICA DE LANZAMIENTO DE DADOS

El lanzamiento se gestiona en el backend para evitar trampas. Se genera un número criptográficamente seguro y se difunde por broadcast de Supabase, activando una animación local de 2 segundos en todos los clientes sincronizadamente.

7.4.2 NARRATIVA DE NOVELA VISUAL

Los casos se presentan en una interfaz de diálogo. Mientras un jugador decide, los demás actúan como observadores y votan en tiempo real, visualizando un gráfico de barras dinámico que refleja la opinión colectiva de la sala.

7.5 ESTRATEGIA DE DESPLIEGUE Y PORTABILIDAD

Para asegurar que Conversex pueda ser desplegado con facilidad en diversos entornos educativos, se adoptó una estrategia basada en la contenedorización y la automatización de la infraestructura.

7.5.1 ORQUESTACIÓN DEL ENTORNO DE DESARROLLO LOCAL (DOCKER)

Se implementó una infraestructura local basada en contenedores para mitigar el impacto de la latencia de red inherente a los servicios Cloud, garantizando una respuesta síncrona inferior a 50ms durante las fases de validación técnica. Esta estrategia de orquestación mediante Docker permite que Conversex sea desplegado con facilidad en diversos entornos educativos, asegurando la portabilidad y la paridad entre los entornos de desarrollo y producción. La Figura 7.3 muestra la arquitectura del ecosistema local, detallando cómo se despliegan de forma aislada los microservicios fundamentales como PostgreSQL, Realtime y la API REST, optimizando así el flujo de trabajo y eliminando latencias externas que podrían afectar la experiencia multijugador síncrona.

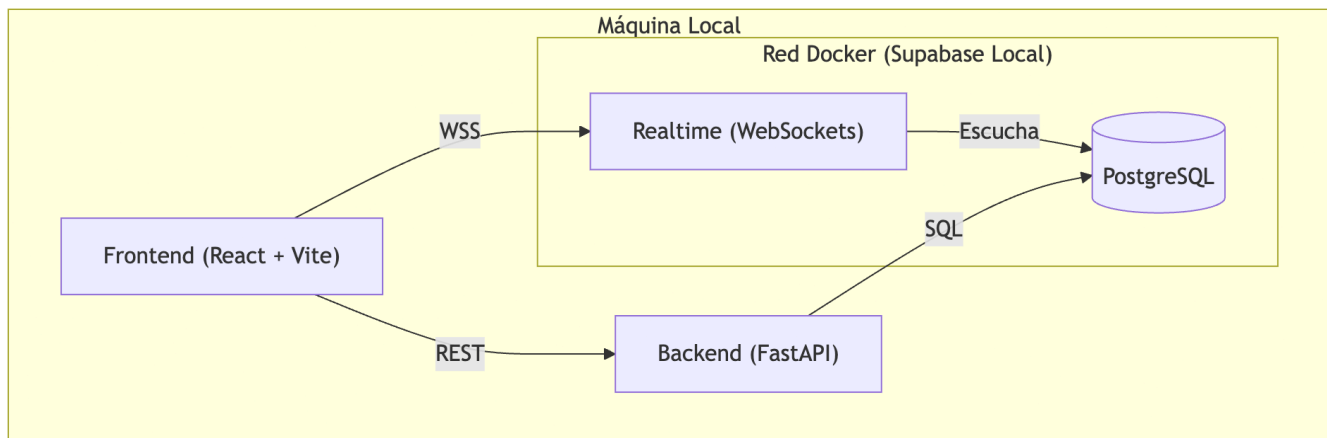


Figura 7.3. Orquestación del entorno de desarrollo local mediante Docker.

7.5.2 INFRAESTRUCTURA EN LA NUBE Y CI/CD

El despliegue productivo utiliza una arquitectura Cloud-Native. El flujo de Integración y Despliegue Continuo (CI/CD) asegura la paridad entre entornos, como se detalla en la Figura 7.4.

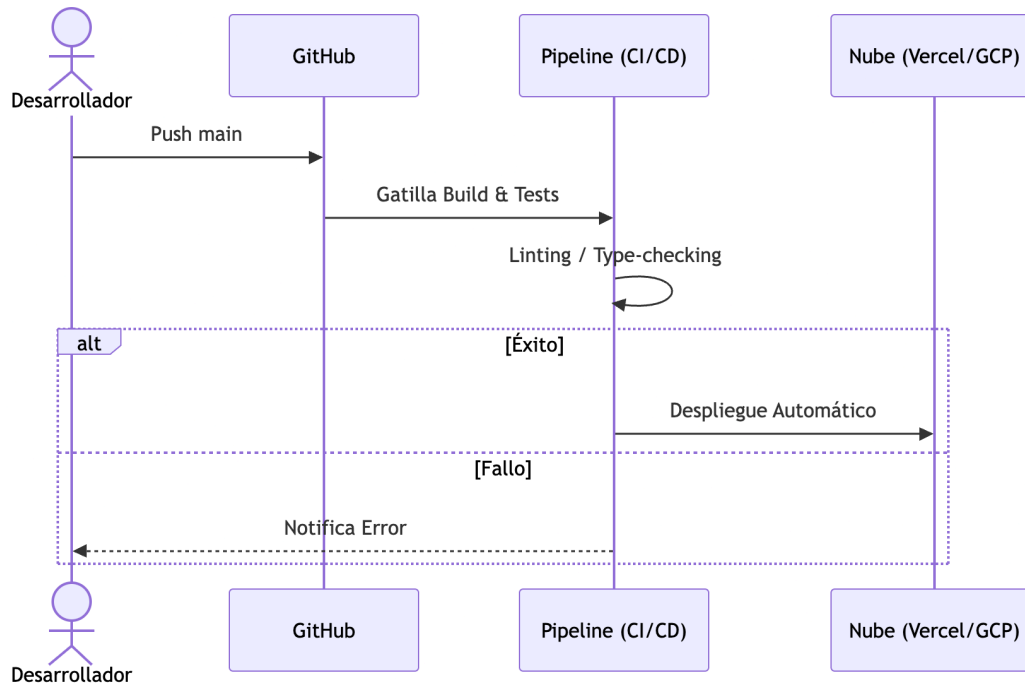


Figura 7.4. Flujo de Integración y Despliegue Continuo (CI/CD)

7.6 MANUAL DE CONFIGURACIÓN Y DESPLIEGUE TÉCNICO

Para asegurar la reproducibilidad del proyecto y minimizar la fricción en el ciclo de vida del software, se documentó un procedimiento estandarizado de configuración para los entornos locales de desarrollo.

7.6.1 INICIALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS (SUPABASE CLI)

El núcleo del juego depende de una configuración precisa y sincronizada de la base de datos. El proceso de orquestación de la capa de persistencia se ejecuta siguiendo los siguientes pasos técnicos:

- **Instalación y Configuración del CLI:** Se requiere la ejecución del motor Docker (Docker Desktop) en el entorno anfitrión y la instalación de la interfaz de línea de comandos de Supabase (ej. mediante `npm install supabase --save-dev`). Posteriormente, se enlaza el proyecto local con la nube mediante los comandos `supabase login` y `supabase link --project-ref <ID>`.
- **Sincronización del Esquema (Pull & Reset):** Para garantizar la paridad con producción y obtener las definiciones de base de datos (como funciones RPC y Triggers), se ejecuta `supabase db pull` seguido de `supabase db reset`. Esto descarga el esquema remoto y fuerza la reconstrucción de los contenedores locales.
- **Arranque de Contenedores:** Al ejecutar el comando `supabase start`, se despliegan de forma local los microservicios fundamentales (PostgreSQL, Realtime, API REST). Durante esta fase, se

ejecutan automáticamente los scripts de migración alojados en supabase/migrations, recreando la estructura relacional.

7.6.2 CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO FRONTEND (REACT / VITE)

El cliente web requiere la inyección de credenciales para vincularse con la API y los canales de WebSockets:

- Manejo de Secretos: Se define el archivo `.env.local` en la raíz del proyecto, el cual debe contener las variables `VITE_SUPABASE_URL` y `VITE_SUPABASE_ANON_KEY` apuntando a la infraestructura levantada en el paso anterior.
- Resolución de Dependencias: Se utiliza Bun (`bun install`) como gestor de paquetes para descargar e instalar el árbol de dependencias (React, Tailwind CSS, Framer Motion). La elección de esta herramienta reduce significativamente los tiempos de resolución frente a gestores tradicionales (como NPM), optimizando el proceso de compilación.
- Servidor de Desarrollo: La ejecución del comando `bun dev` inicializa el servidor impulsado por Vite, ofreciendo Hot Module Replacement (HMR) y una URL local para realizar pruebas de interfaz y validación de caja blanca.

7.6.3 CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO BACKEND (FASTAPI)

La capa de lógica de negocio (API) requiere un entorno virtual aislado para prevenir la colisión de dependencias en Python:

- Entorno Virtual y Dependencias: Se configura un entorno virtual (utilizando `venv` o `conda`) operando bajo Python 3.9 o superior. Tras su activación, se instala la lista estricta de librerías requeridas ejecutando `pip install -r requirements.txt`.
- Enrutamiento de Entorno (El "Switch" de la API): El archivo `.env` del backend debe replicar las credenciales locales (`SUPABASE_URL`, `SUPABASE_KEY`). Adicionalmente, se define una variable de control `ENV`; asignarle el valor local enruta las operaciones de la API hacia el contenedor Docker interno, mientras que el valor cloud redirecciona las peticiones a la base de datos de producción.
- Población de Datos Iniciales (Seeding): Dado que la base de datos local inicia su ciclo en blanco, se ejecuta un script automatizado (`python3 seed_cases_from_excel.py`) que extrae la información de un archivo maestro (`cases.xlsx`) y carga dinámicamente las rúbricas y casos de estudio en las tablas correspondientes.
- Ejecución del Servidor ASGI: Finalmente, el comando `python3 -m uvicorn app.main:app --reload` levanta el servidor Uvicorn. Este comando inicializa la API de FastAPI, exponiendo simultáneamente la documentación interactiva estandarizada (Swagger UI) en el puerto 8000 para la depuración y consumo de endpoints.

8. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Este apartado define el enfoque de aseguramiento de la calidad adoptado para el prototipo, fundamentado en estándares de ingeniería de software educativo y modelos de madurez que garantizan la robustez del sistema digital. Se adoptó un enfoque basado en el modelo de Verificación y Validación (V & V), adaptado específicamente a las exigencias de un *serious game* con arquitectura en tiempo real y componentes de educación sexual para adolescentes.

8.1 ESTRATEGIA DE CALIDAD Y MODELO DE V&V

Este apartado define el enfoque de aseguramiento de la calidad adoptado para el prototipo, fundamentado en estándares de ingeniería de software educativo y modelos de madurez que garantizan la robustez del sistema digital.

La rigurosidad en las pruebas de un *serious game* orientado a la Educación Sexual Integral es crítica, no sólo para asegurar la precisión pedagógica de los contenidos, sino para blindar la privacidad de los adolescentes mediante la validación de protocolos de anonimato.

Para la gestión y trazabilidad de hallazgos, se emplean herramientas de seguimiento de errores en entornos controlados, permitiendo una resolución iterativa de incidentes técnicos alineada con los ciclos de desarrollo ágil.

Se adoptó el modelo de Verificación y Validación (V&V) con el propósito de establecer una distinción técnica entre dos dimensiones críticas del desarrollo de software educativo:

1.Verificación: Se orienta a garantizar que el sistema haya sido construido en estricta conformidad con las especificaciones técnicas y los requerimientos funcionales establecidos durante la fase de diseño arquitectónico.

2.Validación: Consiste en confirmar que el artefacto tecnológico final satisface efectivamente las necesidades del usuario final y da cumplimiento a los objetivos pedagógicos intrínsecos al juego serio.

8.2 VERIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES Y DISEÑO PEDAGÓGICO

El proceso de verificación comprendió una revisión rigurosa, tanto estática como dinámica, de la arquitectura del sistema. Mediante la aplicación de listas de chequeo técnicas, se realizó una comparativa exhaustiva para contrastar los Requerimientos Funcionales (RF) definidos en la fase de diseño con las funcionalidades efectivamente desplegadas en la implementación final.

Un eje prioritario de esta fase fue certificar la fidelidad narrativa de la Novela Visual. Se auditó

sistemáticamente que el flujo de los casos pedagógicos y las ramificaciones de respuesta preservarán la coherencia estructural con el juego físico original, garantizando que la migración al ecosistema digital no diluyera el rigor educativo ni la esencia dialógica de la herramienta.

El proceso de verificación garantiza que el producto se está construyendo correctamente, respetando fielmente las especificaciones de diseño y los requerimientos técnicos definidos previamente.

- **Lista de Chequeo de Requerimientos:** Ejecución de una comparativa técnica exhaustiva entre los Requerimientos Funcionales (RF) iniciales y su implementación final en el sistema.
- **Verificación de la Narrativa y Casos Pedagógicos:** Auditoría estática de los diálogos e historias de la Novela Visual para certificar su total correspondencia con la base pedagógica del juego análogo original.

8.3. VALIDACIÓN FUNCIONAL (PRUEBAS DE SOFTWARE)

La fase de validación se orienta a constatar que se ha desarrollado el producto correcto, asegurando una operatividad técnica libre de errores en el ecosistema digital.

- **Pruebas de Integración y API:** Evaluación de la interoperabilidad entre FastAPI y el frontend, verificando la consistencia de los contratos de datos mediante modelos Pydantic.
- **Pruebas de Tiempo Real (Realtime Sync):** Validaciones específicas de latencia y sincronización síncrona en las salas multijugador gestionadas a través de la infraestructura de Supabase.
- **Pruebas de Regresión:** Control de calidad orientado a confirmar que la inclusión de nuevas mecánicas, como los sistemas de votación, no degrade los flujos básicos de navegación

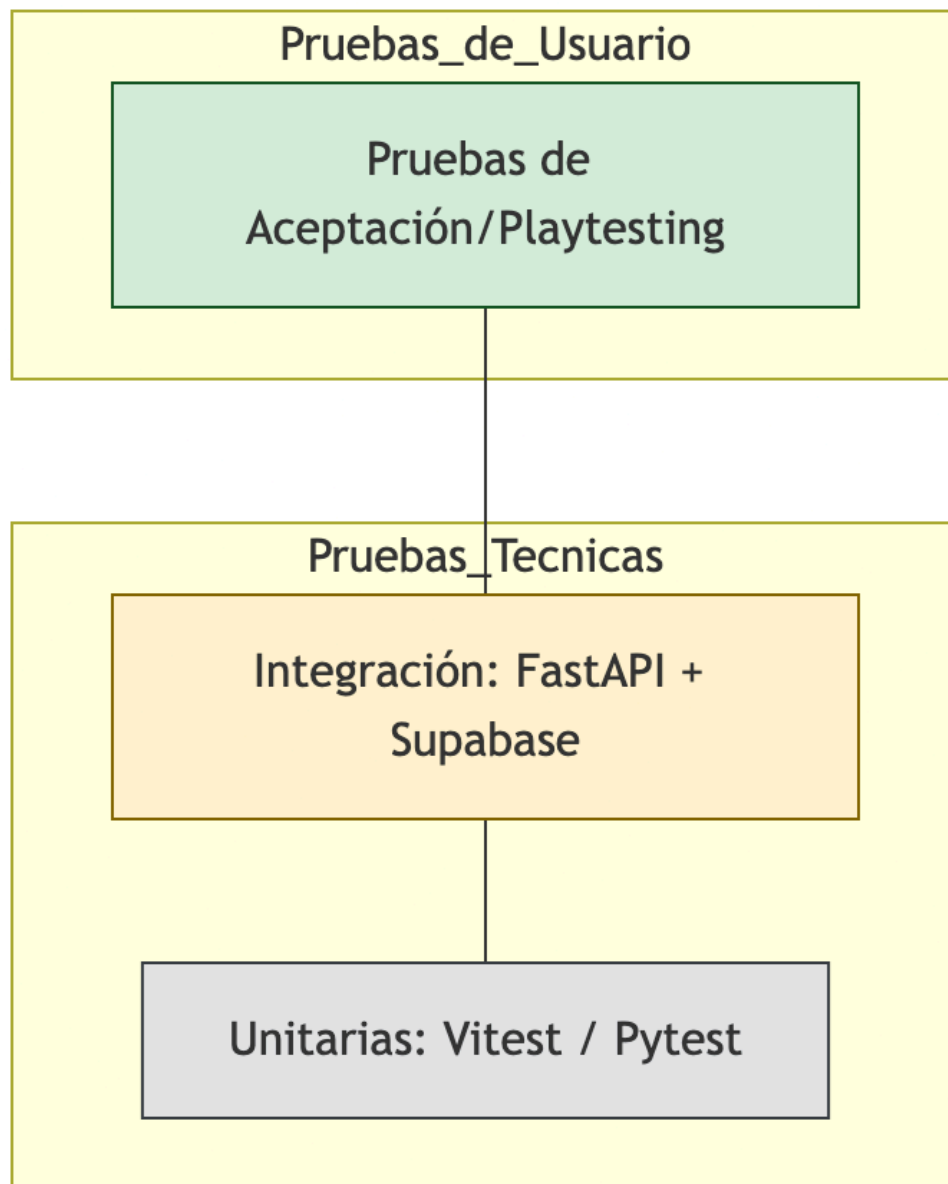


Figura 8.1. Diagrama de pruebas

8.3.1. MARCOS DE TRABAJO Y PRUEBAS UNITARIAS

Para el ecosistema de Frontend, se integró Vitest en sinergia con `@testing-library/react`, una decisión técnica que permite capitalizar la velocidad de procesamiento de Vite para ejecutar validaciones reactivas de alto rendimiento. En cuanto al Backend, se adoptó Pytest como herramienta principal para auditar la lógica de negocio y los controladores de la API, empleando las librerías `asyncio` e `httpx` con el fin de orquestar simulaciones de concurrencia asíncrona que garanticen la estabilidad operativa del sistema bajo carga.

8.3.2 ARQUITECTURA DE "FUENTE DE VERDAD" Y SINCRONIZACIÓN EN TIEMPO REAL

Con el fin de asegurar la integridad operativa de los canales de comunicación en Supabase Realtime, se implementó una arquitectura fundamentada en una Fuente de Verdad Única (Source of Truth). En lugar de depender de emisiones manuales o *broadcasts* susceptibles a la inestabilidad de la red, el sistema ejecuta mutaciones atómicas directamente en la base de datos PostgreSQL. El protocolo de escucha de cambios en Supabase identifica estas mutaciones y distribuye el estado global actualizado a todos los clientes conectados de forma síncrona. Este diseño de ingeniería garantiza que, ante una pérdida eventual de conexión, el cliente recupere de manera automática el último estado válido, mitigando riesgos de desincronización y asegurando la estabilidad de la experiencia multijugador.

8.3.3. VALIDACIÓN DE CONTRATOS DE DATOS (PYDANTIC)

La interoperabilidad técnica entre FastAPI y el cliente se blindó mediante la implementación de Data Transfer Objects (DTOs) utilizando la librería Pydantic. Bajo este enfoque de ingeniería, se establecieron contratos rígidos que definen tipos de datos, longitudes y campos obligatorios de forma determinista. Cualquier petición que no cumpla con estos esquemas es interceptada por el *middleware* de validación y rechazada automáticamente con un código HTTP 422 (*Unprocessable Entity*), protegiendo la lógica de negocio frente a datos malformados o ataques potenciales que pudieran comprometer la estabilidad del sistema.

