UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN DISEÑO – INGENIERIA EN DISEÑO DE PRODUCTOS

VALAPARISO - CHILE

QUESIX STEM UI: SISTEMA DE DISEÑO PARA EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE LÚDICO ENFOCADOS EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL A ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

NICOLÁS ACEVEDO SUZARTE

MEMORIA DE TITULACION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO EN DISEÑO DE PRODUCTOS

PROFESOR GUÍA - LEONARDO MADARIAGA BRAVO

JULIO - 2021

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos quienes me apoyaron en mi proceso de ser un profesional, a mi familia, mi abuela y mi padre quienes confiaron en mí y me dieron apoyo emocional y económico de forma incondicional, a mi pareja, quien me motivó y ayudó a avanzar en la memoria día a día.

A mis profesores de universidad quienes me formaron y me dieron la motivación para avanzar con la carrera. A Inés Tealdo quien fue una gran profesora e inspiración para completar este proceso. A mi profesor guía Leonardo Madariaga por guiarme en este proyecto. Al profesor Sven Von Brand por su apoyo técnico y conocimiento profesional de la industria.

A Fernanda González, mi pareja, quien me ayudo a procesar y organizar los datos para la validación. A Patricio Campaña y a Javier Ortiz por su ayuda técnica en la implementación de algoritmos para la validación. A Juan Ramírez y Francisco Galeno por su apoyo técnico en el diseño de juegos y de elementos 3D y 2D.

Al equipo de desarrollo de Quesix. A Carolina Allendes por diseñar el contenido del juego. A

Gustavo Barrios por ser el desarrollador del proyecto.

A todas las personas que participaron en el proceso de validación y dieron perspectivas e ideas de cómo mejorar el proyecto.

DEDICATORIA

A mi familia y seres queridos. A todos los que me dieron el ánimo de seguir trabajando día a día.

GLOSARIO

API: Interfaz de Programación de Aplicaciones por sus siglas en inglés. Conjunto de funciones y procedimientos que cumplen una o muchas funciones con el fin de ser utilizadas por otro software. En general basado en un lenguaje de programación especifico.

Aula de clases: Se refiera al espacio físico o virtual donde se realizan actividades educativas que involucran profesores y estudiantes.

Experiencia de usuario – User Experience UX: Campo de estudio de la experiencia general de una persona que usa un producto, como un sitio web o una aplicación informática, especialmente en términos de lo fácil o agradable que es de usar.

GUI o *Graphical User Interface:* Interfaz gráfica de usuario, se refiere a los elementos visuales o gráficos con lo que se interactúan en pantalla.

Interfaz: Conjunto de elementos de la pantalla que permiten al usuario realizar acciones sobre el Sitio Web o Aplicación móvil que está visitando.

Ludificación o *Gamification*: corresponde a la adopción de mecánicas de juego en ambientes distintos o ajenos a esto.

Metodología: conjunto de métodos, que sustenta un modelo estructurado complementado para obtener un resultado.

Requerimiento: conjunto de requisitos que especifican la pertinencia y composición de un objetivo de diseño, generalmente provienen posterior a un estudio de usuario y un contexto definido.

Sistemas De Diseño - Design Systems: Son herramientas colaborativas creadas por componentes reutilizables y guiadas por estándares, que ayudan a las empresas principalmente a desarrollar mejores experiencias de usuarios y fortalecer la marca del producto.

Sistemas Operativos: Conjunto de programas que permite la abstracción del hardware específico y provee servicios a las aplicaciones que se ejecutan sobre él.

Sprite: Un gráfico de computadora que puede moverse en la pantalla y manipularse de otra manera como una sola entidad.

Smartphone o Dispositivo móvil: Teléfono celular con pantalla táctil, que permite al usuario conectarse a internet, gestionar cuentas de correo electrónico e instalar otras aplicaciones y recursos a modo de pequeño computador.

STEM: Acrónimo de los términos en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas)

Wireframe: Maqueta de baja fidelidad, diagramación o esqueleto de una interfaz de página web o aplicación

RESUMEN EJECUTIVO

Quesix es un juego de mesa desarrollado por un equipo de investigadores y estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María diseñado con el propósito de incentivar el pensamiento computacional y la robótica en estudiantes de sexto básico de forma lúdica.

En esa memoria se aborda el proceso de rediseño e implementación de Quesix en un entorno digital, asumiendo el desafío de diseñar la experiencia de usuario de un juego educativo donde el enfoque está en el desarrollo del pensamiento computacional en el aula de clases. Se propone la integración de nociones de las áreas STEM con el fin de entregar significancia al contenido que aborda el juego.

El proceso se utilizan metodologías de diseño basas en doble diamante para la definición de requerimientos, documentación de diseño y especificaciones del juego. Las fases de diseño involucran la creación maquetas y prototipos de validación visual, además de bosquejos de los elementos tridimensionales del proyecto. El desarrollo involucra el diseño de los elementos de interfaz, iconografía visual y elementos 3D propios del proyecto. Se aborda la

implementación en el propio motor del juego y las limitaciones que se pueden encontrar en el proceso.

Las fases de validación abordan por un lado el proceso de identificar las fallas en el diseño de la interfaz y elementos de la experiencia que son inconsistente. Por otro lado, se buscó identificar de manera concreta el perfil de usuario y los elementos distintivos por los cuales el proyecto puede avanzar al siguiente nivel de producción.

Finalmente, en este escrito se aborda el desarrollo de un sistema de diseño que busca empaquetar los lineamientos y elementos de interfaz que se utilizaron el Quesix. El objetivo de construir un sistema de diseño se centra en construir herramientas para el futuro desarrollo de herramientas dedicadas a las enseñanzas en las áreas en el pensamiento computacional con un grado de flexibilidad mayor.

ABSTRACT

Quesix is a board game developed by a team of researchers and students from the Federico Santa María Technical University, designed with the purpose of encouraging computational thinking and robotics in sixth grade students in a playful way.

In this report, the process of redesigning and implementing Quesix in a digital environment is addressed, assuming the challenge of designing the user experience of an educational game where the focus is on the development of computational thinking in the classroom. The integration of notions of the STEM areas is proposed in order to give significance to the content that the game addresses.

The process uses design methodologies based on double diamond for the definition of requirements, design documentation and game specifications. The design phases involve creating models and prototypes for visual validation, as well as sketches of the three-dimensional elements of the project. The development involves the design of the interface elements, visual iconography, and 3D elements of the project. The implementation in the game

engine itself and the limitations that can be found in the process are addressed.

The validation phases address, on the one hand, the process of identifying flaws in the interface design and elements of the experience that are inconsistent. On the other hand, the aim was to specifically identify the user profile and the distinctive elements by which the project can advance to the next level of production.

Finally, this writing addresses the design of a design system that seeks to package the guidelines and interface elements used by the Quesix. The objective of creating a design system is focused on building tools for the future development of tools dedicated to teaching in the areas of computational thinking with a greater degree of flexibility.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS **1**

DEDICATORIA **3**

GLOSARIO **4**

RESUMEN EJECUTIVO **6**

ABSTRACT **8**

TABLA DE CONTENIDO **10**

LISTA DE FIGURAS **15**

LISTA DE TABLAS **21**

INTRODUCCIÓN **22**

Premisa del proyecto 23

Enfoque de la Memoria 25

Hipótesis 25

Interrogantes 26

Objetivo general 27

Objetivos particulares 27

CAPÍTULO 1 - MARCO TEÓRICO **28**

1.1 Educación en chile 28

Educación básica 29

1.2 Las habilidades del siglo XXI 30

1.3 Educación STEM 32

1.4 Alfabetización Digital 33

1.5 Pensamiento computacional 37

1.5.1 Rol del profesor dentro del aprendizaje computacional..... 39

1.5.2 Investigaciones enfocados en el pensamiento computacional..... 39

1.5.3 proyectos enfocados en el pensamiento computacional..... 40

1.6 Teoría para el diseño juegos 41

1.6.1 La teoría de juegos 41

1.6.2 Juegos deterministas y estocásticos 42

1.6.4 Ludificación..... 42

CAPÍTULO 2 - ANÁLISIS Y METODOLOGÍAS 45

2.1 Modelos proyectuales 45

2.1.1 Design Thinking 45

2.1.2 Double Diamond 47

2.1.3 Lean UX 49

2.1.4 Selección de modelo proyectual 50

2.2 Metodologías y teorías complementarias al desarrollo..... 52

2.2.1 Metodologías de experiencia de usuario (UX) 52

2.2.2 Objetivos del User Experience Design . 55

2.2.3 Usabilidad 56

2.2.4 Principios de UX o Heurísticas globales 57

2.2.5 Evaluaciones Heurísticas del usuario ... 59

2.3 Planificación Metodológica 59

CAPÍTULO 3 - PROYECTO QUESIX..... 61

Documento de diseño de juego 61

3.1 Resumen y definición 62

3.1.1 Ciclo del juego 63

3.1.2 Requerimientos 66

3.2 Arquitectura del proyecto..... 68

3.2.1 Wireframe del proyecto 68

3.2.2 Estudio de referentes visuales 70

3.2.3 Maqueta de alta fidelidad 71

3.3 Desarrollo 73

3.3.1 Herramientas para el desarrollo de videojuegos..... 73

3.3.2 Selección de la herramienta..... 75

3.3.3 Preparación de recursos GUI..... 75

3.3.4 Diseño de conceptos de elementos 3D. 77

3.3.5 Preparación de modelos 3D 79

3.3.6 Integración en Unity..... 82

3.4 Posterior a la fase de desarrollo 83

3.4.1 Diseño de instructivo..... 83

CAPÍTULO 4 - VALIDACIONES 85

4.1 Consideraciones previas a la validación.. 85

4.1.1 Aspectos metodológicos 85

4.1.2 Pruebas Moderadas o no moderadas:.. 88

4.1.3 Validación de usabilidad del estudiante mediante System Usability Scale (SUS)..... 88

4.1.4 Beneficios de usar un SUS 88

4.1.5 Consideraciones al usar un SUS 89

4.1.6 Aplicación de la escala de usabilidad del sistema 89

4.2 Planificación evaluación de usabilidad 90

4.2.1 Objetivo de la evaluación..... 90

4.2.2 Métricas a considerar..... 91

4.3 Perfil del entrevistado y modelo de selección 92

4.4 Definición de tareas 93

4.4.1 Consideraciones al momento de la validar 93

4.4.2 Preparación del material..... 93

4.4.3 Tareas destinadas a la validación 95

4.5 Resultados de la validación..... 95

4.5.1 Requerimientos desde la validación..... 99

4.5.2 Consideraciones con la interfaz de usuario 100

CAPÍTULO 5 - SISTEMA DE DISEÑO 101

5.1 Sistemas de diseño 101

5.1.1 Referentes de sistema de diseño..... 102

5.1.2 Diseño atómico..... 105

5.2 STEM UI: Propuesta de sistema de diseño 106

5.2.1 Principios y lineamientos del Sistema de Diseño..... 107

5.2.2 Guía de estilos general 110

5.2.3 Paleta cromática 111

5.2.4 Tipografías 111

5.2.5 Estilos de botones y/o elementos de navegación 112

5.2.6 Elementos especiales 112

5.2.7 Limitaciones del sistema..... 113

5.3 Conclusiones sobre STEM UI KIT 113

5.3.1 Enfoque comercial del UI KIT 114

5.3.2 Enfoque Open Source..... 114

5.3.3 Desarrollo posterior del UI KIT..... 116

CAPÍTULO 6 - CONCLUSIONES 117

6.1 Sobre Quesix 117

Diseño de juego 117

6.2 Sobre la gestión de proyectos 119

6.3 Sobre la validación..... 120

Aspectos metodológicos..... 120

6.4 Sobre el sistema de diseño 120

6.5 Proyecciones futuras y mejoras 121

Spin off del proyecto..... 122

REFERENCIAS 124

ANEXOS..... 131

Anexo A: Tabla de requerimientos 131

Anexos B: Matriz de interdependencias de requerimientos..... 135

Anexos C: Tabla de funcionalidades que se realizaron. 136

Anexo D: Mapeo de conceptos de validación. 137

Anexos E: Tabla de historia de usuario..... 138

Anexos F: Esquema de modelo triple diamante adaptado a Quesix. 139

Anexos G: Refinamiento de diseño de conceptos de elementos 3D. 140

Anexos H: Metodologías para el análisis de experiencia de usuario. 141

Anexos I: Modelo de hipótesis para la generación de valor mediante un UI KIT 142

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Prototipo Quesix en su versión de tablero. 24

Figura 2: Planteamiento de hipótesis proyectual. 25

Figura 3: áreas que abordan las metodologías STEM en las aulas. 32

Figura 4: Diferencias en el uso de intenten en países de la OCDE, comparativa entre personas de ingresos bajos y altos..... 35

Figura 5: Dimensiones de la inteligencia computacional. 36

Figura 6: metodología aplicada en el experimento para el aprendizaje computación, dividido en cinco etapas de izquierda a derecha: pre-testeo, control desconectado y conectado, testeo intermedio, sesión de control conectado y test posterior. 40

Figura 7: Herramienta de programación Scratch. 41

Figura 8: áreas de enfoque de “design thinking”.. 46

Figura 9: representación visual del modelo "Design Thinking". 46

Figura 10: Estructura general del modelo Doble Diamante. 47

Figura 11: Ciclos de iteración en el modelo Doble Diamante. 48

Figura 12: aproximación del modelo Doble Diamante con un enfoque paralelo de las fases ideativas y investigación. 48

Figura 13: Fases de un ciclo de iteración en lean UX. 49

Figura 14: representación del modelo Triple Diamante, integrando la fase de evaluación o testeo. 51

Figura 15: Otro enfoque del modelo Triple Diamante, centrado en la etapa iterativas del desarrollo y de entregables. 52

Figura 16: Dimensiones y capas de abstracción de los campos relacionados al diseño de experiencia (UX). 53

Figura 17: representación de los objetivos de UX en el proceso de iteración. 54

Figura 18: Diagrama de modelo utilizado. Triple Diamante aplicado al proyecto Quesix y las fases planificadas. 60

Figura 19: Maqueta del tablero, se muestran dos equipos, cuatros quesos y una trampa. 64

Figura 20: Esquema del panel de movimiento. 65

Figura 21: Esquema del panel de programación, se propone una interaacion basada en arrastrar componentes de un panel a otro. 65

Figura 22: Modelo lineal de ensamblaje de K.Ulrich, se extraen las fases de definición de requerimientos. 66

Figura 23: Tabla de necesidades de usuario o "User History", ver Anexos E. 67

Figura 24: Matriz de interdependencias. Ver Anexos C. 67

Figura 25: Esquema global del ciclo de juego de Quesix. 68

Figura 26: Esquema (Wireframe) general de las funcionalidades presentes en Quesix. 69

Figura 27: Esquema (Wireframe) especifico, destinado a definir las vistas y elementos de interacción. 69

Figura 28: Tablero de referentes, se extraen inicialmente paleta de colores. 70

Figura 29: Referente principal de estilo visual de Interfaz de usuario. 71

Figura 30: Referente de los elementos o estilos que se destinan para generar la iconografía. . 71

Figura 31: Maqueta inicial de alta fidelidad, diseño de Quesix en su versión móvil. 72

Figura 32: Maqueta inicial de alta fidelidad, diseño de Quesix en su version de escritorio. 72

Figura 33: Espacio de trabajo en el motor de desarrollo Unity. 73

Figura 34: Entorno de desarrollo en el motor de desarrollo de juegos Godot Engine. 74

Figura 35: Espacio de programación por bloques, en el motor de desarrollo de juegos Stencyl. 75

Figura 36 Unity permite el desarrollo de escenas de alta fidelidad como proyectos de gráficos 2D y 3D de menos exigencia. 75

Figura 37: Elementos de GUI finales para el juego Quesix. 76

Figura 38: SpriteSheet (Tabla de Sprites) para la integración de los gráficos en el juego. 76

Figura 39: Spritesheet optimizado para utilizar el mayor espacio disponible. 77

Figura 40: Diseños de iconos finales del juego Quesix. 77

Figura 41: Bosquejos e ilustraciones para el diseño de los modelos 3D. 78

Figura 42: Refinamiento de conceptos, presentación y selección de las mejores ideas para su diseño 3D posterior. 79

Figura 43: Entorno de trabajo del software de modelado tridimensional Blender 3D. 79

Figura 44: Propuesta base de baja resolución para bloques del tablero. 80

Figura 45: A) Vista isométrica frontal, y proyeccion del mapa UV del cuerpo de la nave. B) Vista isometrica posterior de la nave y proyeccion UV de los componentes secundarios. 80

Figura 46: Resultado final del modelo de la nave, con texturizado y materiales aplicados. 81

Figura 47: Modelo de la trampa, representación temporal en el entorno de modelado 3D Blender. 81