8.4. PRUEBAS DE JUGABILIDAD, ESTRÉS Y ROBUSTEZ

Con el fin de evaluar la estabilidad operativa del sistema bajo condiciones de carga extrema, se diseñó un entorno de pruebas de estrés automatizado mediante la ejecución del script `stress_test_flow.py`. Estas validaciones técnicas permitieron simular tráfico asíncrono agresivo para auditar los límites de la Máquina de Estados Finita (FSM), contemplando escenarios críticos como intentos de acceso a sesiones inexistentes o la superación del umbral de jugadores concurrentes permitidos por sala.

Los resultados de la auditoría confirmaron que la sinergia entre el servidor ASGI (Uvicorn) y el event loop asíncrono de FastAPI gestionó la concurrencia masiva con un desempeño sobresaliente. Durante la ventana de ataque máximo, el sistema procesó 79 transacciones asíncronas logrando mantener 4.37 peticiones por segundo (RPS) sin registrar ninguna caída de conexión o timeout. La latencia promedio se situó en 2.69 segundos, con un percentil 95 (P95) de 7.3 segundos.

Es fundamental contextualizar que esta latencia del P95 es atribuible a la topología del entorno de

desarrollo local, donde cada transacción implicaba un roundtrip de red hacia el clúster remoto de PostgreSQL de Supabase, lo cual disminuiría drásticamente en un entorno de producción en la misma nube. De manera destacable, se registró una tasa de error crítico de servidor del 0%, demostrando que el backend no sufrió ningún colapso de memoria ni retornó errores HTTP 500. En cuanto a las pruebas de robustez para auditar la Máquina de Estados Finita (FSM), la API demostró una sólida protección frente a escenarios críticos como el Room Hijacking.

Si bien la herramienta de estrés marcó un 39% de las peticiones como "fallidas", la inspección de los logs comprobó que el 100% de estos casos corresponden a defensas de seguridad exitosas de la API.

Específicamente, 29 intentos automatizados de acceder a códigos de sala inválidos fueron rechazados en milisegundos con códigos HTTP 404 (Not Found), y los intentos por superar el límite de jugadores por sala fueron bloqueados en la capa de negocio, retornando códigos HTTP 400 (Bad Request) con la advertencia de aforo lleno.

Finalmente, la decisión arquitectónica de delegar la sincronización en tiempo real al clúster de Supabase Realtime demostró ser una ventaja táctica: la inyección de carga transaccional masiva sobre el servidor REST (FastAPI) no bloqueó ni degradó el broadcast de eventos de WebSockets. Durante toda la prueba, no se registraron desconexiones abruptas, garantizando que los clientes mantuvieran la sincronización de la partida intacta.

(Para un detalle exhaustivo de la tabla de métricas y latencias extraídas de la prueba, véase el Anexo B).

8.5. PRUEBAS DE JUGABILIDAD Y EXPERIENCIA DE USUARIO (PLAYTESTING)

Dada su naturaleza como herramienta de aprendizaje basado en juegos, el sistema fue evaluado por su capacidad de inmersión, fluidez interactiva y fomento a la reflexión crítica. Esta etapa constituye el playtesting externo y se define metodológicamente como la iteración final documentada (Pruebas de Aceptación de Usuario - UAT), orientada a confirmar que el entorno digital permite a los adolescentes construir conocimiento de manera significativa y en un espacio seguro.

8.5.1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: CUESTIONARIO USE

Con el propósito de ejecutar una evaluación cuantitativa del nivel de *Experiencia de Usuario (UX)* y los atributos de usabilidad de la plataforma *Conversex Digital*, se procedió a la adaptación del Cuestionario USE (Usefulness, Satisfaction, and Ease of use), propuesto originalmente por Lund (2001). Este instrumento de ingeniería se encuentra ampliamente validado en el dominio de la interacción

humano-computadora, destacándose por su robustez psicométrica para diagnosticar la percepción del usuario mediante dimensiones analíticas de alta precisión.

La estructura del instrumento se fundamenta en el uso de una escala Likert, orientada a auditar tres ejes fundamentales de la interacción: Utilidad, Facilidad de uso y Satisfacción del usuario.

Asimismo, se integró una dimensión analítica complementaria enfocada en el Impacto Pedagógico, con el fin de establecer una correlación técnica entre la jugabilidad y la pertinencia de los dilemas fundamentados en la Educación Sexual Integral (ESI). Las dimensiones orquestadas en el formulario digital se detallan a continuación:

1. **Usabilidad y Facilidad de Uso (Basada en Lund, 2001):** Audita la carga cognitiva y la transparencia de la arquitectura visual, evaluando flujos críticos como la sincronización en el *lobby* o la interpretación reactiva del tablero desarrollado en React.
2. **Satisfacción e Inmersión (Basada en Lund, 2001):** Cuantifica el grado de compromiso (*engagement*) y la gratificación derivada de las dinámicas síncronas en el entorno multijugador.
3. **Impacto Pedagógico (Dimensión Propia):** Determina la eficacia del artefacto para estimular la reflexión crítica sobre contextos reales y el nivel de seguridad percibida por el estudiante al abordar temáticas de ESI mediante un entorno gamificado.

8.5.2. DISEÑO METODOLÓGICO Y EJECUCIÓN PRESENCIAL

La validación técnica y de usabilidad se llevó a cabo de forma presencial en un entorno controlado (laboratorio de usabilidad de la Pontificia Universidad Javeriana), mediante sesiones grupales. Se evaluó una muestra piloto de 12 estudiantes universitarios, con edades comprendidas entre los 18 y 24 años, abarcando perfiles con distinta frecuencia de uso de videojuegos (desde usuarios diarios hasta esporádicos) para garantizar la representatividad técnica de la muestra en la evaluación de la interfaz.

Es pertinente precisar que la población objetivo teórica del sistema (para su eventual despliegue productivo) corresponde a adolescentes entre los 13 y 18 años. Sin embargo, para esta fase de validación funcional e iteración (Playtesting), la muestra estuvo conformada por estudiantes universitarios (18-24 años).

Esta divergencia demográfica obedece a factores logísticos y de accesibilidad institucional. La conexión directa y las aprobaciones éticas para intervenir con la población adolescente original —con la cual se concibió la versión física de *Conversex*— se encontraban bajo la gestión de la profesora Linda Teresa,

enlace clave del proyecto que no estuvo disponible durante esta fase de ejecución debido a una licencia de maternidad.

Ante esta restricción de acceso a la comunidad escolar, se determinó metodológicamente ejecutar las pruebas UAT (User Acceptance Testing) con jóvenes universitarios. Esta decisión se fundamenta en que, por su cercanía generacional e historial reciente en la educación media, este grupo posee la madurez cognitiva y la capacidad de articulación verbal idóneas para aplicar exitosamente la técnica cualitativa Think-Aloud.

De este modo, se garantizó una retroalimentación técnica precisa sobre la navegación, la sincronización en tiempo real y la pertinencia de la estética de Novela Visual, validando el prototipo como paso previo a una futura intervención con la población objetivo definitiva.

8.5.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y TRIANGULACIÓN DE DATOS

La consolidación de los resultados métricos ratifica el éxito arquitectónico y pedagógico del juego serio. Al promediar los reactivos analíticos, la dimensión de Impacto Pedagógico (ESI) registró el desempeño más sobresaliente con un 83.9% ($\mu=4.19/5.0$). En el desglose detallado de esta variable, el ítem vinculado a la capacidad de los dilemas para evocar "situaciones reales" alcanzó el ápice de la escala con 4.50/5.0. Esta evidencia válida metodológicamente que la estética narrativa y el formato de Novela Visual cumplieron con el objetivo de fomentar una reflexión crítica profunda, manteniendo un entorno seguro libre de incomodidad para los adolescentes.

Por su parte, la dimensión de Usabilidad exhibió un sólido 77.8% ($\mu=3.89/5.0$), lo que confirma que la arquitectura de la interfaz diseñada previene la saturación cognitiva y faculta a los usuarios para asimilar las mecánicas lúdicas de forma intuitiva.

Si bien la variable de Satisfacción e Inmersión logró un 76.1% (situándose en un rango de aceptabilidad favorable), se mantuvo ligeramente por debajo del umbral ideal del 85% proyectado originalmente. No obstante, al ejecutar una triangulación de datos que contrastó estos valores cuantitativos con las evidencias cualitativas del método *Think-Aloud*, se determinó que las variaciones negativas provinieron de dos casos atípicos (Usuarios #8 y #10).

Estos hallazgos demuestran que los puntajes bajos no obedecieron a deficiencias en el diseño pedagógico, sino a fluctuaciones técnicas de conectividad y latencia de red durante la sesión, las cuales afectaron temporalmente la percepción de fluidez del sistema.

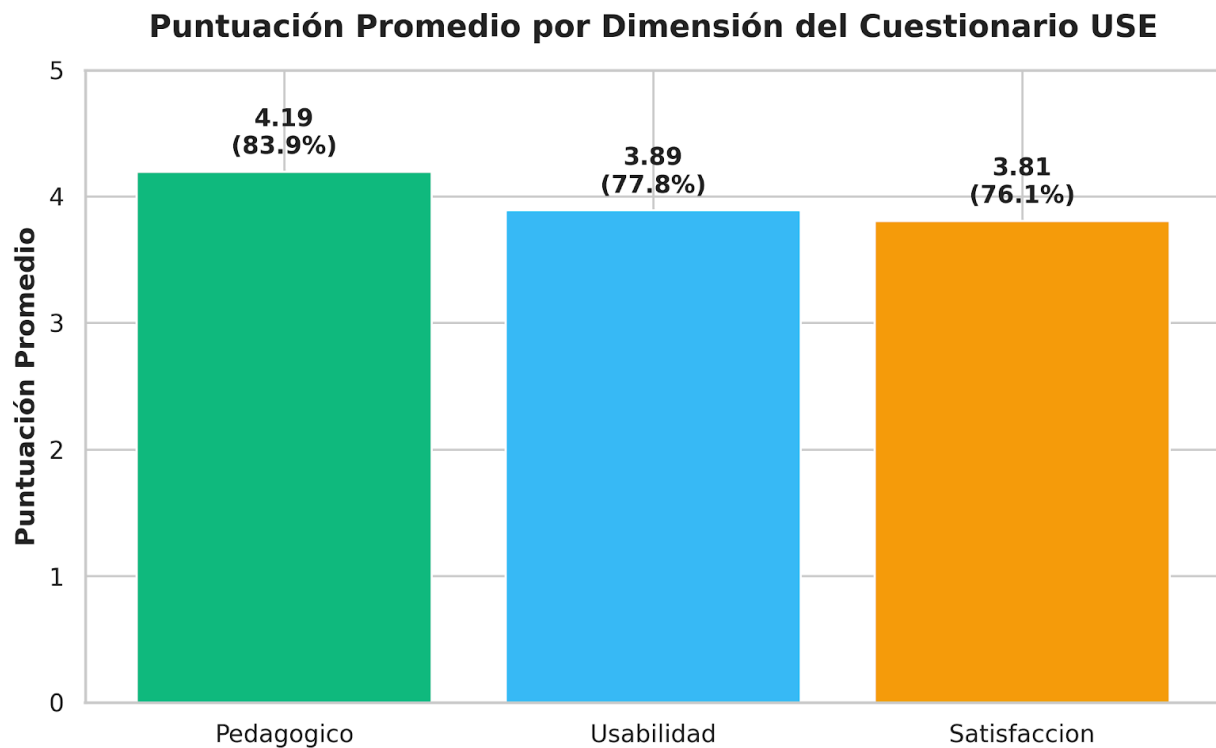


Figura 8.2. Puntuación promedio por dimensión del cuestionario USE.

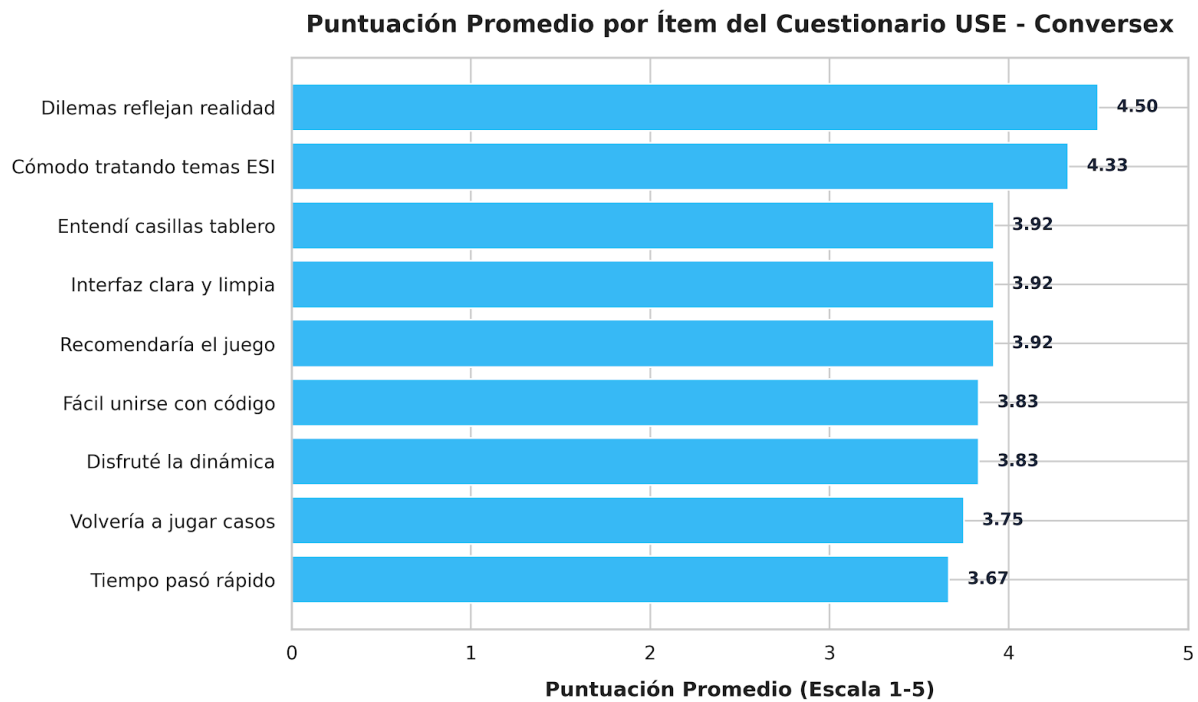


Figura 8.3. Puntuación promedio por ítem del cuestionario USE.

8.6. CUMPLIMIENTO DE ATRIBUTOS DE CALIDAD Y NORMATIVOS

Dada la sensibilidad de la temática abordada, la privacidad se ha gestionado como un atributo de calidad transversal bajo el paradigma de **Privacidad por Diseño (Privacy by Design)**. En este sentido:

- Se omite la captura de correos electrónicos, nombres reales, direcciones IP o datos de geolocalización.
- El proceso de registro se limita estrictamente al uso de un apodo y la selección de un identificador visual.
- La integridad y relación de los datos en el sistema se orquestan mediante el uso de UUIDs aleatorios.

Este esquema de ingeniería asegura el anonimato absoluto de los participantes menores de edad, dando cumplimiento íntegro a las disposiciones de la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales en el territorio colombiano.

8.7. INFORME DE RESULTADOS Y MEJORA CONTINUA

En el transcurso de las fases de Aseguramiento de Calidad (QA), se procedió a la identificación y mitigación de incidencias críticas, lo cual permitió robustecer la estabilidad operativa del artefacto tecnológico final. Este proceso de depuración técnica no sólo corrigió errores de ejecución, sino que optimizó la arquitectura del sistema para garantizar una experiencia multijugador fluida y coherente:

- **Optimización de la Gestión de Turnos:** Se ejecutó la migración de la lógica de orquestación de fases desde el cliente hacia el backend, consolidando una arquitectura de "cliente ligero". Esta decisión técnica previene la divergencia de estados entre los participantes, un problema común en aplicaciones de tiempo real, y asegura la integridad de la Fuente de Verdad Única (Single Source of Truth) durante toda la partida. Al centralizar la lógica en el servidor, se garantiza que todos los jugadores visualicen el mismo estado del tablero y los mismos resultados de los dados simultáneamente.
- **Refactorización de Seguridad en Servicios de API:** Se intervino la capa de servicios (`game_service.py`) para integrar protocolos de validación preventiva (*fail-safes*). Estas validaciones aseguran la existencia de registros y la consistencia de los contratos de datos mediante modelos Pydantic antes de la emisión de respuestas. Esta medida mitiga errores de excepción por "casos nulos" o datos malformados durante el desplazamiento dinámico por el

tablero y la carga de dilemas pedagógicos, protegiendo la lógica de negocio frente a peticiones inválidas.

- **Implementación de Bloqueos de Estado (Interface Locks): Implementación de Bloqueos de Estado (Interface Locks):** Estos cierres impiden la activación de acciones concurrentes o clics accidentales antes de que el servidor procese asincrónicamente los eventos previos mediante la orquestación del hook maestro `useGameState`. Esta implementación garantiza un flujo de juego reactivo y fluido, asegurando que las transiciones entre estados sean deterministas. Estos cierres impiden la activación de acciones concurrentes o clics accidentales antes de que el servidor procese asincrónicamente los eventos previos. Esta implementación garantiza un flujo de juego reactivo y fluido, eliminando inconsistencias visuales en la interfaz de usuario y asegurando que las transiciones entre las fases de LOBBY, ROLLING y VOTING sean deterministas.
- **Sincronización de Baja Latencia:** Mediante el uso de Supabase Realtime y WebSockets, se validó que las mutaciones atómicas en la base de datos se distribuyeran a los clientes en milisegundos. Esta robustez técnica permite que el anonimato y la seguridad (Ley 1581) no degraden el rendimiento, ofreciendo un entorno seguro donde el error se transforma en una herramienta didáctica inmediata para el adolescente.

9. CONCLUSIONES

La materialización técnica y el despliegue del ecosistema **Conversex** han permitido ratificar que la convergencia entre la ingeniería de software y la pedagogía del juego constituye una ruta robusta y pertinente para la mediación de contenidos críticos, como la formación en salud sexual para la población adolescente. En virtud de lo anterior, se exponen las síntesis conclusivas emanadas de los ciclos de análisis, arquitectura, implementación y aseguramiento de calidad que estructuraron el presente proyecto de investigación.

9.1. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

Se concluye que los objetivos planteados al inicio de este trabajo de grado fueron alcanzados satisfactoriamente. La digitalización de las mecánicas físicas del juego original a un entorno web en tiempo real se realizó de manera exitosa, logrando no solo replicar la experiencia lúdica, sino potenciarla mediante el uso de tecnologías digitales que favorecen la participación activa y el aprendizaje significativo en adolescentes.

1. **Transformación Digital:** La transición de un tablero físico a uno virtual permitió una mayor agilidad en el juego y la posibilidad de mediación remota, superando las barreras geográficas y logísticas inherentes al formato análogo. Esta migración no solo masificó el alcance del recurso pedagógico, sino que optimizó la operatividad del sistema bajo un entorno digital ubicuo.
2. **Narrativa Pedagógica:** El uso del motor de "Novela Visual" resultó ser una herramienta poderosa para la mediación de casos. La representación gráfica de situaciones y personajes facilitó la identificación de los adolescentes con las problemáticas planteadas, promoviendo una reflexión más profunda y crítica que el simple texto estático, lo cual es fundamental para el abordaje de temas sensibles en la Educación Sexual Integral.