Figura 48: Renderización de maqueta del apartado visual del tablero, se espera poder replicar la calidad visual en el motor de juego. 82

Figura 49 Maqueta visual, implementación en el motor de juego, sin iluminación aplicada. 82

Figura 50: Diseño de la escena del juego, integrado completamente los elementos tridimensionales..... 83

Figura 51: Estilos y formatos en los cuales el instructivo este diseño, se aprovechan los elementos gráficos de la interfaz. 84

Figura 52: Pagina del instructivo, muestra de los elementos del juego. 84

Figura 53: Escala de métodos y herramientas para la medición de experiencias de usuario. ver anexos H. 86

Figura 54: Aspectos a considerar al realizar análisis de carácter cualitativo, modelo para articular preguntas de interés..... 87

Figura 55: Proceso para el diseño y la planificación de estudios de usabilidad, creado por K. Gallego. 90

Figura 56: Rediseño del prototipo, optimizado para el proceso de validación con el usuario. 94

Figura 57: formulario para la evaluación de usuario posterior al recorrido, realizado en Google Forms. 95

Figura 58: Tiempos en el desarrollo de cada fase. 1) Tiempo en los menús. 2) Tiempo en

responder preguntas. 3) Tiempo en la fase de programación y corrección. 96

Figura 59: Escala SUS en función del tiempo promedio de duración de la experiencia, datos indican que no una interdependencia clara al respecto. 96

Figura 60: Árbol de conceptos descubiertos mediante el análisis cualitativo. Ver Anexos D. 97

Figura 61: Ejemplo de objeto concepto y los codigos asociados. 98

Figura 62: Núcleo del marco de pensamiento para la creación del sistema de diseño. Ver Anexos I. 101

Figura 63: Vista general de los elementos de interfaz y estética de diseño de raylib. 102

Figura 64: Estructura del modelo de caja, utilizado en web, aplicaciones y videojuegos. 103

Figura 65: Componentes en el sistema de diseño de Google "Material Design" 103

Figura 66: Apple "Human Interface Guideline", Sistema de diseño de Apple. 104

Figura 67: Microsoft "Fluent Design System", Sistema de diseño de Microsoft, centrado en la accesibilidad. 104

Figura 68: Estructuras que conforman el modelo de diseño atómico. 105

Figura 69: presentación de STEM UI, kit de UI en base a los principios definidos y el proyecto Quesix. 107

Figura 70: Estructura de capas y contenedores, los componentes del contenedor no se sobreponen excepto si se encuentran en capas distintas. 108

Figura 71: definición de guías de estilos para un kit de UI, son guías específicas de cómo se debe ver los elementos. 110

Figura 72: Estructura del uso de colores para los componentes de interacción en un fondo o componente oscuro. 111

Figura 73: Tipografía utilizada y las escalas de tamaño para los contextos de uso. 112

Figura 74: Componentes de interacción.Toggles. Cajas de chequeo (Checkbox). Botones radiales (Radial Button). 112

Figura 75:Rediseño de botones para los elementos del STEM UI..... 113

Figura 76: Restricción en la resposividad, en entornos de escritorios se considera para aumento de escalas en el eje horizontal. 113

Figura 77: Publicación de STEM UI en la plataforma Itch.io. 114

Figura 78: Extracto de licencia MIT, para la distribución del UI kit de forma Open Source. 115

Figura 79: Publicación de STEM UI en la plataforma Github, bajo un enfoque open source. 115

Figura 80: Mapa de la publicación de funcionalidades (features). Elementos que se plantean integrar a futuro. 116

Figura 81:Esquema de tablero. Desigualdad al comienzo del juego, el equipo 1 tiene una ventaja relativa al equipo 2. 118

Figura 82: Mapa de implementaciones, trabajos futuros que derivan del STEM UI y Quesix. . 121

Figura 83: Implementación de "Rocket Path", juego móvil orientado al pensamiento computacional en móviles con un enfoque arcade. 122

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Requerimientos base del juego Quesix en su versión digital. 62

Tabla 2: Lista de elementos 3D que se diseñaron y sus requerimientos correspondientes. 78

Tabla 3: Clasificación de elementos de interacción por tipo de contenido y según actividad. Se ejemplifica el tipo de componente en el rango de la clasificación. 109

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual, cada vez más caracterizada por el cambio, el desarrollo en las tecnologías, la información y la comunicación, requiere de nuevas competencias para enfrentar estos desafíos del mundo. La forma en la que se enseña y las asignaturas por separado no logran responder a esta necesidad. Se requieren programas con enfoque activo, que fortalezcan el pensamiento crítico, la colaboración y la creatividad. Los estudiantes deben desarrollar competencias para vivir y trabajar en un entorno en constante transformación y para puestos de trabajo que aún no existen.

Actualmente el sistema educacional chileno no incentiva la enseñanza del pensamiento computacional en la enseñanza básica, tomando en consideración el currículum de sexto básico del ministerio de educación (MINEDUC, 2021) y además los conocimientos de STEM (acrónimo de los conceptos en ingles *science, technology, engineering and mathematics*) son bajos, en particular en áreas de matemáticas. Un grupo de profesores y profesionales de la Universidad Técnica Federico Santa María, idearon durante el primer

semestre del año 2020 un juego de mesa llamado Quesix, con el fin de abordar estas falencias.

Como se comentó, Quesix es un juego de mesa con modalidad semi-unplugged (referido a una categoría de juego de mesa que no depende de estar conectado), que además impacta las asignaturas más débiles del currículum de 6to básico (matemática, lenguaje y ciencias).

Dada la emergencia sanitaria originada por la pandemia Covid-19 a nivel mundial en el año 2020, se ha provocado la paralización de un sinnúmero de actividades cotidianas, entre ellas las clases presenciales en los establecimientos educacionales, generando un impacto en el cómo los estudiantes de educación parvularia, básica, media y universitaria participan en sus actividades curriculares.

Hay que considerar que según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) los niños menores de 18 años representan cerca del 8,5% de los casos notificados y registran un número relativamente bajo de muertes en comparación con otros grupos de edad, y suelen presentar una enfermedad leve. No obstante, se han dado casos de pacientes críticos. Por ello es no menor que las medidas que se deban tomar, en primer lugar, resguarden la salud de los niños y sus familias por sobre la educación presencial.

Premisa del proyecto

Existe una gran brecha entre los modos de enseñar y desarrollar pensamiento computacional durante la enseñanza primaria y secundaria. Las soluciones actuales, por ejemplo: SCRATCH, LOGO fueron concebidas para el desarrollo de pensamiento computacional independiente del cumplimiento de otros objetivos educativos. En Chile el pensamiento computacional, si bien está definido en el currículum nacional del MINEDUC (s. f.), no se encuentra integrado dentro del currículum académico completamente, aun así, existen variadas iniciativas independientes que están buscando desarrollar el pensamiento computacional en el país, de las cuales se destacan "*Aprendo a programar*" de CODE.ORG (2018) y más recientemente el de Jóvenes Programadores (2021).

Quesix busca mejorar el pensamiento computacional de niños y niñas a través de un juego de mesa que permite mover un avatar en un tablero y ganar recursos, siempre y cuando se resuelvan problemas del currículum de sexto básico.

Figura 1: Prototipo Quesix en su versión de tablero.

El objetivo del juego Quesix es recolectar los seis quesos que están repartidos de forma aleatoria en un tablero de ocho filas por ocho columnas, evitando las trampas y resolviendo problemas de matemáticas, ciencias y lenguaje para poder moverse.

A fin de poder llevar a cabo la experiencia de juego en este nuevo contexto, surge el requerimiento de portar y rediseñar el proyecto Quesix desde un juego de mesa presencial a un juego de carácter digital y multijugador.

El proyecto de un juego de mesa en concreto trae consigo varias interrogantes sumado a las propias complejidad del propio juego base, algunas interrogantes que se pueden registrar son por ejemplo: cómo se puede desarrollar el pensamiento computacional en la educación básica mediante una experiencia online, qué dinámicas se pueden mantener desde la experiencia original y cuáles van a requerir cambios, habrá que agregar nuevas características, que implica tener una experiencia online, existen juegos o experiencias digitales que ya hayan abordado el pensamiento computacional en niños de forma lúdica.

Enfoque de la Memoria

Ya comprendido a grandes rasgos el contexto en el cual se enmarca la labor de crear un juego digital dirigido a enseñar el pensamiento computacional en niños de educación primaria. En esta etapa se plantean las hipótesis que van a dirigir la primera fase de investigación y consolidarán la base teórica del proyecto, que a su vez darán pasos a los objetivos de la investigación.

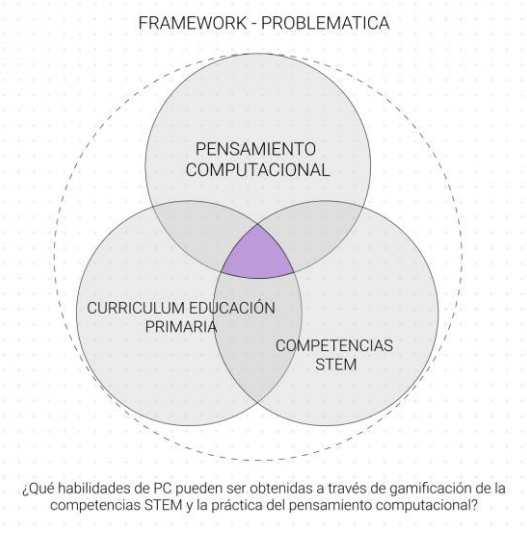


Figura 2: Planteamiento de hipótesis proyectual.

Tal y como se observa la figura anterior el área problemática que aborda el proyecto Quesix ya consolidado en su versión física está articulado en conjunción de 3 áreas teóricas específicas. El pensamiento computacional como un área crítica a fomentar y que requiere especial atención, debido a que no se encuentra en el perfil curricular de educación básica. La propia área curricular existente, es de principal interés que no exista un conflicto con lo que actualmente se enseñan en el aula de clases y ojalá los proyectos permitan suplir las deficiencias que hay en las metodologías o formas en las cuales se imparten los conocimientos, permitiendo integrar de forma continua el uso de tecnologías y mejorar la calidad en la educación. Las áreas STEM pueden dotar de significado y ser el medio por el cual se aterrizan los problemas abstractos que se suelen presentar en clases, acercando problemas con un carácter concreto y cercanos al interés de los alumnos.

Hipótesis

Inicialmente se toma la hipótesis de investigación que dio origen al proyecto Quesix,

que aborda **cómo se puede vincular el pensamiento computacional con la enseñanza de contenidos curriculares**, sobre todo el campo de las ciencias y las matemáticas, por ende, puede ser integrado sin tanta dificultad en el programa de enseñanza básica.

El pensamiento creativo está presente en el pensamiento computacional en la medida que se dote de significado a una problemática real y presente una serie de desafíos creíbles al estudiante.

El interés y la participación de los jóvenes está asociado al significado y a la calidad de la experiencia, cuando ellos logren y sientan que están resolviendo un problema real, es un problema de inmersión más que uno de motivación.

Dotar de significado a una actividad que es considerada un juego tiene implicaciones que están vinculadas al quehacer del diseño, tanto el diseño de juegos como un diseño de experiencia. Por un lado, Quesix debe presentar un desafío intelectual el cual debe ser descifrado poco a poco, sin atormentar al jugador, presentar una escala de aprendizaje considerable mientras que no es abrumador con la cantidad de contenido presentado. Desde la experiencia debe ser familiar y creíble, poder asociar con alguna actividad familiar y generar sensación de control en la medida que se comprende Quesix como un juego cooperativo.

Interrogantes

Las interrogantes de investigación surgen como variables que deben ser respondidas o refutadas para sustentar la hipótesis y dotar a los objetivos de investigación. Para esta memoria se presentan los siguientes cuestionamientos:

¿Qué habilidades del pensamiento computacional pueden ser obtenidas a través de la gamificación de las competencias STEM y la práctica del pensamiento computacional?

¿Los videojuegos son más entretenidos que estudiar o actividades académicas?

¿Los estudiantes llegan a considerar el pensamiento computacional como una actividad creativa?

¿Importa que la experiencia sea consistente y tenga algún significado, en la medida que sea un factor que afecte a la motivación de los participantes y por ende al pensamiento computacional?

Objetivo general

Investigar, diseñar y apoyar en la implementación de una solución consistente con el fomento del pensamiento computacional en estudiantes de educación básica.

Objetivos particulares

- Comprender las necesidades de los estudiantes respecto al pensamiento computacional en un ámbito académico, comprender su contexto y limitaciones en un espacio de aprendizaje.
- Recopilar soluciones y referencias que dan respuesta a las necesidades estudiadas.
- Proponer el rediseño una solución basada en el levantamiento de requerimientos, dado el ámbito de estudio y las heurísticas para la ludificación en el aula.
- Validar la solución con usuarios, con el fin obtener potenciales ajustes y mejoras en la implementación de la interfaz y fallos críticos en la experiencia.
- Articular un marco de referencia para el diseño de proyectos que involucren el fomento del pensamiento computacional en contextos escolares.

CAPÍTULO 1 - MARCO TEÓRICO

1.1 Educación en chile

La educación en Chile se divide en cuatro fases: parvularia, básica, media y superior, de los cuales la básica y media son obligatorios. La educación chilena está regida por la Ley General de Educación (LGE) de 2009, sucesora de la Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza (LOCE).

Los niveles parvulario, básico y medio del sistema de gobierno, así como los centros de formación técnica de gobierno superior están regulados y vigilados por el Ministerio de Educación o MINEDUC.

Los derechos a la educación y a la libertad de enseñanza están resguardados en la Constitución Política de la República; sin embargo, para tener reconocimiento legal, los establecimientos particulares deben cumplir con los objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios, prescritos por los artículos 15 a 20 de la ley LOCE. Dichos requisitos y normas son establecidas por el Ministerio de Educación.

En el año 2013 se reportó que más de 800 escuelas municipales cerraron y apenas el 36 % de los alumnos está inscrito en colegios públicos. Y en las últimas décadas, ha habido dos grandes olas de manifestaciones relacionadas con el manejo de la educación en el país: en 2006 y 2011 esta última se vio inmersa en un año de profunda y activa protesta social en el país en distintos ámbitos. Sin embargo, según ha sido informado por el Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA, 2016), en 2016 Chile tiene la tasa de escolarización en educación superior más alta de Latinoamérica equiparable a países como Australia y superior a Estonia o Gran Bretaña, además de figurar como el país con la mayor cobertura del quintil más pobre, y un nivel de desigualdad reducido comparado a países como Uruguay o Brasil.4

Educación básica

La Educación General Básica (EGB) es el nombre que recibe el ciclo de estudios primarios obligatorios en varios países (Chile, Costa Rica y Ecuador). En algunos, como España y Argentina, se trata de un sistema educativo antiguo que ya ha sido sustituido por otros.

La **Educación General Básica (EGB)** corresponde al ciclo inicial de estudios escolares desde 1965. En 1920 la legislación chilena había establecido la obligatoriedad de cursar 4 años de escolaridad mínima. En 1929 este mínimo es aumentado a 6 años. Finalmente, en 1965 se establece la obligatoriedad del nivel básico, cuya duración actual es de 8 años divididos en 2 ciclos y 8 grados (entre 6 a 14 años de edad ideal)

- **Ciclo I**: 1°, 2°, 3° y 4º año o grado de escolarización.
- **Ciclo II**: 5°, 6°, 7° y 8° año o grado de escolarización.

Finalizados los estudios en la EGB, el estudiante puede ingresar a la educación media (cuya duración total es de 4 años, con 2 ciclos de 2 años cada uno), optando por una de las dos modalidades: Técnico-Profesional (EMTP) y Científico-Humanista (EMHC). Ambas modalidades habilitan para el ingreso a la educación superior (previa aprobación de procesos de selección universitaria).

El proyecto Quesix aborda una problemática en el contexto del ciclo II del EGB adoptando un rango de edad del estudiante entre los 11 y los 15 años de edad.

La Educación Básica es el segundo nivel de la educación formal. Actualmente, alrededor de 1.981.000 niños y niñas están en alguno de los cursos de este nivel. Cerca de 8.600 establecimientos educacionales imparten algún curso de Educación Básica. En este nivel, se desarrolla una formación integral para los y las estudiantes, abordando las dimensiones física, afectiva, cognitiva, social, cultural, espiritual y moral.

Según la Ley General de Educación, *Ley 20370* (MINEDUC, 2009) que rige el sistema educacional chileno durante la Educación Básica los y las estudiantes deben, entre otros aprendizajes, desarrollar una autoestima positiva y conciencia de sí mismo, aprender a trabajar individualmente y en equipo, desarrollar su responsabilidad y tolerancia a la frustración, pensar en forma reflexiva y desarrollar su creatividad.