9.2. CONCLUSIONES TÉCNICAS Y DE DESARROLLO

Desde la perspectiva de la ingeniería, el proyecto permite ratificar la eficiencia operativa del stack tecnológico seleccionado para la orquestación de aplicaciones interactivas multijugador livianas.

- **Idoneidad del Stack:** La convergencia técnica entre **FastAPI** y **Supabase** se consolidó como una arquitectura robusta y escalable; mientras el primero facilitó una validación de datos rigurosa y un alto rendimiento asíncrono, la infraestructura de Supabase Realtime simplificó la sincronización síncrona, permitiendo priorizar la lógica pedagógica del juego sobre la gestión de red.
- **Modelo de Estado Híbrido:** Se valida la implementación de una "Fuente de Verdad" única en el servidor en sinergia con un estado reactivo centralizado en el frontend mediante **Hooks**

personalizados. Esta arquitectura de ingeniería garantiza la consistencia global de la partida en tiempo real, operando con latencia mínima y una gestión de errores resiliente ante eventuales desconexiones.

- **Portabilidad y Despliegue:** La adopción de **Docker** aseguró que el sistema fuera portable y de fácil orquestación en diversos entornos educativos, cumpliendo con la premisa de accesibilidad para instituciones con infraestructuras tecnológicas heterogéneas.

9.3. CONCLUSIONES SOBRE EL JUEGO SERIO Y LA PEDAGOGÍA

El sistema de recompensas y la resolución de dilemas reales integrados en la mecánica del juego facilitaron el diálogo abierto sobre la sexualidad. Al emplear estrategias retóricas y retos pedagógicos, se logró transformar un tema tradicionalmente tabú en una experiencia de aprendizaje motivadora y libre de estigmas para los jóvenes.

- **Impacto del Aprendizaje Basado en Juegos:** Se ratifica que la integración de mecánicas lúdicas, tales como el sistema de puntuación y la competencia estructurada, operó como un catalizador del compromiso del usuario. El aprendizaje basado en juegos logra mitigar la resistencia frente a temáticas tabú, transmutando la Educación Sexual Integral (ESI) en un proceso de construcción de conocimiento participativo y de carácter horizontal.
- **Anonimato como Facilitador:** Se concluye que el paradigma de Privacidad por Diseño resultó imperativo para el éxito del prototipo. Al prescindir de la captura de información personal identificable, se neutralizó el temor al estigma o la exposición, facultando a los adolescentes para manifestar sus opiniones con autonomía y veracidad durante los ciclos de debate y votación síncrona.
- **Empatía y Narrativa Crítica:** La dialéctica entre la argumentación y la votación sobre los dilemas pedagógicos fortaleció el pensamiento crítico de los participantes. El entorno de novela visual compelió a los usuarios a situarse en la realidad de los personajes, promoviendo un ejercicio de empatía que permite visualizar y reflexionar sobre las consecuencias de las decisiones en contextos reales.

9.6. SÍNTESIS FINAL

- Este proyecto demuestra que la ingeniería de software puede y debe ser utilizada como una herramienta para abordar problemáticas sociales y educativas críticas en Colombia. Conversex Digital representa una solución innovadora que cierra la brecha entre la normativa legal de la ESI y la realidad pedagógica de las aulas.
- La metodología de deconstrucción y transformación digital aplicada en este trabajo sirve de marco de referencia para futuros procesos de digitalización de juegos de mesa pedagógicos, validando un modelo de desarrollo que preserva el rigor educativo mientras optimiza el alcance tecnológico.

10. TRABAJO FUTURO

La materialización del proyecto Conversex se proyecta no como un artefacto tecnológico inmutable, sino como una infraestructura base con un elevado potencial de escalabilidad y evolución sistémica. En virtud de los hallazgos derivados de los ciclos de desarrollo y validación técnica, se han trazado diversas líneas de prospectiva que permitirán amplificar tanto el impacto pedagógico como la robustez arquitectónica del ecosistema digital.

10.1. MEJORAS Y ESCALABILIDAD TÉCNICA

Desde la perspectiva de la ingeniería de software, el sistema se proyecta hacia la adopción de arquitecturas de mayor complejidad técnica que permitan gestionar una concurrencia masiva de usuarios simultáneos, integrando capacidades de interacción inteligente que potencien la experiencia educativa.

- **Integración de Inteligencia Artificial Generativa:** Una de las líneas de prospectiva más relevantes consiste en la implementación de agentes fundamentados en Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLM). Esta evolución permitiría que las narrativas de la Novela Visual trasciendan los diálogos estáticos, facultando a los personajes para responder de forma dinámica y adaptativa a las interrogantes de los adolescentes, operando como tutores inteligentes que preservan el rigor pedagógico y el tono ético validado por especialistas.
- **Optimización de Red y Edge Computing:** Con el propósito de garantizar una operatividad fluida en contextos de conectividad limitada, se propone la exploración de protocolos de comunicación de baja latencia (como gRPC o MQTT) y la integración de estrategias de *Edge Computing* para descentralizar el procesamiento de la lógica de negocio, reduciendo la dependencia de la infraestructura central y optimizando el tiempo de respuesta en el dispositivo del usuario final.

10.2. EXPANSIÓN DEL UNIVERSO NARRATIVO Y PEDAGÓGICO

Con el propósito de garantizar la vigencia y sostenibilidad de Conversex como instrumento educativo, resulta imperativo diversificar tanto sus contenidos curriculares como sus mecánicas de interacción.

- **Herramienta de Autoría (Editor de Casos):** Se proyecta el diseño de un módulo de gestión administrativa que faculte a docentes y especialistas para la creación y despliegue de sus propios escenarios narrativos y dilemas éticos. Esta democratización técnica permitiría la

adaptación del recurso a diversos contextos socioculturales sin requerir competencias avanzadas en programación, potenciando la autonomía institucional.

- **Diversificación Temática:** La versatilidad del motor de juego permite trascender el ámbito de la salud sexual, proyectándose hacia otras dimensiones de la formación ciudadana. El sistema posee la flexibilidad arquitectónica necesaria para abordar temas críticos como la salud mental, la prevención del acoso escolar (*bullying*), la resolución pacífica de conflictos y la educación financiera.

10.3 ANALÍTICA DE APRENDIZAJE PARA FACILITADORES

El potencial de **Conversex** como herramienta de mediación se amplifica significativamente al transformarse en una fuente de datos estratégica para la toma de decisiones pedagógicas informadas.

- **Dashboard de Analítica:** Se proyecta el desarrollo de un panel de control para el docente, orientado a la visualización de métricas agregadas y anónimas. Este módulo permitirá identificar tendencias de votación, los ejes temáticos que suscitan mayor controversia y las dimensiones del conocimiento donde la población adolescente manifiesta mayores vacíos conceptuales.
- **Sistemas de Alerta Temprana:** A través de la analítica de aprendizaje, el sistema podrá detectar patrones de respuesta que señalan la urgencia de una intervención directa en el aula. Esta funcionalidad de ingeniería permite un abordaje preventivo de eventuales situaciones de riesgo detectadas durante la dinámica de juego, fortaleciendo la seguridad del entorno educativo.

10.4. INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA EDUCATIVO Y ACCESIBILIDAD

Con el propósito de garantizar que Conversex trascienda las limitaciones de infraestructura y alcance a la población adolescente en el territorio nacional, resulta imperativo el desmantelamiento de las barreras tecnológicas mediante estrategias de inclusión digital.

- **Funcionalidad Offline-First (PWA):** En atención a la brecha digital persistente en las zonas rurales del país, se proyecta la evolución del sistema hacia una *Progressive Web App* (PWA). Esta arquitectura de ingeniería permitiría la operatividad del juego en ausencia de una conexión persistente a la red, implementando protocolos de sincronización diferida que actualizan los resultados y el estado global una vez se restablezca la conectividad del dispositivo.
- **Compatibilidad con LMS:** Se propone la integración técnica con Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS) tales como Moodle o Canvas mediante el estándar *Learning Tools*

Interoperability (LTI). Esta interoperabilidad facultará la adopción institucional de Conversex en el ecosistema de colegios y universidades, permitiendo una mediación pedagógica centralizada y escalable.

10.5. SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN COMUNITARIA

En última instancia, la sostenibilidad a largo plazo de **Conversex** se fundamenta en su capacidad para articular una comunidad de práctica y desarrollo en torno a la salud digital.

- **Modelo de Código Abierto (Open Source):** Se proyecta la liberación del núcleo del motor de juego bajo licencias de código abierto, incentivando que la comunidad global de desarrolladores e investigadores contribuya al robustecimiento técnico del sistema. Esta estrategia de ingeniería colaborativa permitiría la creación de un ecosistema de *serious games* en constante evolución y mejora sistémica.
- **Despliegue de Impacto y Alianzas Estratégicas:** Resulta imperativo establecer sinergias con organismos gubernamentales y ONGs para garantizar la operatividad de una instancia pública y gratuita. El objetivo es consolidar a **Conversex** como un **Bien Público Digital** que trascienda el marco de la investigación académica, poniéndose al servicio del bienestar integral y la educación de la población adolescente en Colombia.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. L. Franco Chacón y J. J. Prieto Gutiérrez, "Análisis de la educación sexual en Colombia y el embarazo adolescente," *Revista de Salud Pública*, vol. 24, no. 1, 2022.
- [2] G. Acevedo Osorio, "El aprendizaje significativo de la sexualidad mediado por TIC en contextos escolares," *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, no. 60, pp. 45-62, 2020.
- [3] L. S. Tamayo Acevedo y M. A. Tamayo Acevedo, "Videojuegos y gamificación: Estrategias para abordar temas sensibles en la educación," *Revista Colombiana de Educación*, 2018.
- [4] Serpa Martínez et al., "Validación de usabilidad en recursos educativos digitales para la salud," *Journal of Medical Systems*, 2025.
- [5] K. M. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2012.
- [6] UNESCO, *International Technical Guidance on Sexuality Education: An Evidence-informed Approach*. Paris: UNESCO, 2018.
- [7] Peñaloza Jaimes et al., "La educación sexual integral como derecho habilitante en la era digital," *Derecho y Realidad*, vol. 21, 2025.
- [8] Ministerio de Educación Nacional, *Programa Nacional de Educación para la Sexualidad y Construcción de Ciudadanía (PESCC)*. Bogotá: MEN, 2008.
- [9] Congreso de la República de Colombia, *Ley 1341 de 2009: Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Bogotá: Diario Oficial, 2009.
- [10] Congreso de la República de Colombia, *Ley 1978 de 2019: Por la cual se moderniza el Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Bogotá: Diario Oficial, 2019.
- [11] A. Méndez, "La construcción del aprendizaje significativo," *Revista de Pedagogía*, vol. 19, no. 3, 1998.
- [12] P. Lacasa, *Los videojuegos: aprender en mundos reales y virtuales*. Madrid: Morata, 2011.
- [13] B. Sawyer, "Serious Games: Improving Public Policy through Game-based Learning and Simulation," Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2002.

- [14] Presidencia de la República de Colombia, *Decreto 767 de 2022: Por el cual se imparten lineamientos generales de la Política de Gobierno Digital*. Bogotá, 2022.
- [15] Congreso de la República de Colombia, *Ley 1581 de 2012: Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*. Bogotá: Diario Oficial, 2012.
- [16] J. C. Renza Potes y G. A. Saavedra Perdomo, "Sistema multimedia como herramienta de apoyo a la divulgación de la prevención de enfermedades de transmisión sexual", Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Occidente, Cali, 2023.
- [17] Y. C. Acevedo Martínez y Y. Guerrero Pallares, "Estrategia Pedagógica para la Prevención de Embarazos: Proyecto de aula 'Ni una más'", *Tecné, Episteme y Didaxis*, 2024.
- [18] M. E. Cruz Cortes, "EDUSEXX: Propuesta de una herramienta mHealth en educación sexual," Trabajo de grado, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, 2025.
- [19] Congreso de la República de Colombia, *Ley 1620 de 2013: Por la cual se crea el Sistema Nacional de Convivencia Escolar*. Bogotá: Diario Oficial, 2013.
- [20] T. M. Cabrera Guillén y P. E. Mora Sánchez, "Aplicación móvil BodyWise para el aprendizaje del tema la sexualidad," Trabajo de Titulación, Universidad Nacional de Educación, Ecuador, 2024.
- [21] H. Haruna et al., "Gamifying Sexual Education for Adolescents in a Low-Tech Setting," *Computers & Education*, vol. 165, 2025.
- [22] D. Sagaris, "The Keys to my Body; Gamification of Sexual Education," Tesis de Maestría, University of Cincinnati, USA, 2022.
- [23] A. Martinez-Satorres et al., "SEXIT video-game: Protocolo de investigación para la prevención de ITS," *BMC Public Health*, 2024.
- [24] J. Gladh, "Converting a Tabletop Serious Game Into a Digital Version", Tesis de Maestría en Informática, University of Skövde, Suecia, 2023.
- [25] C. P. Gonzalez-Uribe et al., "Análisis normativo de la apropiación digital en Colombia: Leyes 1341 y 1978," *Revista de Derecho y Tecnologías*, vol. 15, no. 2, 2025.
- [26] A. García-Valcárcel Muñoz-Repiso y V. Basilotta Gómez-Pablos, "Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria," *Revista de Investigación Educativa*, vol. 35, no. 1, pp. 113–131, 2017.

ANEXO A. DOCUMENTO DE REQUERIMIENTOS DE PRODUCTO (PDR) Y PRODUCT BACKLOG

Requerimientos Funcionales	
ID	Descripción del Requerimiento
1. Vista: Inicio (Login View)	
RF-01	El sistema debe permitir al usuario crear una nueva partida o unirse a una existente.
RF-02	El sistema debe proporcionar acceso a la sección de créditos y al sitio web oficial.
2. Vista: Registro de Nombre (Write Username)	
RF-03	El sistema debe capturar y validar un nombre o apodo antes de avanzar.
RF-04	El sistema debe permitir la navegación de retorno al menú principal.
3. Vista: Ingreso de Código (Enter Room Code)	
RF-05	El sistema debe permitir el ingreso de un código alfanumérico para conectar con una sala.
4. Vista: Agregar Jugadores (Add Players)	
RF-06	El sistema debe listar dinámicamente a los participantes a medida que se registran.
5. Vista: Selección de Personaje (Choose Character)	
RF-07	El sistema debe permitir la selección de un avatar de una cuadrícula de 8 opciones.
RF-08	El sistema debe permitir cambiar el usuario activo sin retroceder de pantalla.
6. Vista: Salon de espera (Lobby room view)	
RF-09	El sistema debe mostrar en tiempo real la lista de jugadores que ingresan a la sala.
RF-10	El sistema debe emparejar visualmente el nombre del usuario (nube) con su avatar seleccionado.
RF-11	El sistema debe validar que todos los participantes estén en estado "Listo" antes de permitir el inicio del juego.
7. Vista: Intro al juego (Start game introduction)	
RF-12	El sistema debe presentar el texto introductorio que establece el contexto narrativo y los objetivos de aprendizaje.
RF-13	El sistema debe permitir al usuario avanzar a la siguiente pantalla de la introducción mediante un botón de navegación.
RF-14	El sistema debe mostrar un indicador de progreso (puntos en la parte superior) para informar al usuario sobre su avance en la introducción.
RF-15	El sistema debe proporcionar un acceso rápido al menú de configuración o ayuda a través del icono de "hamburguesa".
8. Vista: Intro al juego Parte 2(Start game introduction P2)	
RF-16	El sistema debe mostrar las instrucciones sobre el uso de los dados y la dinámica de las cartas.
RF-17	El sistema debe visualizar en la parte inferior los perfiles de los jugadores activos con sus respectivos puntajes.
RF-18	El sistema debe permitir el avance a la siguiente etapa de la narrativa mediante el botón de flecha.
RF-19	El sistema debe mantener la actualización del indicador de progreso (puntos superiores en la ventana).
9. Conversex - Tablero principal (Main game view)	
RF-20	El sistema debe renderizar el mapa de juego con los elementos interactivos (dados, tarjetas, mapa) distribuidos en el escenario.
RF-21	El sistema debe permitir al usuario activar el lanzamiento de dados para determinar el turno o avance.

RF-22	El sistema debe gestionar el inventario visual de "Cartas" y "Retos" disponibles sobre el tablero.
RF-23	El sistema debe mostrar permanentemente el panel de jugadores con sus puntuaciones actualizadas en tiempo real.
RF-24	El sistema debe proporcionar acceso al menú global del juego a través del icono de configuración superior.
10. Conversex - Burguer menu display	
RF-25	El sistema debe desplegar una ventana modal con la lista detallada de jugadores activos al interactuar con el menú de hamburguesa.
RF-26	El sistema debe mostrar el puntaje total acumulado de cada jugador de forma clara y actualizada.
RF-27	El sistema debe permitir el cierre del menú para retornar a la vista principal del tablero de juego.
RF-28	El sistema debe mantener la visibilidad de los perfiles rápidos en la parte inferior para referencia cruzada inmediata.
11. Conversex - Roll dice view	
RF-29	El sistema debe generar un número aleatorio entre el rango permitido (ej. 1-12) al activar la interacción con los dados.
RF-30	El sistema debe mostrar el resultado del lanzamiento de forma prominente en el centro de la pantalla.
RF-31	El sistema debe activar automáticamente el siguiente evento del juego (mover ficha o sacar carta) tras mostrar el resultado del dado.
RF-32	El sistema debe actualizar el estado del turno actual basándose en el resultado obtenido.
12. Conversex - Question card view	
RF-33	El sistema debe desplegar una carta temática (ej. "ZONA WI-FI") con un caso de estudio o pregunta específica al caer en una casilla determinada.
RF-34	El sistema debe presentar un texto narrativo extenso que describa una situación problemática basada en derechos sexuales y reproductivos.
RF-35	El sistema debe permitir al usuario cerrar la carta o elegir una opción de respuesta (según la dinámica) para continuar con el flujo del turno.
RF-36	El sistema debe mantener visibles los perfiles de los jugadores para recordar quién está en el turno de respuesta.
13. Conversex - Question feedback view	
RF-37	El sistema debe mostrar las respuestas sugeridas o puntos clave de reflexión solo a los jugadores que no están en turno.
RF-38	El sistema debe permitir a los jugadores "jueces" marcar si la respuesta del compañero fue satisfactoria o requiere debate.
RF-39	El sistema debe ocultar esta información en el dispositivo del jugador activo para mantener el desafío pedagógico.
RF-40	El sistema debe facilitar el retorno al tablero principal una vez concluida la fase de retroalimentación.
14. Conversex - EvaluAcción (Evaluación de respuesta)	
RF-41	El sistema debe permitir a los jugadores observadores calificar la respuesta del jugador en turno mediante una escala visual.
RF-42	El sistema debe registrar los votos de cada participante para calcular el consenso o puntaje final del turno.
RF-43	El sistema debe mostrar un resumen de la calificación obtenida una vez que todos hayan votado.
RF-44	El sistema debe habilitar el botón de finalización de turno tras procesar la evaluación.