1.2 Las habilidades del siglo XXI

Basados en el currículum nacional, la existencia y el uso de la tecnología en el mundo global, multicultural y en constante cambio, ha determinado nuevos modos de acceso al conocimiento, de aplicación de los aprendizajes y de participación en la sociedad. Estas necesidades exigen competencias particulares, identificadas internacionalmente como Habilidades para el siglo XXI, y responden a los diversos requerimientos del mundo de hoy, como el aprendizaje de nuevas maneras de pensar, de aprender, de relacionarse con los demás, de usar la tecnología, de trabajar, de participar en el mundo, de desarrollarse personalmente, de comunicarse y de desarrollar la creatividad, entre otras.

Estas Bases Curriculares consideran estas habilidades para el siglo XXI como un foco formativo central que propende a la formación integral de los estudiantes; corresponden a un marco de habilidades, conocimientos y actitudes transversales a todas las asignaturas. A partir de este marco, cada una de las asignaturas define sus propias habilidades disciplinares. Es en las

asignaturas donde las dimensiones que integran las habilidades para el siglo XXI cobran sentido, al utilizarse de manera concreta y situada en función de aprendizajes específicos definidos para cada una. A su vez, estas habilidades son transferibles a otros contextos, de manera que se constituyen en un aprendizaje para la vida.

Creatividad e innovación: Las personas creativas poseen habilidades de pensamiento divergente, incluyendo producción de ideas, fluidez, flexibilidad y originalidad. El pensamiento creativo implica la apertura a diferentes ideas, perspectivas y puntos de vista, ya sea en la exploración personal o en el trabajo en equipo. La creatividad se asocia a una gama de conocimientos y habilidades que incluye el pensamiento científico, el emprendimiento, el pensamiento de diseño y la matemática, además del arte y la música, a los que comúnmente se ha asociado. La enseñanza para la creatividad implica asumir que el pensamiento creativo puede desarrollarse en varios niveles: imitación, variación, combinación, transformación y creación original. Por ello, es importante que los docentes consideren que, para lograr la creación original, es necesario haber desarrollado varias habilidades y que la creatividad también puede enseñarse mediante actividades más acotadas según los diferentes niveles. (Fadel et al., 2016).

Pensamiento crítico: El pensamiento crítico permite discriminar entre informaciones, declaraciones o argumentos, evaluando su contenido y pertinencia. Favorece el pensamiento sistémico y pone en juego métodos de razonamiento orientados a la solución de un problema y la formulación de preguntas estratégicas para ello. También favorece la habilidad de analizar, identificar patrones, sintetizar, relacionar, hacer inferencias, interpretar, evaluar, articular y explicar información. Esto permite cuestionar dicha información, tomar decisiones y emitir juicios, como asimismo reflexionar críticamente acerca de diferentes puntos de vista, tanto de los propios como de los demás, ya sea para defenderlos o contradecirlos sobre la base de evidencias. El juicio crítico contribuye, además, a la autorreflexión y corrección de errores, y favorece la capacidad de estar abierto a los

cambios y de tomar decisiones razonadas. El principal desafío en la enseñanza del pensamiento crítico es la aplicación exitosa de estas habilidades en contextos diferentes de aquellos en que fueron aprendidas. (Fadel et. al., 2016).

Metacognición: Corresponde al concepto de "aprender a aprender". Se refiere a ser consciente del propio aprendizaje y de los procesos para lograrlo, lo que permite autogestionar con autonomía, adaptabilidad y flexibilidad. El proceso de pensar acerca del pensar involucra la autorreflexión sobre la posición actual, fijar los objetivos a futuro, diseñar acciones y estrategias potenciales, monitorear el proceso de aprendizaje y evaluar los resultados. Incluye tanto el conocimiento que se tiene sobre uno mismo como estudiante o pensador, como los factores que influyen en el rendimiento. La reflexión acerca del propio aprendizaje favorece su comunicación, por una parte, y la toma de conciencia de las propias capacidades y debilidades, por otra. Desde esta perspectiva, desarrolla la autoestima, la disciplina, la capacidad de perseverar y la tolerancia a la frustración.

1.3 Educación STEM

El término STEM, por sus siglas en inglés, es el acrónimo de los términos *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). Es un área que continúa creciendo ya que los egresados de estos campos tienen alta demanda en el mercado laboral. El campo ha registrado un crecimiento del 17% en la última década, según el Departamento de Comercio en los Estados Unidos.

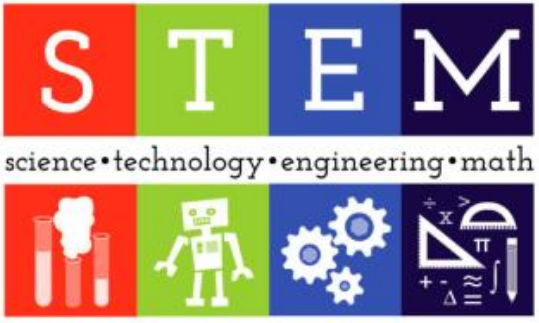


Figura 3: áreas que abordan las metodologías STEM en las aulas.

Ha sido tanta la popularidad de las áreas STEM en los últimos años que han empezado a surgir diferentes vertientes: STEAM, por ejemplo, donde la “A” es para las Artes, o ST2REAM donde “T2” es por enseñanza o instrucción temática (*teaching o thematic instruction*, en inglés), “R” por Lectura (*reading*) y “A” por artes. Aun así, la premisa sigue siendo la misma, hacer que los estudiantes aprendan sobre pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad, innovación, investigación, colaboración y liderazgo.

Según reportes de Linkedin (2020), actualmente el 20 % de los trabajadores jóvenes están interesados en empleos de áreas STEM. Se estima que en Europa en el año 2020 será necesario cubrir un millón de puestos relacionados con ciencia y tecnología (CEDEFOP, 2016). Además, los salarios de los egresados de carreras STEM generalmente son más altos que la media de todos los empleos.

Se ha comprobado que la metodología de proyectos tiene un alto impacto en los estudiantes:

- Más motivación, curiosidad y placer en la tarea
- Aprendizajes relevantes y aplicables
- Aprendizaje más profundo y a largo plazo
- Mayor interacción con adultos y organizaciones: interés en futuro laboral
- Solución de Problemas: Pensamiento crítico
- Mejor clima de aula: colaboración y trabajo en equipo
- Uso de tecnología y creatividad.

1.4 Alfabetización Digital

Alfabetismo digital traducido desde el inglés *Digital literacy o Digital capabilities,* también conocido como alfabetización digital y alfabetización multimedia. La alfabetización digital es la capacidad de una persona para realizar diferentes tareas en un ambiente digital. Esta definición genérica engloba muchos matices ya que incluiría la habilidad para localizar, investigar y analizar información usando la tecnología, así como ser capaces de elaborar contenidos y diseñar propuestas a través de medios digitales. La alfabetización digital debe entenderse no sólo como un medio sino también como una nueva forma de comunicación y de creación y comprensión de la información. Este concepto fue desarrollado por

Gilster (1997) en su libro *Digital literacy* considerando el impacto que puede llegar a tener el uso de internet en diversos ámbitos. Si bien Gilster proporciona algunas notas generales sobre el trabajo con enlaces e hipertexto, pero no hay una descripción completa de la alfabetización hipermedia. El autor utiliza el término "alfabetización digital" para referirse a la capacidad de navegar por Internet para recopilar información, pero la alfabetización digital está, de hecho, relacionada con cuestiones más profundas de las habilidades conceptuales, cognitivas y de razonamiento.

Autores posteriores (Travieso & Ribera, 2008) centran la problemática de la alfabetización digital con la brecha social y la brecha digital, si bien no son lo mismo, sí están íntimamente relacionadas, ya que existen programas dirigidos a la población en estado de vulnerabilidad o socialmente marginada, pero éstos no acceden a ellos debido a que la gestión de estos se lleva a cabo online. De acuerdo con la evolución tecnológica, el término alfabetización se clasifica en dos principales: la informacional y la digital. La primera se refiere a los conocimientos y habilidades que tiene una persona para ubicar información en diversos formatos (presenciales, textos, audiovisuales, entre otros), pero no digitales y menos aún con relación a las Tecnologías de la información y comunicación (ahora referido como TIC), de las cuales se ocupa la digital.

El estudio "*Programme for International Student Assessment"* (PISA) de la OCDE (2016), encontró que los adolescentes más ricos tenían más probabilidades de usar Internet para buscar información o leer noticias en lugar de chatear o jugar videojuegos. Según el estudio en 2012, los estudiantes desfavorecidos pasaron al menos tanto tiempo en línea como sus pares más ricos, en promedio de los países de la OCDE. Y en 21 de 42 países y economías, pasaron más tiempo en Internet.

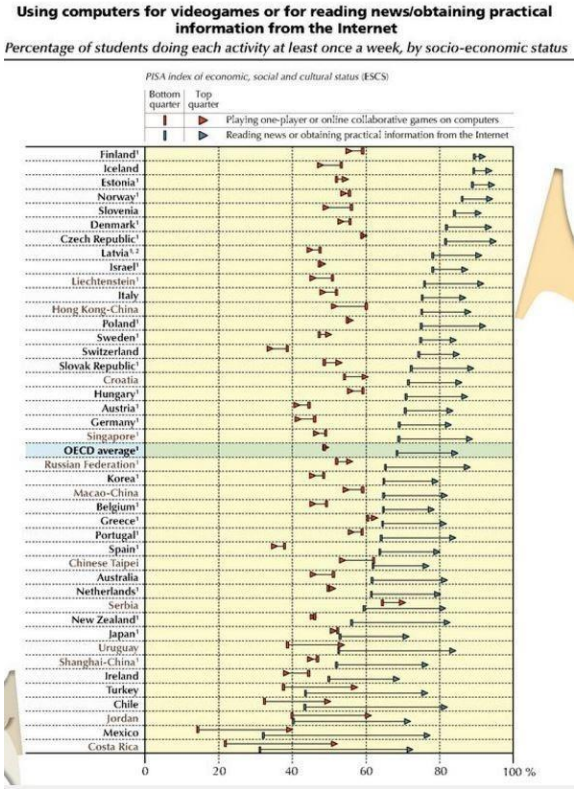


Figura 4: Diferencias en el uso de intenten en países de la OCDE, comparativa entre personas de ingresos bajos y altos.

Como se observa en la figura, en algunos países de ingresos bajos y medianos, los adolescentes más desfavorecidos sólo pueden conectarse a Internet en la escuela, si es que lo hacen. Esto se aplica al 50% de los estudiantes en Turquía, al 45% en México, al 40% en Jordania y al 38% en Chile y Costa Rica.

El reporte concluye que “es posible que no tengan el conocimiento o las habilidades necesarias para convertir las oportunidades en línea en oportunidades reales”. Análisis posteriores de Hutt (2016), los esfuerzos deben estar enfocados, en si bien, en seguir reducir las brechas y la accesibilidad a internet, también enfocar los esfuerzos a alfabetizar digitalmente a jóvenes estudiantes.

Autores actuales como Prieto (2019), que a su vez se basa en trabajos de la Dra. Yuhyun Park (2016) derivan nuevos conceptos como Inteligencia Digital que agrupa habilidades y conocimientos necesarios para desarrollar la Alfabetización digital. Para el autor, la inteligencia digital es el conjunto de habilidades sociales, emocionales y cognitivas que permiten a los individuos hacer frente a los retos y adaptarse a las exigencias de la vida digital. Estas habilidades en términos generales se pueden dividir en ocho áreas interconectadas:

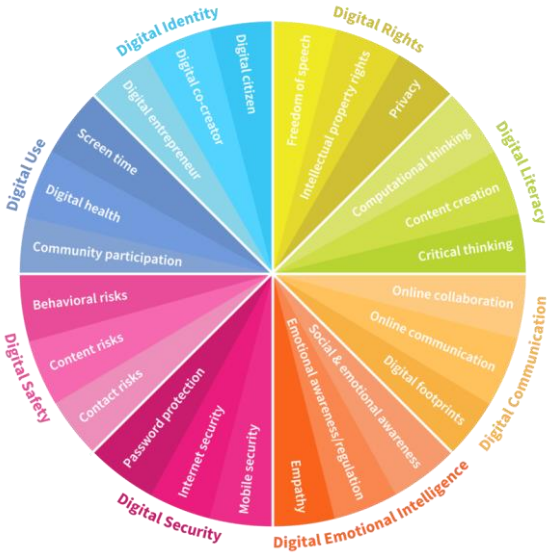


Figura 5: Dimensiones de la inteligencia computacional.

La identidad digital: La capacidad para crear y gestionar la propia identidad en línea y la reputación. Esto incluye una toma de conciencia de la propia identidad en línea y la gestión de los efectos a corto plazo ya largo plazo de la presencia en línea.

El uso digital: La capacidad de utilizar dispositivos y medios digitales, incluyendo el dominio de control, a fin de lograr un equilibrio saludable entre la vida en línea y fuera de línea.

Protección digital: La capacidad para gestionar, evitar y limitar los riesgos en línea (por ejemplo, el ciberacoso, el aseo, la radicalización), así como contenido problemático (por ejemplo, la violencia y la obscenidad).

Seguridad digital: La capacidad de detectar las amenazas informáticas (por ejemplo, la piratería, estafas, software malicioso), para comprender las mejores prácticas y utilizar herramientas de seguridad adecuadas para la protección de datos.

Inteligencia emocional digital: La capacidad de ser empático y construir buenas relaciones con los demás en línea.

La comunicación digital: La capacidad de comunicarse y colaborar con otras personas que utilizan tecnologías y medios digitales.

La alfabetización digital: La capacidad de encontrar, evaluar, utilizar, compartir y crear contenido, así como la competencia en el pensamiento computacional.

Los derechos digitales: La capacidad de comprender y respetar los derechos personales y legales, incluidos los derechos a la privacidad, la propiedad intelectual, la libertad de expresión y la protección de las expresiones de odio.

1.5 Pensamiento computacional

En el año 2006 la doctora Jeannette M. Wing, profesora del Departamento de Computación de la Universidad de Carnegie Mellon, utilizó el término Pensamiento Computacional en un artículo queriendo describir cómo piensa un científico de computadoras y lo beneficios que, esta forma de pensar podría tener en todas las personas (Wing, 2006, 2010). Wing definió el Pensamiento Computacional de la siguiente manera:

> "El proceso de pensamiento envuelto en formular un problema y sus soluciones de manera que las soluciones son representadas de una forma en que pueden ser llevadas a un agente de procesamiento de información."

Los estudiantes, tendrán la necesidad de aprender y practicar las habilidades del PC para poder utilizar las nuevas tecnologías y confrontar los desafíos del Siglo XXI.

Phillips (2009) lo describe como "la integración del poder del pensamiento humano con las capacidades de las computadoras". En los últimos años el Pensamiento Computacional, ha sido descrito por Wing, ha tenido influencia en las investigaciones de los campos estudios relacionados a entender y desarrollar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En el artículo *Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone*, Barr, Harrison y Conery (2011) explican que el Pensamiento Computacional, que definió Wing, envuelve conceptos conocidos como:

1. Descomposición de problemas.
2. Representación de datos.
3. Modelos.

Y otros no tan conocidos como:

1. Búsquedas binarias.
2. Recursión.
3. Paralelización.

Según el Pensamiento Computacional estas destrezas son similares y necesarias para la solución de una ecuación, planificar un proyecto o desarrollar un bosquejo para una tarea escrita. Según la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación y la Asociación de Maestros de Ciencias de Computadoras (ISTE y CSTA, por sus siglas en inglés, 2011) el Pensamiento Computacional es un proceso para la solución de problemas que incluye, pero no se limita a:

- La formulación de problemas de forma que se pueda usar una computadora y otras herramientas para ayudar a resolverlos.
- Analizar y organizar los datos de forma lógica.
- Representar los datos de forma abstracta como modelos y simulaciones.
- Automatizar la solución con pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados)
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con la meta de lograr la más eficaz y eficiente combinación de pasos y recursos.
- Generalizar y transferir este proceso de solución de problemas a otros problemas.

Para lograr esto, los estudiantes, deben tener una serie de destrezas que incluye (ISTE y CSTA, 2011):

- Confianza al trabajar con la complejidad.
- Persistencia al trabajar con problemas difíciles.
- Tolerancia a la ambigüedad.
- Habilidad para lidiar con problemas abiertos y cerrados.
- Habilidad para comunicarse y trabajar con otros para lograr una meta en común y soluciones.

Existe debate entre cuales son las diferencias entre el Pensamiento Crítico y el Pensamiento Matemático en comparación con el Pensamiento Computacional. Según Barr, Harrison y Conery (2011) el Pensamiento Computacional:

Es una combinación de destrezas de pensamiento única, que cuando se usan juntas, proveen la base para una nueva y poderosa forma de resolver problemas.