16. Conversex - El Barrio (Vista general del mapa)	
RF-45	El sistema debe mostrar una vista panorámica (zoom-out) de todo el tablero de juego al presionar el botón de mapa.
RF-46	El sistema debe señalar la posición actual de todos los jugadores mediante sus avatares o iconos representativos sobre el mapa.
RF-47	El sistema debe permitir el retorno inmediato a la vista de juego enfocada en el turno actual.
17. Conversex - Podio Conversex (Resultados finales)	
RF-48	El sistema debe mostrar el ranking final de los jugadores basado en el puntaje acumulado.
RF-49	El sistema debe resaltar visualmente al ganador (o ganadores) de la partida de forma prominente.
RF-50	El sistema debe permitir al usuario regresar al menú principal mediante un botón de acción claro.
RF-51	El sistema debe ofrecer la opción de visualizar un resumen de los logros o categorías dominadas durante la sesión.
19. Conversex - Empatía en Acción (Nueva forma de presentar casos)	
RF-52	El sistema debe presentar los casos de estudio mediante cuadros de diálogo con "vibe" de novela visual (texto progresivo y sprites de personajes).

Requerimientos No Funcionales		
ID	Descripción del Requerimiento	Especificación Visual / Posicionamiento
1. Vista: Inicio (Login View)		
RNF-01	Estética Emocional	Reducir el tabú sobre la sexualidad mediante una paleta de colores vibrantes y formas orgánicas.
RNF-02	Jerarquía Visual	Los botones principales deben ser el foco de atención inmediato para el usuario joven.
2. Vista: Registro de Nombre (Write Username)		
RNF-03	Lenguaje Cercano	Uso de micro-copy empático ("¿Quién va a jugar?") en lugar de términos técnicos.
RNF-04	Eficiencia	Despliegue automático del teclado al detectar el foco en el campo de texto.
3. Vista: Ingreso de Código (Enter Room Code)		
RNF-05	Feedback de Red	Notificar en menos de 2 segundos si el código de sala es inexistente o inválido.
4. Vista: Agregar Jugadores (Add Players)		
RNF-06	Metáfora Visual	Representar a los jugadores como nubes para simbolizar un espacio libre de juicios.
5. Vista: Selección de Personaje (Choose Character)		
RNF-07	Representación	Los avatares deben ser diversos para garantizar la inclusión del público joven.
6. Vista: Salon de espera (Lobby room view)		
RNF-08	Rendimiento	La actualización de la lista de jugadores debe tener una latencia menor a 500ms.
RNF-09	Consistencia	Uso de la paleta de colores pastel y tipografías del sistema para mantener la identidad visual.
RNF-10	Usabilidad	El diseño debe transmitir calma y preparación para el diálogo a través del fondo de acuarela.
7. Vista: Intro al juego (Start game introduction)		
RNF-11	Inmersión Narrativa	El fondo ilustrado debe representar el entorno del juego (el barrio/parque) para situar visualmente al joven en la historia.
RNF-12	Legibilidad	El texto narrativo debe utilizar una tipografía clara, con buen contraste y tamaño suficiente para ser leído cómodamente en dispositivos móviles.
RNF-13	Tono Educativo	El lenguaje utilizado debe ser motivador y directo, eliminando la sensación de "clase aburrida" y sustituyéndola por una invitación al juego y descubrimiento.
8. Vista: Intro al juego Parte 2(Start game introduction P2)		

RNF-14	Coherencia de Juego	Los elementos visuales del mapa (datos, tarjetas en el suelo) deben aparecer desenfocados para dar prioridad a la instrucción actual.
RNF-15	Identidad Visual	Los avatares en los marcadores inferiores deben ser consistentes con los elegidos previamente por los usuarios.
RNF-16	Usabilidad Educativa	El mensaje final de "¡BUENA SUERTE!" debe actuar como un refuerzo positivo para motivar la participación del joven.
9. Conversex - Tablero principal (Main game view)		
RNF-17	Inmersión Espacial	El fondo debe mantener la estética de "barrio/parque" con árboles y senderos para dar continuidad a la narrativa.
RNF-18	Claridad de Estado	Los elementos interactivos (como los dados) deben resaltar visualmente sobre el fondo para que el usuario sepa con qué interactuar.
RNF-19	Rendimiento Visual	Las transiciones y animaciones de los elementos del tablero deben ser fluidas (mínimo 30 FPS) para no romper la experiencia de juego.
10. Conversex - Burguer menu display		
RNF-20	Claridad de Datos	El contraste entre los nombres de los jugadores y el fondo de la ventana debe ser óptimo para facilitar la lectura rápida durante la partida.
RNF-21	Jerarquía de Información	La etiqueta "JUGADORES" debe destacar como el encabezado principal de la ventana para confirmar el contexto del menú.
RNF-22	Consistencia de Estilo	Los elementos decorativos (puntos amarillos/rosas) deben mantenerse coherentes con las ventanas de introducción vistas anteriormente.
11. Conversex - Roll dice view		
RNF-23	Imparcialidad (Lógica)	El algoritmo de generación de números aleatorios debe garantizar una distribución equitativa para asegurar la justicia en el juego.
RNF-24	Feedback de Acción	La visualización del número debe ser instantánea y clara para mantener el ritmo y la emoción de la partida.
RNF-25	Jerarquía de Enfoque	El cuadro del resultado debe ser el elemento central, atenuando visualmente el tablero de fondo para evitar distracciones.
12. Conversex - Question card view		
RNF-26	Empatía Narrativa	El contenido de las cartas debe abordar temas sensibles (salud mental, diversidad, familia) con un lenguaje respetuoso y educativo.
RNF-27	Foco de Atención	La carta debe ocupar la mayor parte del área visual (overlay), aplicando un efecto de desenfoque al tablero para evitar distracciones.

RNF-28	Identidad de Marca	El logotipo de "CONVERSEX" debe estar presente en el diseño de la carta para reforzar la autoridad y pertenencia del contenido.
13. Conversex - Question feedback view		
RNF-29	Confidencialidad Temporal	La información debe ser accesible exclusivamente para el rol de "observador/juez" durante el turno actual.
RNF-30	Claridad de Guía	Las respuestas esperadas deben estar redactadas de forma sintetizada (puntos clave) para que los jóvenes puedan compararlas rápidamente con lo que escuchan.
RNF-31	Fomento del Diálogo	El diseño debe invitar a la conversación, no solo a una validación binaria (correcto/incorrecto), reforzando el objetivo de la tesis de "tocar mentes".
14. Conversex - EvaluAcción (Evaluación de respuesta)		
RNF-32	Feedback Lúdico	La interfaz de votación debe ser intuitiva y rápida, evitando que el proceso de evaluación interrumpa el ritmo del juego.
RNF-33	Imparcialidad Social	Los votos individuales pueden ser anónimos o públicos dependiendo de la configuración para evitar sesgos o presiones entre los jóvenes.
RNF-34	Claridad de Instrucción	El título de la ventana debe dejar claro qué se está evaluando (ej. "Valoremos la respuesta").
16. Conversex - El Barrio (Vista general del mapa)		
RNF-38	Rendimiento Gráfico	La transición entre la vista de juego y el mapa debe ser fluida (efecto de zoom suave) para no desorientar al usuario.
RNF-39	Claridad de Ubicación	Los avatares de los jugadores deben tener un borde o indicador de color para resaltar sobre los detalles del fondo.
RNF-40	Estética Narrativa	El mapa debe mostrar elementos decorativos (parques, casas, vegetación) que refuercen la atmósfera de un entorno comunitario seguro.
17. Conversex - Podio Conversex (Resultados finales)		
RNF-41	Gratificación Positiva	El diseño debe generar una sensación de logro y celebración, independientemente del puntaje, para fomentar una actitud positiva hacia el aprendizaje.
RNF-42	Claridad Resolutiva	La información debe presentarse de forma que no haya dudas sobre el resultado final de la competencia lúdica.
RNF-43	Persistencia de Datos	El sistema debe asegurar que los datos finales se muestren correctamente antes de limpiar la memoria de la sesión al volver al menú.
19. Conversex - Empatía en Acción (Nueva forma de presentar casos)		

RNF-47	Honestidad del Usuario	El diseño debe priorizar la respuesta ética sobre la búsqueda de puntaje máximo mediante el ocultamiento de recompensas.
RNF-48	Impacto Emocional	La representación visual del problema debe generar incomodidad controlada o empatía (efecto "Omaira") para movilizar la acción.
RNF-49	Fluidez Narrativa	El uso de subtítulos y animaciones tipo Celeste debe mantener un ritmo que no fatigue la lectura pero que sea dinámico.

Requerimientos de Interfaz de Usuario (RIU)		
ID	Descripción del Requerimiento	Especificación Visual / Posicionamiento
1. Vista: Inicio (Login View)		
RIU-01	Logotipo Central	Imagen enmarcada en blanco con bordes redondeados, ubicada en el tercio superior central.
RIU-02	Botonera Principal	Botones amarillos centrados verticalmente con una separación de 20px entre "Crear" y "Unirme".
2. Vista: Registro de Nombre (Write Username)		
RIU-03	Campo de Entrada	Caja de texto blanca con bordes redondeados (8px) centrada horizontalmente.
RIU-04	Botón Volver	Icono de flecha enmarcado en cuadrado redondeado, margen superior-izquierdo de 20px.
3. Vista: Ingreso de Código (Enter Room Code)		
RIU-05	Input de Código	Texto en mayúsculas sostenidas centrado bajo el título de instrucción.
RIU-06	Botón Confirmar	Check verde circular posicionado directamente bajo el campo de entrada.
4. Vista: Agregar Jugadores (Add Players)		
RIU-07	Nubes de Jugador	Distribución orgánica (no enrejada) en el área central; opacidad al 90%.
RIU-08	Navegación Lateral	Flechas de "Anterior" y "Siguiente" situadas en los bordes laterales del área media.
5. Vista: Selección de Personaje (Choose Character)		
RIU-09	Cuadrícula Avatares	Grid de 2x4 centrada; recuadros blancos con bordes redondeados (12px).
RIU-10	Cambio de Usuario	Boton "Slider" alineado al centro, 15px por debajo de la nube del nombre.
6. Vista: Salon de espera (Lobby room view)		
RIU-11	Lista de Jugadores	Organización en lista vertical con un espaciado (gap) de 15px entre elementos.
RIU-12	Título "¿LISTOS?"	Ubicado en el eje central superior con un margen (margin-top) de 60px.
RIU-13	Avatares	Contenedores cuadrados con bordes redondeados (10px), alineados a la derecha de cada nombre.
RIU-14	Pie de Página	URL fija en el "bottom safe area", con tamaño de fuente un 30% menor al principal.
I		
RIU-15	Ventana de Diálogo	Cuadro blanco con bordes redondeados y una sombra suave (card-style), centrado en la pantalla.
RIU-16	Indicador de Progreso	Puntos de colores (amarillo/rosa) situados en la parte superior izquierda del cuadro de diálogo.
RIU-17	Botón de Avance	Flecha circular verde posicionada en la base del cuadro de diálogo, sobresaliendo ligeramente para invitar a la acción.
RIU-18	Menú Superior	Icono de tres líneas (hamburguesa) ubicado en la esquina superior derecha con un margen de seguridad de 20px.

8. Vista: Intro al juego Parte 2(Start game introduction P2)		
RIU-19	Marcadores de Jugadores	Fichas cuadradas con bordes redondeados alineadas horizontalmente en la base de la pantalla (footer).
RIU-20	Visualización de Puntos	El texto del puntaje (ej. "3 Pts") debe situarse en la esquina superior derecha de cada ficha de perfil.
RIU-21	Ventana Instructiva	Card blanca centrada con un borde decorativo turquesa que genera profundidad.
RIU-22	Elementos Narrativos	Los dados y cartas decorativas deben distribuirse en los bordes del área de juego para no obstruir el texto central.
9. Conversex - Tablero principal (Main game view)		
RIU-23	Panel de Marcadores	Fila horizontal de fichas de personajes anclada en la base de la pantalla (footer) con scroll lateral si excede el ancho.
RIU-24	Elementos de Acción	Dados ubicados en el cuadrante superior derecho y mazo de cartas en el cuadrante inferior derecho.
RIU-25	Menú de Opciones	Icono de "hamburguesa" situado en la esquina superior derecha con transparencia para no obstruir el mapa.
RIU-26	Contenedor de Puntos	Valor numérico (ej. "3 Pts") ubicado en la parte superior derecha de cada tarjeta de avatar con tipografía Sans Serif pequeña.
10. Conversex - Burger menu display		
RIU-27	Ventana Modal	Caja blanca con bordes redondeados y un borde lateral turquesa, centrada sobre el tablero desenfocado.
RIU-28	Encabezado "JUGADORES"	Botón amarillo con bordes redondeados ubicado en la parte superior central de la ventana modal.
RIU-29	Listado de Puntajes	Los nombres (izquierda) y los puntos (derecha) deben estar alineados en columnas para permitir una comparación visual directa.
RIU-30	Indicadores de Estado	Puntos circulares decorativos situados en la esquina superior izquierda de la ventana modal, alineados horizontalmente.
11. Conversex - Roll dice view		
RIU-31	Cuadro de Resultado	Cuadrado blanco con bordes redondeados (15px) ubicado en el centro exacto del viewport.
RIU-32	Tipografía del Número	Texto en negro, negrita y tamaño extra grande (ej. 48pt) para máxima legibilidad.
RIU-33	Indicador de Rango	El texto del rango (ej. "1-12") debe aparecer centrado dentro del cuadro para dar contexto al resultado.
RIU-34	Marcadores Inferiores	Deben permanecer visibles en la base para que el jugador sepa de quién es el turno que se acaba de jugar.
12. Conversex - Question card view		
RIU-35	Marco de la Carta	Rectángulo morado con bordes redondeados (20px) que sirve de contenedor principal (Pop-up).
RIU-36	Papel de Contenido	Textura de "papel arrugado" blanco centrada dentro del marco morado para simular una carta física.
RIU-37	Título de Categoría	Texto "ZONA WI-FI" con tipografía estilizada y borde oscuro, centrado en la parte superior de la carta.
RIU-38	Tipografía del Caso	Texto en color oscuro, alineado a la izquierda, con interlineado generoso (1.5) para facilitar la lectura de párrafos largos.
RIU-39	Branding inferior	Logotipo de Conversex centrado en la base del papel blanco para cerrar la composición visual.
13. Conversex - Question feedback view		
RIU-40	Contenedor de Guía	Card blanca con bordes redondeados (15px) que se superpone al tablero, similar al estilo de las cartas de pregunta.

RIU-41	Título de Sección	Etiqueta "RESPUESTAS ESPERADAS" en un bloque de color llamativo (ej. amarillo o turquesa) en la parte superior del card.
RIU-42	Listado de Puntos	Uso de "bullets" o puntos de color (rosa/amarillo) para separar las diferentes ideas clave de la respuesta.
RIU-43	Botón de Acción	Botón circular de confirmación (check verde) ubicado en la parte inferior derecha del card para cerrar la vista.
RIU-44	Estética de "Secreto"	Fondo del tablero con un desenfoque más pronunciado (Blur > 5px) para enfatizar que es información privilegiada del grupo.
14. Conversex - EvaluAcción (Evaluación de respuesta)		
RIU-45	Contenedor de Votación	Ventana modal blanca con bordes redondeados (15px) centrada sobre el tablero.
RIU-46	Escala de Evaluación	Fila de iconos interactivos (ej. estrellas o medallas) centrada horizontalmente dentro del card.
RIU-47	Botones de Acción	Botones "Mal", "Regular" y "Bien" (o equivalentes lúdicos) distribuidos en la base de la ventana con colores semafóricos suaves.
RIU-48	Indicador de Turno	El avatar del jugador que está siendo evaluado debe aparecer en miniatura en la esquina superior para dar contexto al voto.
16. Conversex - El Barrio (Vista general del mapa)		
RIU-53	Capa de Superposición	El mapa debe ocupar el 100% de la pantalla, eliminando temporalmente los elementos de la interfaz de turno (datos, cartas).
RIU-54	Avatares en Mapa	Versiónes miniatura de los iconos de personajes, posicionados sobre las coordenadas de las casillas actuales.
RIU-55	Botón Cerrar Mapa	Icono de "X" o de "Localización" ubicado en la esquina inferior derecha para un fácil acceso con el pulgar.
RIU-56	Marcadores de Jugadores	La fila de perfiles en el footer debe permanecer visible para que el usuario identifique qué color/icono pertenece a cada quién.
17. Conversex - Podio Conversex (Resultados finales)		
RIU-57	Panel de Resultados	Card blanca de gran tamaño centrada, con elementos festivos (ej. confeti o estrellas) en los bordes.
RIU-58	Jerarquía de Ganadores	El 1er lugar debe aparecer en la parte superior central con un tamaño de avatar un 20% mayor que el resto.
RIU-59	Tabla de Posiciones	Lista ordenada descendente (2do, 3er...) con nombres y puntajes alineados, ocupando el cuerpo central del card.
RIU-60	Botón de Salida	Botón "VOLVER AL MENÚ" ubicado en la base de la pantalla, utilizando el color amarillo de la marca para mantener la consistencia.
19. Conversex - Empatía en Acción (Nueva forma de presentar casos)		
RIU-64	Cuadro de Diálogo Narrativo	Ubicado en la parte inferior de la pantalla, con texto que aparece letra por letra (efecto typewriter).
RIU-66	Botones de Respuesta Ciegos	Botones que solo muestran la acción/texto, sin etiquetas de "+5 Pts" o "+0 Pts".

ANEXO B. REPORTE TÉCNICO DE PRUEBAS DE ESTRÉS Y ROBUSTEZ (LOCUST)

Anexo 2: Reporte de Pruebas de Estrés

ANEXO 2. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA DE ESTRÉS (LOCUST)

A continuación, se presenta la tabla resumen exportada directamente de los *logs* de simulación (`stress_test_50_stats.csv`), la cual evidencia el comportamiento transaccional de la API de Conversex frente al ataque concurrente de 50 usuarios virtuales:

Método	Endpoint	Peticiones	Fallos Registrados	Latencia Promedio	Latencia P95	RPS
GET	/ (Health Check)	26	0 (0%)	2685 ms	7300 ms	1.44
POST	/rooms (Create)	2	0 (0%)	671 ms	730 ms	0.11
GET	/rooms/[id] (404)	15	15 (100%)*	2690 ms	14000 ms	0.83
POST	/rooms/[id]/join (404)	14	14 (100%)*	2811 ms	8800 ms	0.77
POST	/rooms/[id]/join (Full)	15	2 (13%)**	2925 ms	4400 ms	0.83
POST	/rooms/[id]/join (Success)	7	0 (0%)	2617 ms	3600 ms	0.38
TOTAL	Métricas Agregadas	79	31 (39%) ***	2697 ms	7300 ms	4.37

Notas interpretativas de los resultados:

(*): Representan rechazos deliberados por protocolos de seguridad al intentar interactuar con sesiones no localizadas (**HTTP 404**).

(**): Representan rechazos controlados por la lógica de la FSM ante intentos de exceder el aforo máximo de jugadores (**HTTP 400**).

(***): La totalidad de las incidencias reportadas derivan de respuestas de validación exitosas de la API ante parámetros de entrada inválidos. **Es imperativo resaltar que no se evidenciaron colapsos del servidor (HTTP 500) ni degradación por *timeouts* de red.**