Utiliza otras formas de solucionar problemas en contextos donde antes era impráctico y ahora es posible por la automatización y las grandes velocidades de procesamiento.

Según comenta Shaya Zarkesh (2020) en su publicación en *medium* sostiene que “Un pilar principal del pensamiento computacional es la

capacidad de buscar patrones, principalmente probando casos más pequeños. Un estudiante con buenas habilidades de pensamiento computacional no se limitaría a sentarse y mirar el problema, esperando que se le ocurra una fórmula. Tampoco atraerán a veinte personas e intentarán realizar un seguimiento de cada apretón de manos que ocurra. No, comienzan con 1 persona, luego 2 personas, luego 3, y así sucesivamente."

1.5.1 Rol del profesor dentro del aprendizaje computacional

Se considera el rol que el profesor ha jugado basados en las implementaciones de carácter tecnológico, mediador, diseñador o evaluador

Cristián Cox (2018) sostiene que el mundo de la educación está a la búsqueda de cómo formar buenos docentes, donde deben ser capaces de producir una enseñanza a la altura de los requerimientos del siglo XXI (basados en las competencias). Los nuevos requerimientos son más altos y complejos. Hay una redefinición sobre lo que el docente debe saber y ser capaz de hacer, pero además no se le entregan los incentivos necesarios. En ese marco, las instituciones formadoras han estado atrasadas. Y en nuestra parte del mundo se está muy atrasado, sostiene. Por ello es fundamental que el diseño y el desarrollo desde el campo de las tecnologías y las ingenierías deberían estar al servicio y al apoyo de los profesores y profesionales de la educación.

1.5.2 Investigaciones enfocados en el pensamiento computacional

Los artículos presentados por J. Olmo, R. Cózar & J. González (2020), muestran una implementación sistémica de la inclusión del pensamiento computacional (PC) en el aula. Se destaca el enfoque en los primeros años de educación básica. Lo destacable del estudio es que exploran el eventual beneficio de un enfoque mixto que combine actividades tanto desconectadas (no se realizan con dispositivos digitales) como conectadas.

La metodología que implementan los autores (Olmo et al., 2020) en el experimento, presentan una evaluación previa, en mitad y posterior a la prueba, utilizando preguntas basadas en las

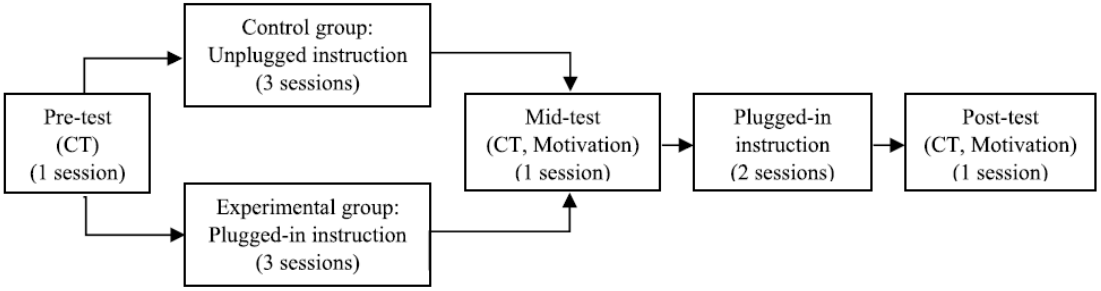


Figura 6: metodología aplicada en el experimento para el aprendizaje computación, dividido en cinco etapas de izquierda a derecha: pre-testeo, control desconectado y conectado, testeo intermedio, sesión de control conectado y test posterior.

preguntas de code.org (2018). La parte inicial crean dos grupos de control en la cual participan en actividades desconectadas y conectadas respectivamente, en la segunda fase ambos grupos de control realizan una sesión conectada.

De los elementos que se pueden destacar de esta metodología y que los autores recalcan son:

- Evalúan el pensamiento computacional (PC) de formas que sean independientes de la plataforma y las tecnologías usadas.
- Evaluar el PC de los estudiantes de quinto grado tanto en entornos cotidianos como de programación.
- El análisis psicométrico del instrumento muestra una alta calidad debido a su metodología.

1.5.3 proyectos enfocados en el pensamiento computacional

Scratch: Es una de las herramientas más populares en el entorno educativo.

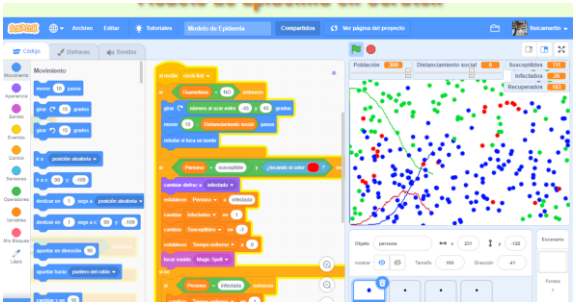


Figura 7: Herramienta de programación Scratch.

Scratch por definición es un lenguaje de programación visual por bloques. Permite la introducción al pensamiento computacional y la expresión creativa de ideas mediante la creación de animaciones interactivas. Es un software gratuito desarrollado por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) en el año 2007.

code.org: Es una fundación internacional sin fines de lucro dedicada a ampliar el acceso a las ciencias de la computación en las escuelas y aumentar la participación de las mujeres y las minorías que no están suficientemente representadas. Propone y genera tutoriales, material y cursos para el desarrollo del PC. Incluye noticias, manuales, materiales y recursos muy interesantes en esta temática.

1.6 Teoría para el diseño juegos

1.6.1 La teoría de juegos

Es un área de la **matemática aplicada** que utiliza modelos para estudiar interacciones en estructuras formalizadas de incentivos (los llamados «juegos»). La teoría de juegos se ha convertido en una herramienta sumamente importante para la teoría económica y ha contribuido a comprender más adecuadamente la conducta humana frente a la toma de decisiones. Sus investigadores estudian las estrategias óptimas, así como el comportamiento previsto y observado de individuos en juegos. Tipos de interacción aparentemente distintos pueden en realidad presentar una estructura de incentivo similar y, por lo tanto, se puede representar mil veces conjuntamente un mismo juego.

Desarrollada en sus comienzos como una herramienta para entender el comportamiento de la economía, la teoría de juegos se usa actualmente en muchos campos, como en la biología, sociología, politología, psicología, fil osofía y ciencias de la computación.

Experimentó un crecimiento sustancial y se formalizó por primera vez a partir de los trabajos de John von Neumann y Oskar Morgenstern, antes y durante la Guerra Fría, debido sobre todo a su aplicación a la estrategia militar, en particular a causa del concepto de destrucción mutua garantizada. Desde los setenta, la teoría de juegos se ha aplicado a la conducta animal, incluyendo el desarrollo de las especies por selección natural. A raíz de juegos como el dilema del prisionero, en los que el egoísmo generalizado perjudica a los jugadores, la teoría de juegos ha atraído también la atención de los investigadores en informática, usándose en inteligencia artificial y cibernética.

1.6.2 Juegos deterministas y estocásticos

En matemáticas y física, se denomina sistema determinista a aquel en que el azar no está involucrado en el desarrollo de los futuros estados del sistema (Darling, 2016). En cambio, se denomina a un sistema estocástico al sistema cuyo comportamiento intrínseco es no determinista es decir no se puede determinar su estado final independiente del estado inicial. Un proceso estocástico es aquel cuyo comportamiento no es determinista, en la medida en que el subsiguiente estado del sistema se determina tanto por las acciones predecibles del proceso como por elementos aleatorios.

Un modelo determinista producirá siempre la misma salida a partir de las mismas condiciones de partida o el estado inicial (Meiss, 2007). En el contexto del desarrollo mecánico de videojuegos y principalmente en el diseño de juegos de mesa, se definen una mecánica es determinista cuando el jugador puede predecir los resultados de una acción o serie de acciones a partir de un estado inicial y las condiciones que permitan sus acciones, en cambio una mecánica estocástica muchas veces es definida por elemento de azar como un lanzamiento de un dado o una baraja de cartas y en general se utiliza para definir los estados iniciales de los sistemas con el fin de lograr contextos distintos

1.6.4 Ludificación

La **ludificación** (también conocido por el anglicismo **gamificación**, del

inglés *gamification*) es el uso de técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos y el ocio en actividades necesariamente recreativas con el fin de potenciar la motivación, así como de reforzar la conducta para solucionar un problema, mejorar la productividad, obtener un objetivo, activar el aprendizaje y evaluar a individuos concretos (Sailer et al., 2017).

Esta tendencia pretende aplicar el pensamiento y la mecánica de los juegos en ámbitos específicos de la vida cotidiana, donde se propone facilitar la consecución de ciertos objetivos relacionados con la formación, fidelización, cohesión social, creatividad, etc. Por ejemplo, la inclusión de juegos en una red social incrementa de forma considerable la motivación y la participación de sus usuarios (Deterding et al., 2011).

El término gamificación surgió a principios de la década de 2000 (Marczewski, 2013) y ha sido objeto de una mayor atención desde principios de la década de 2010 (Deterding et al., 2011, Werbach y Hunter, 2012). La idea central detrás de la gamificación es aprovechar el potencial motivacional de los videojuegos transfiriendo elementos de diseño de juegos a entornos ajenos al juego (Deterding, Khaled, Nacke & Dixon, 2011). Sin embargo, a pesar del creciente número de aplicaciones gamificadas, todavía no existe una definición científica universalmente aceptada del término (Deterding et al., 2011, Seaborn y Fels, 2015, Werbach y Hunter, 2012).

Descrita por Groh (2012) como “estado del arte”, la definición de gamificación más actual y ampliamente utilizada es la ya citada anteriormente: “el uso de elementos de diseño de juegos en contextos ajenos al juego” (Deterding, Dixon, et al.., 2011, pág.1). Para evitar limitar innecesariamente los objetivos de la gamificación, esta definición omite expresamente los posibles propósitos. En cambio, se basa en los cuatro componentes semánticos: juego, elementos, diseño y contextos ajenos al juego.

El término juego es definido por Salen y Zimmerman (2004) como “un sistema en el que los jugadores se involucran en un conflicto artificial, definido por reglas, que da como resultado un resultado cuantificable” (p. 80).

Mientras que el concepto de juego se refiere a formas de actividades de juego basadas en reglas, el juego se refiere a actividades libres y de exploración (Groh, 2012).

En consecuencia, la gamificación está relacionada con la naturaleza de los juegos basada en reglas y orientada a objetivos (Deterding et al., 2011).

Para resumir, gamification se define como “el uso del diseño (en lugar de la tecnología basado en el juego u otras prácticas relacionadas con el juego) elementos (en lugar de juegos completamente desarrollados) característico de los juegos (en lugar de jugar o lúdico) en contextos no-juego (independientemente de las intenciones de uso, los contextos o los medios de implementación específicos) ”(Deterding, Dixon, et al., 2011 , p. 5).

CAPÍTULO 2 - ANÁLISIS Y METODOLOGÍAS

En esta sección se busca dar a entender cómo se organiza el proyecto de manera global y metodológicas que guiaron el proceso de desarrollo para llegar a las soluciones.

2.1 Modelos proyectuales

Se presentaron una revisión de modelos de diseño que pueden ir acorde con la naturaleza del proyecto y el propio *scope* (escala de un proyecto en términos de funcionales que este posee).

2.1.1 Design Thinking

Es un método para generar ideas innovadoras que centra su eficacia en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios. Proviene de la forma en la que trabajan los diseñadores de producto. De ahí su nombre, que en español se traduce de forma literal como "Pensamiento de Diseño", aunque nosotros preferimos hacerlo como "La forma en la que piensan los diseñadores".

Se empezó a desarrollar de forma teórica en la Universidad de Stanford en California (EEUU) a

partir de los años 70, y su primera aplicabilidad con fines lucrativos como "Design Thinking" la llevó a cabo la consultoría de diseño IDEO, siendo hoy en día su principal precursora.

Según Tim Brown, actual CEO de IDEO, el Design Thinking “Es una disciplina que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado”.

Figura 8: áreas de enfoque de “design thinking”.

El proceso de Design Thinking se compone de cinco etapas. No es lineal. En cualquier momento se podrá ir hacia atrás o hacia delante si se ve oportuno, saltando incluso a etapas no consecutivas. Se comienza recolectando información, generando una gran cantidad de contenido, que crecerá o disminuirá dependiendo de la fase en la que se encuentre el proyecto.

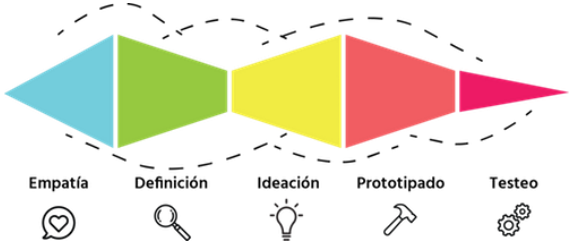


Figura 9: representación visual del modelo "Design Thinking".

Empatizar: El proceso de Design Thinking comienza con una profunda comprensión de las necesidades de los usuarios implicados en la solución que se esté desarrollando, y también de su entorno. Se debe tener la capacidad de ponerse en la piel de dichas personas para ser capaces de generar soluciones consecuentes con sus realidades.

Definir: Durante la etapa de Definición, se deben condensar la información recopilada durante la fase de Empatía y se selecciona lo que realmente aporta valor y lleva a identificar nuevas perspectivas. Se identifican problemas cuyas soluciones serán clave para la obtención de un resultado innovador.

Idear: La etapa de Ideación tiene como objetivo la generación de un sinfín de opciones. En esta fase, las actividades favorecen el pensamiento expansivo y se deben eliminar los juicios de valor. A veces, las ideas más estrambóticas son las que generan soluciones visionarias.

Prototipar: En la etapa de Prototipado se vuelven las ideas a realidad. Construir prototipos hace las ideas palpables y nos ayuda a visualizar las posibles soluciones, poniendo de manifiesto elementos que debemos mejorar o refinar antes de llegar al resultado final.

Testear: Durante la fase de testeo, se prueba los prototipos con los usuarios implicados en la solución que se esté desarrollando. Esta fase es crucial, y ayuda a identificar mejoras significativas, fallos a resolver, posibles carencias. Durante esta fase evolucionara la idea hasta convertirla en la solución que se ajuste a las necesidades y requerimientos.

2.1.2 Double Diamond

Double Diamond (Doble diamante en español) es el nombre de un modelo de proceso de diseño desarrollado por el British Design Council (2005). Dividido en cuatro fases: Descubrir, Definir, Desarrollar y Entregar, es probablemente la visualización más conocida y popular del proceso de diseño.

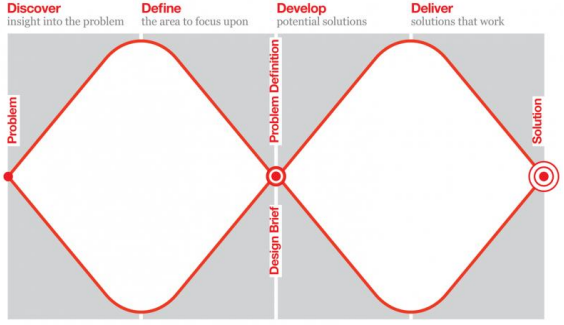


Figura 10: Estructura general del modelo Doble Diamante.

La característica principal de Double Diamond es su énfasis en el "pensamiento divergente" y "convergente", donde primero se crean muchas

ideas, antes de refinar y reducir a la mejor idea. Esto sucede dos veces en este modelo: una para confirmar la definición del problema y otra para crear la solución.

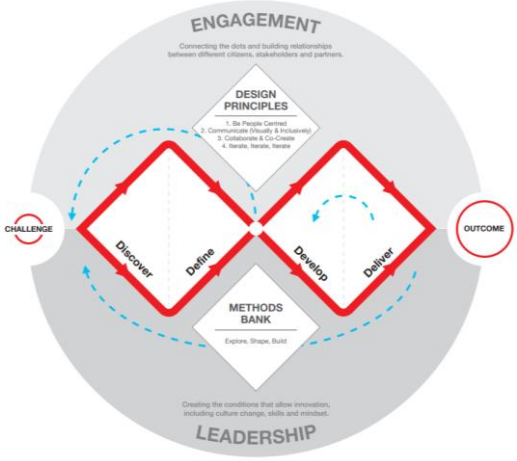


Figura 11: Ciclos de iteración en el modelo Doble Diamante.

Maciej Lipiec en su artículo publicado en medium (Lipiec M, 2019) redefine de forma orgánica el método de doble diamante con un acercamiento realista al quehacer del diseño. según establece:" Se está separando completamente el análisis, descubrimiento y la definición del problema de la ideación de la entrega de las soluciones. Es muy lineal y no es así como realmente trabajan los grandes diseñadores."

Este proceso le da mucha más importancia a los entregables como el *Brief* de diseño que al concepto de diseño, que según Maciej L. Es un elemento crucial de todo el proceso de diseño.

Está reforzando la imagen de la "gran investigación inicial" como la mejor práctica para todo el trabajo de diseño, lo que a menudo no tiene ningún sentido.

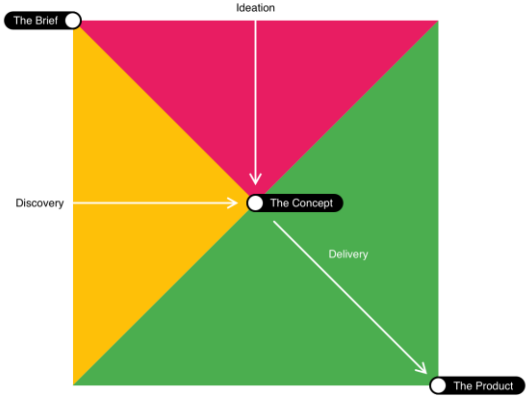


Figura 12: aproximación del modelo Doble Diamante con un enfoque paralelo de las fases ideativas y investigación.

La nueva aproximación consiste en los tres triángulos que representan las tres actividades principales de cada proceso de diseño: Descubrimiento (análisis del espacio del problema), Ideación (pensando en las soluciones), y Entrega (o implementación).

También hay tres artefactos o hitos principales: *The Brief*, que es el problema de diseño inicial o visión del resultado, El concepto, que es el prototipo inicial de la solución seleccionada, pero también una redefinición tangible del problema, y El Producto, que es el diseño final listo para el mercado.

2.1.3 Lean UX

El proceso Lean UX se cimienta, fundamentalmente, en cuatro pilares: a) Visión, encuadre y resultados, b) diseño colaborativo, c) Producto mínimo viable (PMV) y experimentos y, d) Retroalimentación e investigación.

Figura 13: Fases de un ciclo de iteración en lean UX.

La primera parte del proceso Lean UX consiste en reorganizar el trabajo mediante la declaración de resultados; de esta manera, el equipo de diseño se centra en la obtención de resultados, más que meramente desarrollar funciones para el proyecto digital. Los requerimientos son creados.

A partir de suposiciones implícitas y transformadas en hipótesis que detallan la audiencia, los objetivos previstos. En la primera se crea un marco referencial del resultado que se espera. Incluso, se crea un modelo esquemático ajustado a la definición de usuario llamado proto personaje.

En segundo lugar, la metodología Lean UX tiene como filosofía congregar a todos los implicados

en la creación de conceptos de producto promoviendo la conversación como método principal de comunicación entre los miembros del equipo.

Partiendo de las hipótesis priorizadas en la fase anterior, la tercera consiste en comprobar las suposiciones de un PMV. En este contexto, el producto mínimo viable (PMV) permite la validación de una hipótesis. Se pueden crear diferentes tipos de prototipos de manera que se analicen las ventajas e inconvenientes posibles. La retroalimentación y la investigación es fundamental en este proceso, debido a que constituye una guía para el proceso de diseño. En esta fase se prueba el PMV mediante técnicas de investigación ligera, continua y muy importante, colaborativas. Como lo menciona (Goleman y Senge, 2015), el trabajo colaborativo en todo proyecto potencia la creatividad y la participación de diferentes maneras de pensar.

2.1.4 Selección de modelo proyectual

Para el proyecto Quesix se decidió utilizar una variante del doble diamante, si bien a primera vista parece ser que Lean UX es el modelo óptimo para la tipología de proyectos que se desarrolló, se enfoca en la iteración y en la definición continua de muchas hipótesis, que debe ser validadas rápidamente mediante prototipos sencillos. El problema surge que en este modelo requiere un proceso ágil y sistemático en las áreas de diseño y desarrollo y las hipótesis son dinámicas y cambiantes, en el caso de esta tesis se tiene un contexto bien

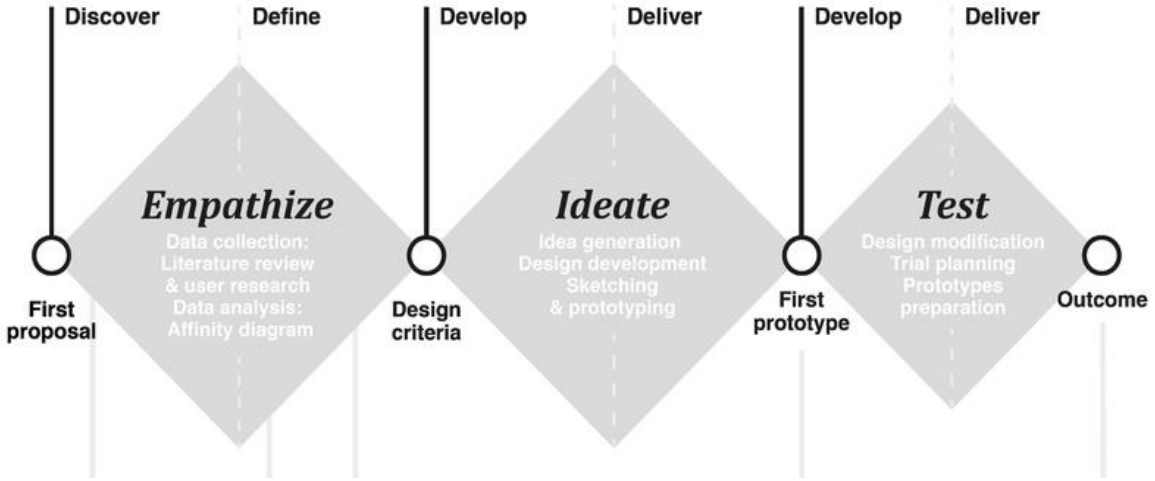


Figura 14: representación del modelo Triple Diamante, integrando la fase de evaluación o testeo.

definido y aun usuario mapeado en sus requerimientos.

Se opta por un modelo de diamante, en el caso del proyecto abordado el modelo de doble diamante ofrece las pautas de que enfoque tener a la hora de divergir y converger la información además de establecer puntos de quiebre en el proceso que son definidos por entregables, quiere decir que al comienzo del proceso se diseña en base a una hipótesis concreta y que al finalizar la fase exploratoria se requiere un documento definitorio o brief de diseño en su defecto para poder pasar a la fase de diseño y desarrollo.

Wong (2020) propone un enfoque de triple diamante en el cual se agrega la fase de *test* (Testeo). La fase de *empathize* (Empatizar) puede traducirse como una etapa de definición de usuario, levantamiento de hipótesis, descubrimiento, se recolecta la información necesaria para definir un brief y requerimientos adecuados. En la fase de ideación se diseñan las propuestas y prototipos adecuados para que en la fase de testeo se puedan validar y

descubrir nuevos antecedentes que permitan mejorar el producto.

M. Chen (2020), exdiseñador en jefe en Zendesk, propone una alternativa donde el foco se centra en las fases de desarrollo, este acercamiento tiene valor a la hora que presenta de manera fidedigna el proceso de lanzamiento de un producto en el contexto del desarrollo de software.

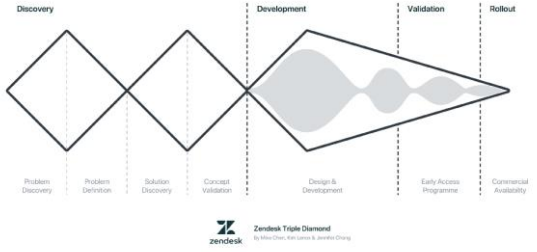


Figura 15: Otro enfoque del modelo Triple Diamante, centrado en la etapa iterativas del desarrollo y de entregables.

En el acercamiento de Zendesk se destacan:

- Incorporación de nuevas personas al equipo de desarrollo.
- En los procesos de discusión y críticas de diseño para mostrar los avances en cuanto a la maduración de los diseños.
- Explicar las actividades de investigación y sus objetivos. p.ej. Descubrimientos de problemas frente a validación de conceptos.
- Actualizaciones de estado para proyectos más grandes o fases de documentación.

2.2 Metodologías y teorías complementarias al desarrollo

Se postulan algunas teorías y axiomas o modelos que serán útiles en las fases tempranas del diseño, teniendo como principal foco, el desarrollo de experiencia.

2.2.1 Metodologías de experiencia de usuario (UX)

La experiencia del usuario (UX) se enfoca en tener una comprensión profunda de los usuarios, lo que necesitan, lo que valoran, sus habilidades y también sus limitaciones. También tiene en cuenta las metas comerciales y los objetivos del grupo que gestiona el proyecto.

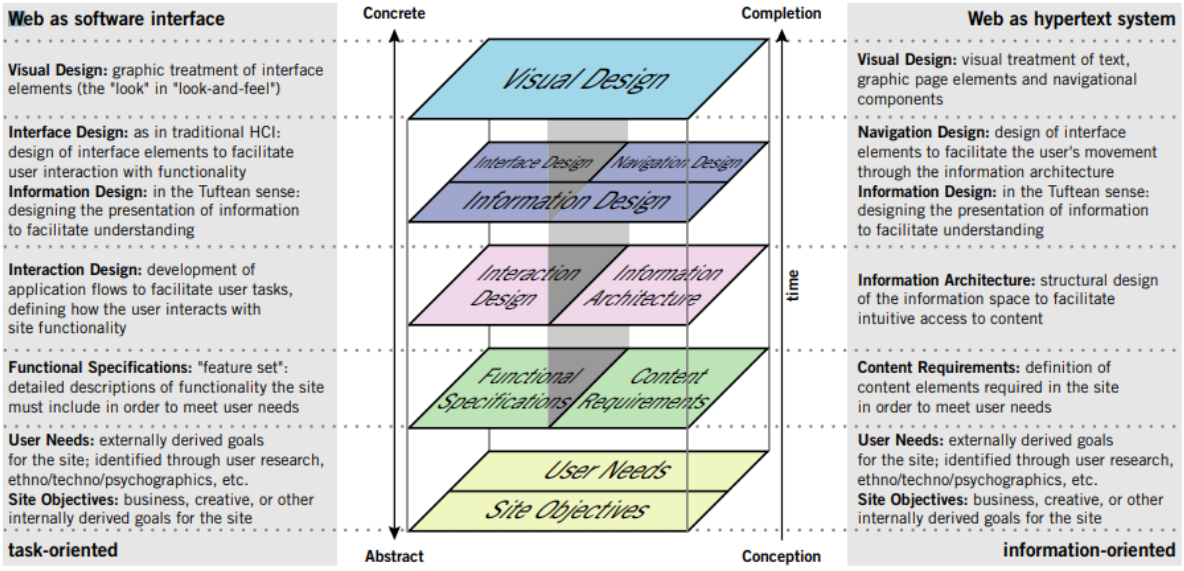


Figura 16: Dimensiones y capas de abstracción de los campos relacionados al diseño de experiencia (UX).

Las mejores prácticas de UX promueven la mejora de la calidad de la interacción del usuario y las percepciones de su producto y cualquier servicio relacionado.

UX es un campo en crecimiento que aún está en proceso de definición. La creación de un diseño exitoso centrado en el usuario abarca los principios de la interacción persona-computadora (HCI) y va más allá para incluir las siguientes disciplinas:

La gestión de proyectos: se centra en la planificación y organización de un proyecto y sus recursos. Esto incluye identificar y administrar el ciclo de vida que se utilizará, aplicarlo al proceso de diseño centrado en el usuario, formular el equipo del proyecto y guiarlo de manera eficiente a través de todas las fases hasta la finalización del proyecto.

La investigación de usuarios: centrado en comprender los comportamientos, las necesidades y las motivaciones de los usuarios

a través de técnicas de observación, análisis de tareas y otras metodologías de retroalimentación.

La evaluación de usabilidad: se centra en qué tan bien los usuarios pueden aprender y usar un producto para lograr sus objetivos. También se refiere a qué tan satisfechos están los usuarios con ese proceso.

La Arquitectura de la información (IA): focalizado en cómo se organiza, estructura y presenta la información a los usuarios.

El diseño de la interfaz de usuario: se centra en anticipar lo que los usuarios pueden necesitar hacer y garantizar que la interfaz tenga elementos de fácil acceso, comprensión y uso para facilitar esas acciones.

Interaction Design (IxD): Se enfoca en crear sistemas interactivos atractivos con comportamientos bien pensados.

Visual Design: garantiza una interfaz estéticamente agradable que esté en línea con los objetivos de la marca.

La estrategia de contenido: enfocado en escribir y curar contenido útil mediante la planificación de la creación, entrega y gobernanza detrás de él.

La accesibilidad: se centra en cómo una persona discapacitada accede o se beneficia de un sitio, sistema o aplicación. La sección 508 es el principio rector de la accesibilidad.

Web Analytics: tiene el foco en la recopilación, generación de informes y análisis de datos de sitios web.

La esencia de UX es garantizar que los usuarios encuentren valor en lo que les proporcionas. Peter Morville representa esto a través de sus Objetivos de experiencia de usuario.

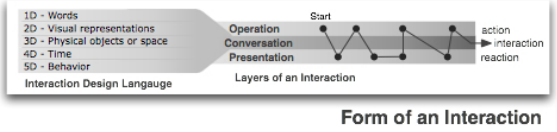


Figura 17: representación de los objetivos de UX en el proceso de iteración.

2.2.2 Objetivos del User Experience Design

Peter Morville explica cada faceta o calidad de la experiencia del usuario:

Útil: Como profesionales, no podemos contentarnos con pintar dentro de las líneas trazadas por los gerentes. Debemos tener el coraje y la creatividad para preguntarnos si nuestros productos y sistemas son útiles, y aplicar nuestro conocimiento para definir soluciones innovadoras que sean más útiles.

Usable: La facilidad de uso sigue siendo vital y, sin embargo, los métodos y las perspectivas de la interacción persona-computadora centrados en la interfaz no abordan todas las dimensiones del diseño web. En resumen, la usabilidad es necesaria pero no suficiente.

Deseable: Nuestra búsqueda de la eficiencia debe verse atenuada por la apreciación del poder y el valor de la imagen, la identidad, la marca y otros elementos del diseño emocional.

Encontrable: Debemos esforzarnos por diseñar sitios web navegables y objetos localizables, para que los usuarios puedan encontrar lo que necesitan.

Accesible: Así como nuestros edificios tienen ascensores y rampas, nuestros sitios web deben ser accesibles para personas con discapacidades (más del 10% de la población). Hoy en día, es lo ético que se debe hacer. Eventualmente, se convertirá en ley.

Creíble: Gracias al, estamos comenzando a comprender los elementos de diseño que

influyen en si los usuarios confían y creen en lo que les decimos.

Valioso: Nuestros sitios deben ofrecer valor a nuestros patrocinadores. Para las organizaciones sin fines de lucro, la experiencia del usuario debe hacer avanzar la misión. Con fines de lucro, debe contribuir al resultado final y mejorar la satisfacción del cliente.

2.2.3 Usabilidad

El UX Design es un enfoque con un énfasis en hacer artefactos más útiles, usables (Norman, 2004) y deseables (Norman, 2013) para el ser humano. (Hassan-Montero, 2013). Sintetizando (Hassenzahl & Tractinsky (2006) los factores que intervienen en la experiencia de usuario en tres bloques principales: a) el estado interno del usuario (predisposiciones, expectativas, necesidades, motivación, estado de ánimo, entre otros), b) el entorno o contexto dentro del que se produce la interacción, entorno organizacional/social, orientación y razones de la actividad, y, c) las características propias del sistema diseñado.

El primer factor referido por Hassenzahl y Tractinsky (2006) es el principio de usabilidad. Este principio se centra originalmente en el desarrollo de los aspectos más formales de los sistemas. El término usabilidad se entendía desde la concepción “amigable con el usuario”; sin embargo, Nielsen (1993), e (ISO, 2010) señalaron que el término no era el adecuado considerando que a) los usuarios no necesitan que las cosas sean amigables con ellos, sino que los productos no se interpongan en lo que se quiere lograr con su uso; b) al estar asociado al término amigable, la verificación de la usabilidad es basada en un solo atributo, lo cual limita los criterios de análisis para juicios y análisis para una apropiada verificación de la eficacia percibida del artefacto o facilidad de utilización (Krug, 2015). Se define entonces usabilidad como un atributo cualitativo para determinar qué tan fácil es usarlo por determinados usuarios, desde una relación usó-esfuerzo (Davis, 1989; Nielsen, 1993).

Es un método que recoge el modelo mental de interacción entre el sistema y los usuarios como perspectiva para la comprensión de problemas

de usabilidad (Federici y Borsci, 2010). Para Krug (2010) la información que se obtiene del desarrollo de tareas con uno o varios prototipos permite la observación de deficiencias que posteriormente requerirán mejoras de desempeño y presentación. La evaluación de uso provee una solución gracias a la iteración constante de procesos de análisis, síntesis y evaluación entre el problema y la solución, en tanto se deben realizar teniendo un protocolo con objetivos definidos (Goodwin, 2009).

2.2.4 Principios de UX o Heurísticas globales

Laws of UX presenta una colección de mejores prácticas que los diseñadores pueden considerar al crear interfaces de usuario, con un enfoque generalista y altamente heurístico pero que sirven como fundamento para sustentar las bases de cualquier proyecto con requerimientos de usabilidad universales.

Se desprende del análisis que estas pautas si bien son de utilidad para formular las bases de una experiencia de usuario, no apuntan a ningún segmento en concreto y por su naturaleza general se deben estar acompañadas de un estudio propio del usuario y los actores involucrados.

Efecto de usabilidad estética: Los usuarios a menudo perciben el diseño estéticamente agradable como un diseño más utilizable.

Un diseño estéticamente agradable crea una respuesta positiva en el cerebro de las personas y las lleva a creer que el diseño realmente funciona mejor.

Las personas son más tolerantes con los problemas menores de usabilidad cuando el diseño de un producto o servicio es estéticamente agradable.

El diseño visualmente agradable puede enmascarar los problemas de usabilidad y evitar que se descubran durante las pruebas de usabilidad.

El efecto de usabilidad estética se estudió por primera vez en el campo de la interacción humano-computadora en 1995. Los investigadores Masaaki Kurosu y Kaori Kashimura del Hitachi Design Center probaron

26 variaciones de una interfaz de usuario ATM, pidiendo a los 252 participantes del estudio que califican en cada diseño según la facilidad de uso. uso, así como atractivo estético. Encontraron una correlación más fuerte entre las calificaciones de atractivo estético de los participantes y la facilidad de uso percibida que la correlación entre sus calificaciones de atractivo estético y la facilidad de uso real. Kurosu y Kashimura concluyeron que los usuarios están fuertemente influenciados por la estética de cualquier interfaz, incluso cuando intentan evaluar la funcionalidad subyacente del sistema.

Umbral de Doherty: La productividad aumenta cuando una computadora y sus usuarios interactúan a un ritmo (<400ms) que asegura que ninguno tenga que esperar al otro.

Proporcionar retroalimentación del sistema en 400 ms para mantener la atención de los usuarios y aumentar la productividad.

La animación es una forma de involucrar visualmente a las personas mientras se realiza la carga o el procesamiento en segundo plano.

Las barras de progreso ayudan a que los tiempos de espera sean tolerables, independientemente de su precisión.

En 1982, Walter J. Doherty y Ahrvind J. Thadani publicaron, en IBM Systems Journal, un artículo de investigación que establecía el requisito de que el tiempo de respuesta de la computadora fuera de 400 milisegundos, no de 2.000 (2 segundos) que había sido el estándar anterior. Cuando se ejecutó el comando de un ser humano y se devolvió una respuesta en menos de 400 milisegundos, se consideró que excede el umbral de Doherty, y el uso de tales aplicaciones se consideró "adictivo" para los usuarios.

Ley de Fitts: El tiempo para adquirir un objetivo es una función de la distancia y el tamaño del objetivo.

En otras palabras, la ley de Fitts establece que la cantidad de tiempo requerida para que una persona mueve un puntero (por ejemplo, el cursor del mouse) a un área objetivo es una función de la distancia al objetivo dividida por el tamaño del objetivo. Por lo tanto, cuanto mayor

sea la distancia y menor el tamaño del objetivo, más tardará.

En 1954, el psicólogo Paul Fitts, al examinar el sistema motor humano, demostró que el tiempo necesario para moverse hasta un objetivo depende de la distancia hasta él, pero se relaciona inversamente con su tamaño. Según su ley, los movimientos rápidos y los objetivos pequeños dan como resultado mayores tasas de error, debido a la compensación entre velocidad y precisión. Aunque existen múltiples variantes de la ley de Fitts, todas abarcan esta idea. La ley de Fitts se aplica ampliamente en la experiencia del usuario (UX) y el diseño de la interfaz de usuario (UI). Por ejemplo, esta ley influyó en la convención de hacer que los botones interactivos sean grandes (especialmente en dispositivos móviles operados con los dedos); los botones más pequeños son más difíciles (y requieren más tiempo) de hacer clic. Asimismo, la distancia entre el área de atención / tarea de un usuario y el botón relacionado con la tarea debe ser lo más corta posible.

2.2.5 Evaluaciones Heurísticas del usuario

La evaluación heurística es un método de inspección basado en la evaluación sobre un sistema real o prototipo, realizado por expertos. El término "experto" se usa como opuesto a "usuarios" pero en muchos casos, los evaluadores no necesitan ser expertos en usabilidad (Unger, Chandler, 2012) En otras palabras, este método implica la revisión de un producto o sistema, donde uno o más evaluadores, preferiblemente expertos, que no tengan vinculación previa con el proyecto, lo evalúan con un listado de principios preestablecidos de diseño, comúnmente conocidos como heurística (Nielsen, 1993; Hackos y Redish, 1998).

2.3 Planificación Metodológica

Como se mencionó anteriormente, se utilizó como modelo global para el proyecto una variación del doble diamante. Considerando que el punto de entrada se sitúa en la mitad convergente de la curva. se tiene definido un

nuevo contexto de aplicación, en este caso, la implementación de un juego a su versión online.

Se descartó el uso del modelo “Design Thinking”, si bien un modelos flexible y abierto a la iteración, no define los puntos de quiebres en los cuales se tiene una postura divergente

Los entregables de las fases posteriores que deben considerar están marcados con un rectángulo rojo, tal y como se observa en la figura. En el brief se espera tener una solución detallada de las tecnologías y criterios de diseño que se utilizaran para desarrollar el juego. En la fase de implementación, se busca tener un prototipo que sirva como validación preliminar al lanzamiento del juego, esto entregará información sobre ajustes críticos que se deban hacer tal y como plantea Chen (2020) en su revisión al doble diamante.

Figura 18: Diagrama de modelo utilizado. Triple Diamante aplicado al proyecto Quesix y las fases planificadas.

CAPÍTULO 3 - PROYECTO QUESIX

En esta sección se abordará en profundidad la planificación, diseño, y desarrollo de las propuestas aplicadas al proyecto Quesix.

El cierre de esta sección se plantea como un análisis más concreto respecto a los elementos de UX que se implementaron y sus potenciales efectos, los cuales en secciones posteriores serán puestos bajo una validación metodológica (Véase: Parte 4 - Validaciones).

Documento de diseño de juego

Un documento de diseño de videojuegos (a menudo abreviado GDD (sigla en inglés para *game design document*) es un documento vivo de diseño cuyo contenido es altamente descriptivo acerca de un videojuego (Ryan, 1999). Un GDD está creado y editado por el equipo de desarrollo y es principalmente utilizado en la industria del videojuego para organizar esfuerzos dentro de un equipo de desarrollo. El documento fue creado por el equipo de desarrollo como resultado de la colaboración entre sus diseñadores, artistas y programadores. Dicho documento es utilizado como guía durante el proceso de desarrollo del

juego. Cuando un juego fue encargado al equipo de desarrollo por una distribuidora de videojuegos, el documento debe ser creado por el equipo de desarrollo y está normalmente sujeto a la aprobación entre editor y desarrollador; el desarrollador tiene que respetar el GDD durante el proceso de desarrollo.

El propósito de un documento de diseño de videojuegos es el de inequívocamente describir acerca de los siguientes apartados: Lugares de venta, audiencia objetivo, jugabilidad, arte, diseño de niveles, historia, personajes, interfaz de usuario, elementos del juego, etc. En corto, cada parte del juego que requiere desarrollo tendría que ser incluido por el desarrollador con suficiente detalle como para que los respectivos desarrolladores puedan implementar la parte correspondiente (Ryan, 1999). El documento está expresamente seccionado y dividido de una manera en la que los desarrolladores puedan referir y mantener las partes pertinentes.

3.1 Resumen y definición

En la etapa de definición del proyecto se realizaron comparativas de la versión física y online del juego Quesix, el objetivo de este paso es entender que hay ciertos requerimientos que se sostienen en físico, pero son complicados a la hora de ser implementados en un entorno virtual.

Ámbito	Campo
Género	Puzzle, cooperativo, table-top, educativo
Ambientación	Sci-fi, fantasía, cartoons
Modo	Multiplayer, Cooperativo
Público objetivo	Niños, estudiantes de sexto básico entre 11 a 13 años de edad.
Herramienta(s) de desarrollo(s)	Unity, Blender, Figma
Plataforma(s)	Mobile y Desktop

Tabla 1: Requerimientos base del juego Quesix en su versión digital.

Como se observa en la tabla anterior se determinan las condiciones globales en las que el juego está enfocado, esto permite tener una idea a grandes rasgos del alcance del proyecto y que perfil de profesional va a ser requerido a futuro.

3.1.1 Ciclo del juego

Quesix es un juego de estrategias online cooperativo. Cada equipo debe resolver problemas y preguntas para llenar de energía la nave, lo que les permitirá moverse por la superficie lunar para recoger puntos (quesos) para ganar.

Las preguntas pueden ser matemáticas, lenguaje y ciencias. Responder correctamente te dará pasos para poder moverte.

El objetivo de cada partida es lograr recoger dos quesos en el menor tiempo posible. Hay tiempo límite por partida, pero el equipo que logre el desafío antes que los demás será el ganador.

Quesix se juega con dos jugadores por equipo, donde el piloto se encarga de tomar las decisiones de movimiento, mientras que el copiloto tiene el rol de revisar las acciones del piloto y ayuda a tomar las decisiones a la hora de moverse.

Ambos jugadores pueden responder preguntas, pero ambos responden al mismo tiempo, donde la decisión la toma el piloto en su turno, si ambos aciertan reciben dos movimientos; si alguno de las dos falla, el equipo solo recibirán un movimiento y si fallan ambos, no reciben puntos por esa pregunta.

Fase de decisión: Al comienzo de cada partida y después de cada movimiento el piloto del equipo puede decidir qué acción tomar, si resolver preguntas o moverse:

La opción de preguntas siempre está disponible, el equipo puede responder cuantas preguntas quiera y el hacerlo le permitirá obtener puntos para poder moverse.

La opción de programar requiere que el equipo tenga al menos cinco puntos de movimiento para desbloquearla y permite al jugador entrar a la fase de programación de movimientos.

Fase de preguntas: En la fase de preguntas el equipo debe responder preguntas de distintas materias de matemáticas, lenguaje y ciencias como ya se mencionó, además los jugadores tienen 60 segundos para poder responder la pregunta, al terminar el tiempo si el equipo no ha respondido fallará esa pregunta y tendrá que responder una pregunta distinta. Habrá cuatro alternativas de respuesta que el equipo podrá elegir, pero solo una es la correcta. Si ambos responden correctamente recibirán dos puntos de movimientos; si sólo uno responde correctamente, el equipo recibe un punto de movimiento y si ambos fallan no recibirán puntos. En cualquier de estos casos el equipo podrá volver a responder otra pregunta.

Fase de programación: Al obtener cinco puntos de movimientos el equipo tendrá la opción de entrar a la fase de programación.

En esta fase hay que considerar que se está en control de una versión digital de un tablero similar al de ajedrez, pero una variante de diez por diez casillas. El jugador puede moverse dentro del tablero como se observa en el siguiente esquema.

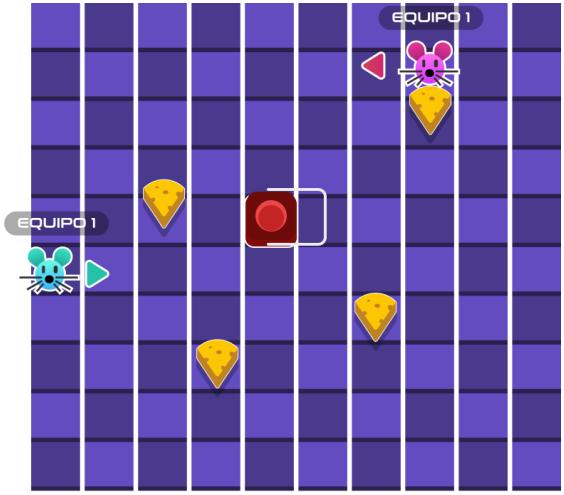


Figura 19: Maqueta del tablero, se muestran dos equipos, cuatros quesos y una trampa.

Las naves de cada equipo comienzas en el borde del tablero, y el objetivo es recoger dos quesos en la medida que avanzas.

Los quesos (puntos de victoria) se generan de forma aleatoria en el tablero y no cumplen ciertas condiciones para que se puedan repartir de forma homogénea en el mapa.

El objetivo de las trampas es entorpecer el paso y devuelven la nave del equipo a su lugar de origen. La generación de las trampas es similar al de los quesos, pero en menor densidad.

Cómo moverse en la fase de programación: Durante la fase de programación se sobrepone un panel que indica la cantidad de movimiento, energía o pasos obtenidos al responder preguntas.

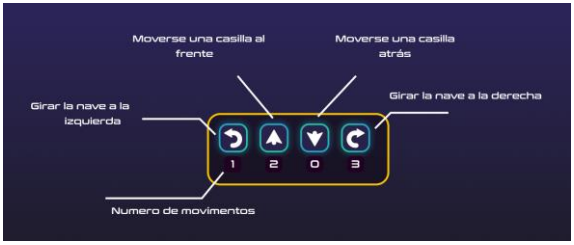


Figura 20: Esquema del panel de movimiento.

Como se observa en la figura, el panel de "mis pasos" se podrá ver los pasos disponibles que tiene el equipo para ejecutar de manera más detallada. Dentro de las acciones disponibles los jugadores pueden realizar se encuentran:

- Girar la nave a la izquierda
- Moverse una casilla al frente
- Moverse una casilla atrás
- Girar la nave a la derecha

Además, se muestra un contador de pasos disponibles para cada una de las cuatro opciones. Si el contador muestra un cero, el jugador no podrá usar ese movimiento

Para programar un movimiento, el jugador debe "arrastrar" la acción desde un panel de pasos disponibles hacia las casillas disponibles del panel de secuencia, tal y como se observa en la figura.

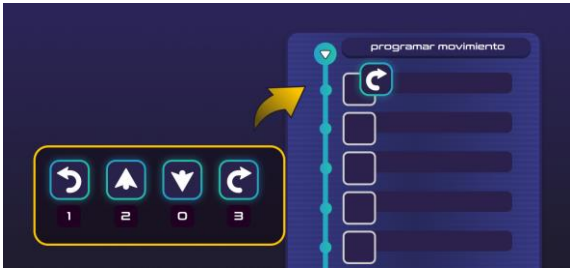


Figura 21: Esquema del panel de programación, se propone una interaacion basada en arrastrar componentes de un panel a otro.

El programa se ejecuta de arriba hacia abajo y tienes un máximo de siete acciones por cada fase programada

Revisión del copiloto: Cuando el código de movimiento esté listo, el copiloto puede revisar las acciones de su compañero, al hacer esto el jugador puede marcar las acciones que posiblemente generen errores. Después de esta

fase, el piloto puede corregir sus acciones o ejecutar los movimientos de todas formas.

Al finalizar cada fase de programación se vuelve a la fase de decisión y también se intercambian los roles de pilotos y copiloto.

Condición de victoria: Al finalizar la partida cuando el equipo consiga recolectar dos quesos, se cumplirá la victoria para el equipo, mostrando al panel tiempo y resultado del equipo.

3.1.2 Requerimientos

En esta fase se definen los requerimientos a partir de las necesidades observadas, siguiendo las metodologías de K. Ulrich (2004) en su libro “Diseño y desarrollo de productos”.

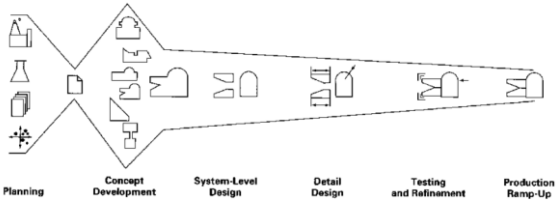


Figura 22: Modelo lineal de ensamblaje de K.Ulrich, se extraen las fases de definición de requerimientos.

En general el enfoque está centrado en procesos de manufactura, aun así, hay etapas de su metodología que podemos incorporar al proyecto, en este caso se usará las definiciones de requerimientos y sistema de interdependencias, el resto del desarrollo se hará con un enfoque en metodologías *Double Diamond* y Lean UX.

En las fases de descubrimiento se listan las necesidades y deseos potenciales del usuario, en esta fase definir un perfil observado y en caso de existir más actores, tener un mapa de sus necesidades.

Tabla de user history - necesidades

Usuario	Necesidad
Estudiante	Ingresar al sistema para poder hacer uso de sus funcionalidades.
Administrador	Como administrador, debe poder almacenar la información del registro de usuarios de forma persistente , independiente de la aplicación y centralizada, para poder registrar información y gestionar los perfiles.
Ambos	Ingresar al sistema para poder hacer uso de sus funcionalidades.
Estudiante	Como jugador deseo personalizar mi personaje y nombre para sentirme parte del juego y destacar por sobre el resto de los equipos.
Estudiante	Como estudiante, necesito saber fácilmente qué clases tengo disponibles para jugar.
Profesor	Como profesor necesito crear clases según el contenido y asignatura que estoy cursando a mis estudiantes, necesito definir la fecha , hora y duración; además de la dificultad y el tipo de las preguntas.
Estudiante	Como jugador, debo esperar a mis compañeros que se conecten a jugar, deseo saber el estado mis compañeros .
Estudiante	Como jugador quiero saber en cada momento dónde está mi posición, para no equivocarme al moverme y completar el objetivo.
Jugador	Como jugador, puedo cambiar roles con mi compañero cada vez que termina la fase de programación, así puedo tomar decisiones.
Profesor	Como jugador necesito visualizar el tablero de una partida para conocer el panorama general del juego.
Estudiante	Como jugador, quiero saber que cosas puedo hacer en mi turno y rol estoy cumpliendo en cada fase.
Profesor	Como profesor necesito visualizar los cursos en los que imparto clases para poder organizar mi tiempo y la materia que se enseñará.
Ambos	Como profesor necesito visualizar el rendimiento individual de mis alumnos para conocer sus fortalezas y debilidades.
Ambos	Como estudiante, quiero poder mis dudas con el profesor directamente.
Ambos	Como profesor necesito una pizarra virtual para resolver las dudas de materia de los equipos.
Ambos	Como profesor necesito visualizar los equipos de una partida para conocer el avance particular de los grupos en el juego.
Profesor	Como profesor necesito visualizar las dudas que los equipos tienen en una partida para poder ayudarlos.
Profesor	Como profesor necesito visualizar el tablero de una partida para conocer el panorama general del juego.
Administrador	Como administrador, necesito configurar un sistema que permita de forma flexible crear preguntas y almacenarlas fuera del entorno que respecta al juego.
Jugador	Como jugador, quiero poder configurar el audio a un volumen adecuado, además de poder salir del juego en cualquier momento.
Administrador	Como administrador necesito asignar el rol de un usuario para que el sistema pueda identificar qué funcionalidades utiliza.

Figura 23: Tabla de necesidades de usuario o "User History", ver Anexos E.

De este análisis se desprende que existen tres actores que interactúan con el sistema, en primer lugar, los estudiantes, son el público objetivo de la experiencia y se espera que su interacción sea completa; en segundo lugar, los profesores o maestros, quienes coordinan cuando se realiza la experiencia y en último lugar el administrador, quien configura la experiencia para que se pueda realizar de forma adecuada.

Al tener las necesidades, se definen los requerimientos, este proceso involucra los objetivos de jerarquización de tareas y mapear las interdependencias de cada tarea, en **Anexos A** se pueden observar con más detalle el proceso realizado.

Matriz de interdependencias de tareas

Id.	Feature	Dependencias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Menú principal	0																															
2	Log in	1	X																														
3	se de datos de usuari	1,2,4,5	X	X		X	X																										
4	Verificación de Log in	1,2,5	X	X		X	X																										
5	Crear cuenta	1, 2	X	X			X																										
6	Navegación	4, 2		X		X		X																									
7	Perfil	6						X	X																								
8	Mis Clases	3,6			X					X																							
9	Crear Clase	3,6			X			X			X																						
10	Lobby	3,6,8,9			X							X																					
11	Vista de decisión												X																				
12	Panel de preguntas	11, 15											X	X			X																
13	HUD de estados	11, 15											X		X		X																
14	ta del jugador en tabl	11, 15							X		X		X			X	X																
15	Sistema Multijugador	1, 3, 30	X		X																										X		
16	Sistema de turnos	11, 15, 12, 14											X	X		X	X	X															
17	Tablero interactivo	14														X		X															
18	anel de programación	11, 14, 17											X			X		X	X														
19	Panel del copiloto	11, 14, 15, 16,											X			X				X													
20	Panel del turno	11, 15, 16											X				X	X			X												
21	Visualizar cursos	11, 15, 6						X					X			X						X											
22	Estadísticas generales	3, 11, 15, 14, 18, 6	X					X					X			X	X			X			X										
24	Sistema de chat	3, 11, 15, 14, 18, 6	X					X					X			X	X			X				X									
25	Pizarra virtual	3, 11, 15, 14, 18, 6	X					X					X			X	X			X							X						
26	nformación de equipo	3, 11, 15, 14, 18, 6, 30	X					X					X			X	X			X								X			X		
27	Visualizar dudas	3, 11, 15, 14, 18, 6	X					X					X			X	X			X										X			
28	Visualizar tablero	3, 11, 15, 14, 18, 6	X					X					X			X	X													X			
29	Tutorial	1, 3, 6	X		X			X																							X		
30	Base de datos	1, 3, 15	X		X												X														X		
31	Configuración	1	X																													X	

Figura 24: Matriz de interdependencias. Ver Anexos C.

En la figura anterior se percibe la tabla de interdependencia de requerimientos, de lo que se puede desprender del análisis, se observa que actividades son prioritarias para el éxito del proyecto: Los sistemas de bases de datos, tanto

de los jugadores como de las preguntas, el sistema de multijugador bajo el modelo cliente servidor también es un requerimiento prioritario. En aspectos de vistas e interfases, tanto el menú principal, la navegación, el panel de decisiones son prioritarios porque son la raíz para el resto de los elementos de GUI que puede requerir el juego.

3.2 Arquitectura del proyecto

En base a la escala del proyecto, es necesario descomponer las partes del juego Quesix según secciones jugables basados en el ciclo de juego, esto facilita definir prioridades y puntos de completitud a futuro. Primero se define el ciclo normal o deseado que el usuario recorre al participar en la experiencia, de este modo se puede descomponer en secciones claramente definidas, en el caso de Quesix se determinan tres secciones de jugabilidad:

Figura 25: Esquema global del ciclo de juego de Quesix.

El menú principal: Zona de partida y entrada del jugador, donde se le presentan las opciones de juego tutoriales, configuraciones y demás elementos que no son precisamente la experiencia jugable, pero que son necesarias para su funcionamiento.

El Ciclo principal: Sección que se puede definir como el juego en sí, en el caso del juego Quesix incluye las subsecciones de responder preguntas y programación.

Posterior al juego: Fase en la que se le presenta al jugador sus resultados, los resultados de sus competidores y se le invita a participar en una nueva partida o volver al menú principal.

3.2.1 Wireframe del proyecto

Un *wireframe* o prototipo es un boceto donde se representa visualmente, de una forma muy sencilla y esquemática la estructura de proyecto, en muchos casos es de baja fidelidad o no representa el apartado estético del proyecto.

El objetivo de estos es definir el contenido y la posición de los diversos bloques de tu web. Esto

incluye menús de navegación, bloques de contenido, etc. Además, te permite ver cómo interactúan estos elementos entre sí.

En esta fase se construye el wireframe global de la aplicación en base a la arquitectura definida en la sección anterior.

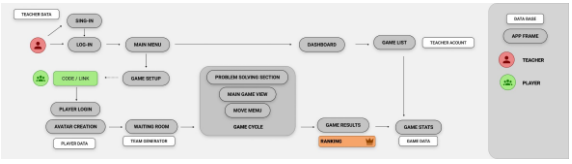


Figura 26: Esquema (Wireframe) general de las funcionalidades presentes en Quesix.

El resultado del primer acercamiento se observa en la **figura 26** muestra una versión de la arquitectura del juego, pero se disponen las vistas o partes de la interfaz del juego según los requerimientos definidos.

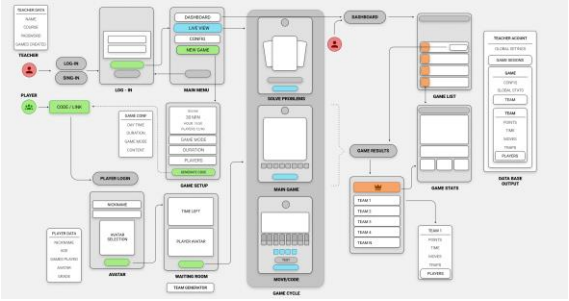


Figura 27: Esquema (Wireframe) especifico, destinado a definir las vistas y elementos de interacción.

Creado la primera iteración del wireframe validatorio, en la fase actual se crea una versión compleja, donde ya se definen los elementos básicos de interacción y el recorrido completo de la visualización. El wireframe creado en esta fase permite visualizar en etapas tempranas ciertos fallos o elementos que no han sido considerados, en el caso de Quesix, se utiliza para definir los flujos de datos en el sistema. Además de que ocurre cuando se termina el juego, que es lo que el estudiante puede visualizar y que no.

Se esbozan además el recorrido del profesor para ciertos casos, pero aún quedan elementos

a definir para los requerimientos menos importantes.

3.2.2 Estudio de referentes visuales

Antes de cualquier desarrollo, es una buena práctica realizar una búsqueda de referencias y proyectos que estén relacionados y además pueden ser un aporte a la construcción visual de todo e juego.

Ya que la temática está bien definida y se centra en relaciona en general a conceptos de viajes espaciales y ciencia ficción además de ser enfocado para niños, se busca el estilo no realista, con un contraste de colores definido y saturación alta.

La ambientación y el tono debe ser familiar y agradable, en contraste se trata de evitar la monotonía y la seriedad en cada instancia, por ende, la búsqueda se va a acotar a palabras claves que estén vinculadas con los conceptos anteriormente mencionados.

Dentro de las palabras claves registradas se encuentran: “Ciencia Ficción”, “Espacial”, “Ciencias”, “Cartoon” (Dibujos Animados), “Game GUI, etc.

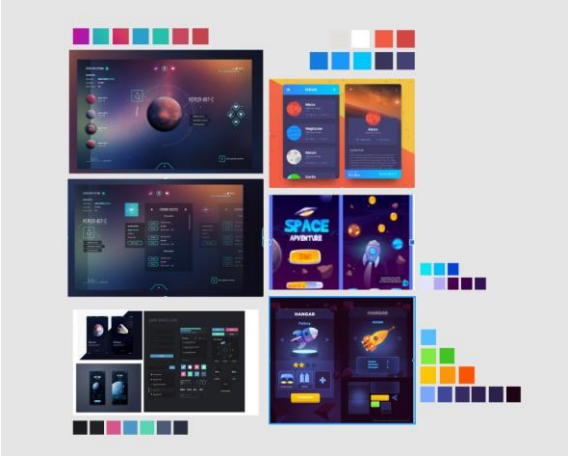


Figura 28: Tablero de referentes, se extraen inicialmente paleta de colores.

Basados en la búsqueda se procede a crear un tablero de referencias y establecer las guías del kit de UI. Se definen la paleta de colores y la escala de los elementos de GUI.

Se utilizó como principal referente para el diseño de la estética de la UI, la maqueta del artista y diseñador gráfico N. Honcharuk (2017) más conocido con el pseudónimo Inky_o.

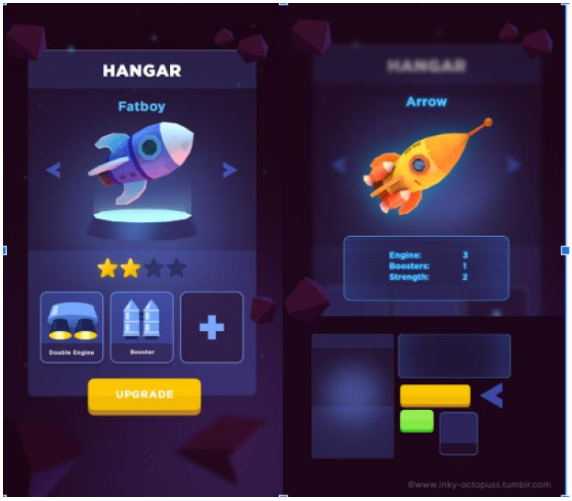


Figura 29: Referente principal de estilo visual de Interfaz de usuario.

El diseño seleccionado es de principal interés ya que combina elementos tridimensionales con elementos de interfaz. Dentro de los elementos que se extraen del referente se utilizaron elementos visuales, colores, tipo de contenedores, efectos visuales. Considerando la cantidad de elementos que se utilizaron del referente, aún hay muchos elementos extras que se usaron de la figura 29 pero que no son de forma implícita.

Referentes de iconografía: también como en los referentes visuales para la interfaz de Quesix, se realiza una búsqueda de referencias para la iconografía, esto implica una búsqueda de elementos visuales que serán necesarios para su implementación en el proyecto, dentro de los criterios de búsqueda que se utilizan es que tenga relación con las temáticas espaciales o que estén enfocados en el área STEM.

Figura 30: Referente de los elementos o estilos que se destinan para generar la iconografía.

3.2.3 Maqueta de alta fidelidad

La primera iteración de propuesta, pensada inicialmente para una versión móvil del proyecto, en esta etapa se busca tanto general una distribución fidedigna de cómo será la interfaz del juego, habiendo ya definido las distintas

vistas de cada sección del juego, además de haber estudiado los referentes correspondientemente.

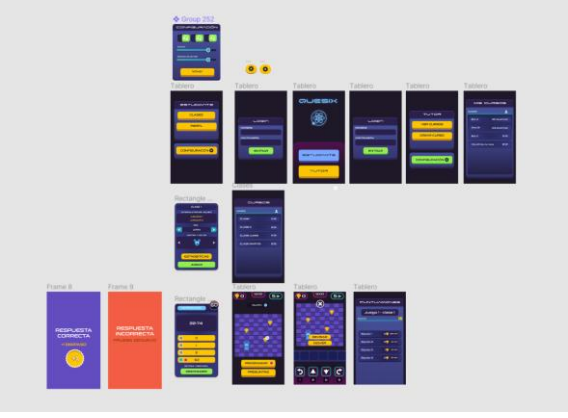


Figura 31: Maqueta inicial de alta fidelidad, diseño de Quesix en su versión móvil.

Los objetivos de este prototipo es obtener una versión fiel al resultado final del proyecto, esto incluye los comportamientos y transiciones entre vistas, lo que permite a un potencial usuario probar una versión del juego en la cual se puede interactuar, pero no es funcional.

Iteración de versión de escritorio del juego, esta versión está centrada a adaptar la vista a un entorno de escritorio, ya que los requerimientos hacen que sea considerablemente más factible construir la experiencia multijugador en un entorno de escritorio que móvil, además, se considera que se utilizarán gráficos tridimensionales para el tablero. En retrospectiva se espera que la experiencia en escritorio sea estable a la vez que mantenga la calidad visual y sea capaz de manejar los aspectos multijugadores mejor que en un dispositivo móvil.

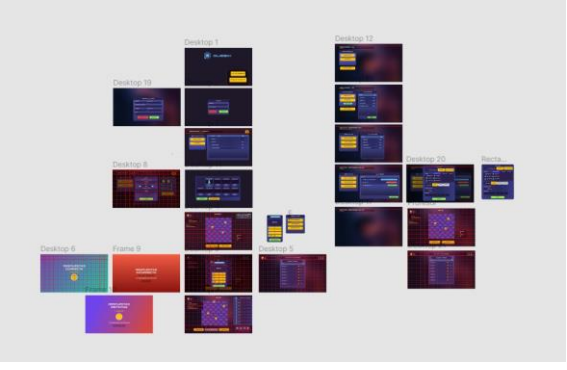


Figura 32: Maqueta inicial de alta fidelidad, diseño de Quesix en su version de escritorio.

La maqueta que se desarrolla para esta fase centra el objetivo en obtener los mismos resultados que en la versión móvil, pero con los comportamientos que se esperan en un entorno de escritorio. Algunas ventajas de diseñar en escritorio, es que la relación de aspecto suele

ser estandarizada a escala 16:9 y se suelen utilizar monitores con resolución de 1920 x 1080 píxeles, por lo que el factor responsivo no se considera tan fundamental como en el ámbito móvil, donde existen un sinnúmero de dispositivos con sus propias dimensiones y resoluciones.

3.3 Desarrollo

3.3.1 Herramientas para el desarrollo de videojuegos

A continuación, se presenta la recopilación de herramientas y motores de desarrollo de videojuegos y experiencias multijugador, con los que el equipo de desarrollo se discutió con el fin realizar con una correcta selección en base a los requerimientos y funcionalidades del juego a desarrollar.

Unity Engine: Unity es un motor de juegos multiplataforma que te permite crear contenido 3D interactivo con facilidad. Este motor de juegos es la elección de muchas organizaciones grandes hoy en día debido a su excelente funcionalidad, contenido de alta calidad y capacidad para usarse en cualquier tipo de juego. Es compatible con contenido 2D y 3D.

Con su editor todo en uno, Unity es compatible con Windows, Mac, Linux, IOS, Android, Switch, Xbox, PS4 y otras plataformas. La interfaz fácil de usar facilita el desarrollo y reduce la necesidad de formación. Unity Asset Store selecciona una amplia colección de herramientas y contenido que se crea a diario.

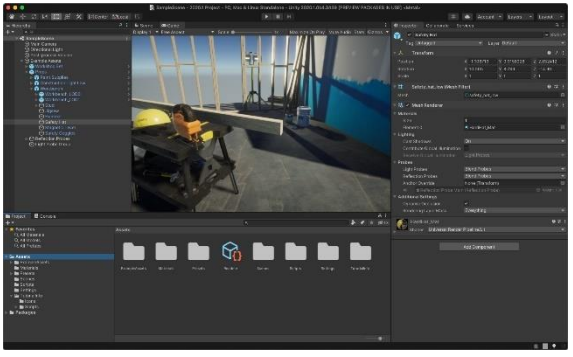


Figura 33: Espacio de trabajo en el motor de desarrollo Unity.

Dentro de las fortalezas se encuentra: posee una versión gratuita, soporte multiplataforma, flexible para todo tipo de dispositivos, soporta gráficos 2D y 3D.

Unreal Engine 4: Unreal Engine es la herramienta de creación 3D en tiempo real más abierta y avanzada del mundo. En constante evolución para cumplir no solo su propósito original como motor de juego de última generación, brinda a los creadores de todas las industrias la libertad y el control para ofrecer contenido de vanguardia, experiencias interactivas y mundos virtuales inmersivos. En general está considerado para proyectos Tridimensionales y con un alto enfoque en el acabado visual.

Godot Engine: Godot es un motor de código abierto y gratuito. Aunque aún no es muy popular, Godot proporciona un gran conjunto de herramientas comunes para proyectos y videojuegos 2D y 3D. Godot posee su propio lenguaje de programación GDScript, similar a Python, lo cual lo hace bastante accesible a nuevos desarrolladores.

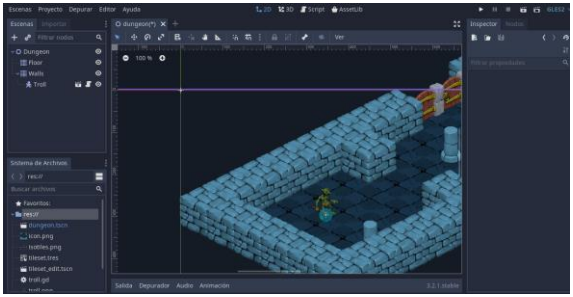


Figura 34: Entorno de desarrollo en el motor de desarrollo de juegos Godot Engine.

Tabletopia: Arena en línea para jugar juegos de mesa, Tiene un editor de juegos para crear juegos de mesa desde cero. Muy básico, no se programa nada.

Stencyl: Stencyl ofrece una manera fácil de comenzar a crear juegos para dispositivos móviles y la web, pero algunos límites de codificación y publicación reducen su utilidad.

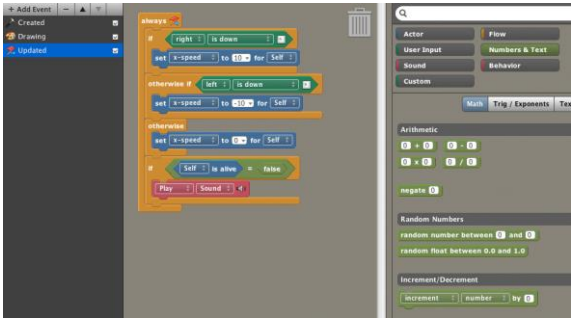


Figura 35: Espacio de programación por bloques, en el motor de desarrollo de juegos Stencyl.

3.3.2 Selección de la herramienta

El general el equipo apostó por utilizar el motor Unity para el desarrollo del proyecto en cada una de sus fases, las principales ventajas son la robustez y la capacidad que entrega el motor a la hora de construir proyectos y juegos de una escala media a grande, además se considera que Unity es un motor con una popularidad considerable, por lo que es común encontrar soluciones a problemas particulares y además de existir gran oferta de desarrolladores con conocimiento en esta herramienta.

Dentro de las desventajas podemos observar que no es una herramienta muy ágil y requiere un proceso de aprendizaje intermedio para poder realizar proyectos de un nivel de complejidad simple. Otra desventaja que se observa es que el propio sistema de interfaces es limitado en las herramientas para construir interfaces sin requerir ser extendidas mediante código.

Figura 36 Unity permite el desarrollo de escenas de alta fidelidad como proyectos de gráficos 2D y 3D de menos exigencia.

3.3.3 Preparación de recursos GUI

Con el fin de poder utilizar los elementos de GUI creados en las maquetas se deben crear un complido de elementos visuales en una sola textura, esto es conocido como un *sprite sheet* o un sprite atlas, esto ayuda a utilizar recursos de forma óptima dentro del propio juego además de ordenar los componentes según ciertos criterios,

en caso del proyecto Quesix tiene sentido agrupar los elementos de UI en categorías basados en interacciones.

Figura 37: Elementos de GUI finales para el juego Quesix.

Al momento de exportar los recursos de GUI se organiza un atlas, tal como se observa en el ejemplo siguiente:

Figura 38: SpriteSheet (Tabla de Sprites) para la integración de los gráficos en el juego.

En el atlas se puede empacar todos los fragmentos de imagen que serán utilizados en el juego, a estos fragmentos se les suele llamar “sprites”. En el caso de atlas creado en una etapa inicial, todos los elementos se encuentran en el mismo archivo y no están organizados, esto debe ser corregido en iteraciones posteriores. Dentro de las buenas prácticas para mejorar una la organización de los atlas es separar los componentes de GUI en cada textura, en este caso si hay un set de botones serán guardados en su propio archivo con el nombre “buttons_01_normal_packed.png” para el ejemplo de un atlas de solo botones, tal y como se muestra en la figura siguiente.

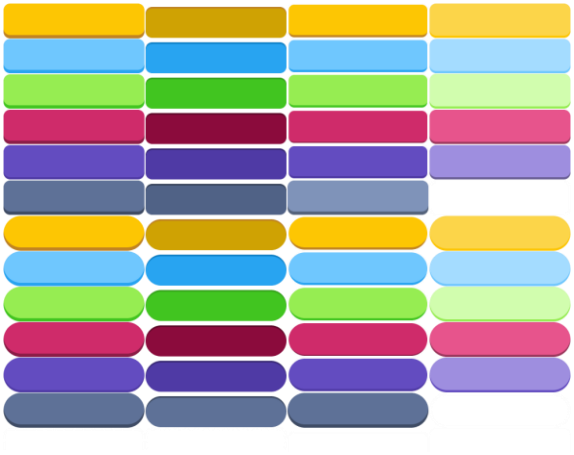


Figura 39: Spritesheet optimizado para utilizar el mayor espacio disponible.

Diseño de Iconos: El diseño de iconos está focalizado en aspectos concretos del juego Quesix además de los elementos que fueron creados como utilidad para los menús, además de los avatares mismos de los jugadores. En aspectos estéticos se utilizó para la mayoría de los elementos un contorno blanco, para facilitar la legibilidad de las figuras.

Figura 40: Diseños de iconos finales del juego Quesix.

3.3.4 Diseño de conceptos de elementos 3D

Ya que la versión del Quesix se está diseñando para una plataforma de escritorio, ya sea en sistemas operativo Windows, macOS o alguna distribución de GNU/Linux, cualquiera sea el caso, esto permite aprovechar las capacidades de un computador y poder implementar el tablero de modo tridimensional, por lo tanto, en las fases de decisión y programación, los

estudiantes podrán ver en un entorno tridimensional su posición.

Los elementos base del juego que requieren ser diseñados se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 2: Lista de elementos 3D que se diseñaron y sus requerimientos correspondientes.

Requerimentos de material 3D	
Recurso 3D	**Requerimiento**
Nave del Jugador	Reconocible y distinguible del entorno. Puede variar sus colores para cada jugador. Mayor nivel de detalle que el resto de elementos.
Trampas	Distinguirse como un objeto peligroso y no deseado, llamativo, pero no mayor al del recolectable
Queso	Puede ser usado algún recurso externo. Debe ser llamativo y deseable para el jugador a primera vista.
Tablero	Similar a un tablero de ajedrez y
Entorno	General un ambiente espacial, de superficie lunar, con un bajo nivel de detalle comparado

Obtenido los requerimientos se procede a esbozar los conceptos de los recursos tridimensionales.

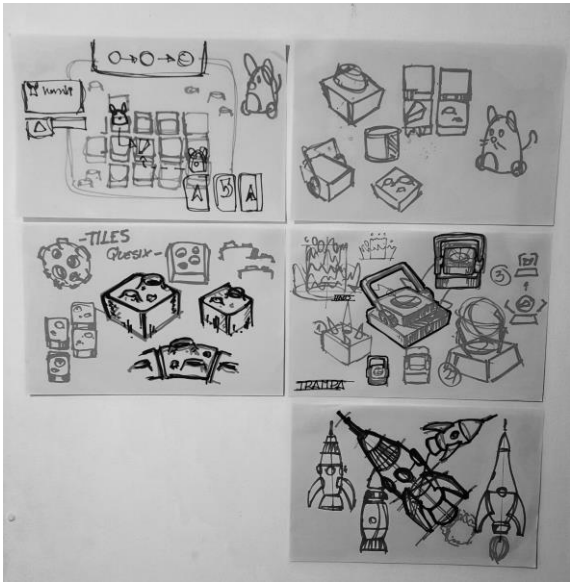


Figura 41: Bosquejos e ilustraciones para el diseño de los modelos 3D.

Posterior a la ideación se pasa a una fase de limpieza y refinamiento de los conceptos para ser presentados al equipo para ver si las ideas se encuentran en línea con el concepto base del Quesix.

Figura 42: Refinamiento de conceptos, presentación y selección de las mejores ideas para su diseño 3D posterior.

3.3.5 Preparación de modelos 3D

En esta fase se construyen los recursos y modelados tridimensionales del juego, basados principalmente los diseños de conceptos creados en secciones anteriores.

Para el diseño de los elementos tridimensionales del juego, se utilizó el software Blender 3D en su versión 2.90, como principal de modelación y composición. Blender 3D es un software de modelación y renderizado 3D que ha ido tomado gran alcance desde 2018, posee características completas para el modelado de objetos para videojuegos, dentro de los métodos de trabajo que se utilizan en general en videojuegos se prefiere la utilización con la menor cantidad de polígonos posibles y en general cuando se requiere una mayor cantidad de detalles se suele utilizar técnicas que aplican texturas que representan la información de cómo la luz debe interactuar con las superficies.

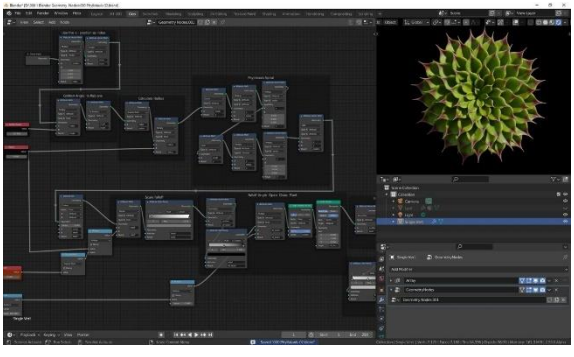


Figura 43: Entorno de trabajo del software de modelado tridimensional Blender 3D.

En el caso de Quesix, se busca tener una apariencia estilizada por sobre una realista (Maxwell, 2020). Para lograr tal efecto en general se utilizan colores planos o texturas con gradientes y poco reflectivos, en algunos casos se aplican modificaciones en el motor de iluminación, en tal caso, se debe aplicar una vez

se tenga el modelo tridimensional importado en Unity o el motor de juego a elección.

Para el texturizado y los materiales se utilizó *Substance Painter*, como una herramienta complementaria, permite crear material personalizados y texturas de alta calidad, no es un paso obligatorio dentro del proceso pero que entrega mejores resultados en el acabado de los materiales y el resultado final.

Modelo del escenario: Diseño de los bloques que componen el entorno, se seleccionan dos tipos de materiales que van intercalados para lograr un efecto de tablero de ajedrez.

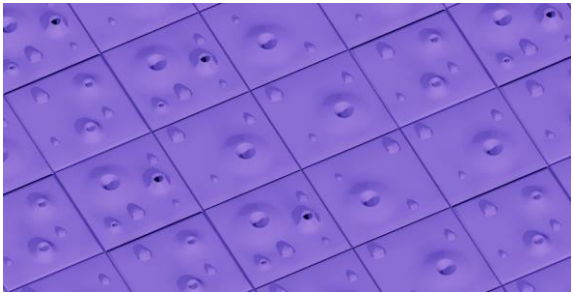


Figura 44: Propuesta base de baja resolución para bloques del tablero.

Modelo de la nave del jugador: El diseño de la nave está inspirado en el modelo del robot utilizado en la versión original del juego y un cohete espacial.

El modelo está compuesto de dos mapas de texturas, uno para el cuerpo principal y otro para los detalles y las partes que simulan una nave espacial.

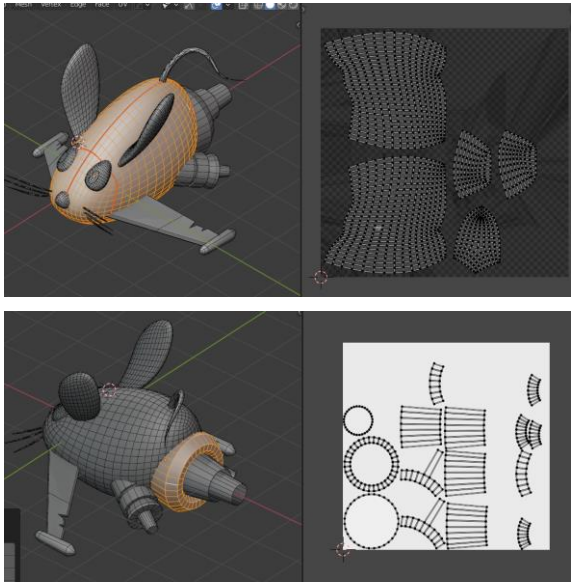


Figura 45: A) Vista isométrica frontal, y proyeccion del mapa UV del cuerpo de la nave. B) Vista isometrica posterior de la nave y proyeccion UV de los componentes secundarios.

Se preparan las texturas proyectando la geometría en un plano, proceso que se llama *UV*

Mapping o *UV Projection* (Proyección de UVs), en caso de aplicar un material en base a texturas es necesario haber realizado este paso previamente.

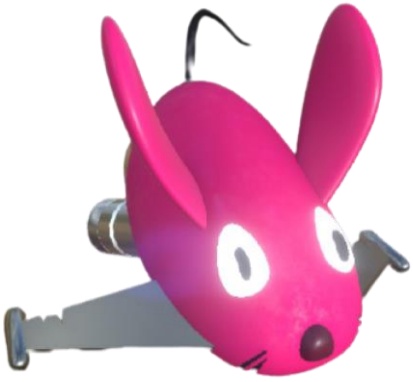


Figura 46: Resultado final del modelo de la nave, con texturizado y materiales aplicados.

Se puede observar el resultado del modelo después de haber sido texturizado. Posterior a ello se crea una animación simple y repetible, su utilidad es para dar la apariencia de movimiento del jugador además de centrar la atención del jugador en los elementos que se están moviendo constantemente.

Modelo de las trampas: En base a los conceptos de trampas que se diseñaron, se procede a modelar la versión final de la trampa, en este caso se crean dos animaciones, una de disparo y otra de regreso.

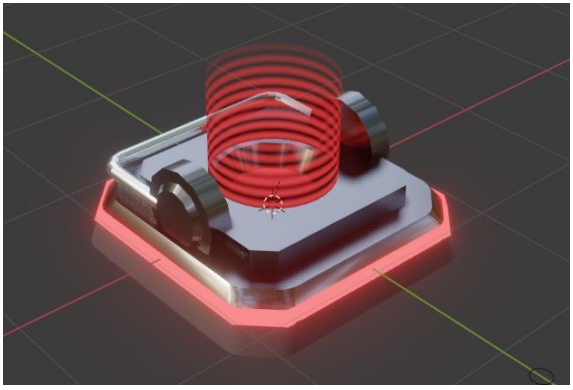


Figura 47: Modelo de la trampa, representación temporal en el entorno de modelado 3D Blender.

Como se puede ver en la figura anterior, se crean además dos materiales, uno metálico y otro del tipo emisivo.

Mockup final: Con fines de muestra, se crean una escena de prueba en el software Blender simulando el resultado esperado en el motor de juego. tal y como se observa en la figura siguiente.

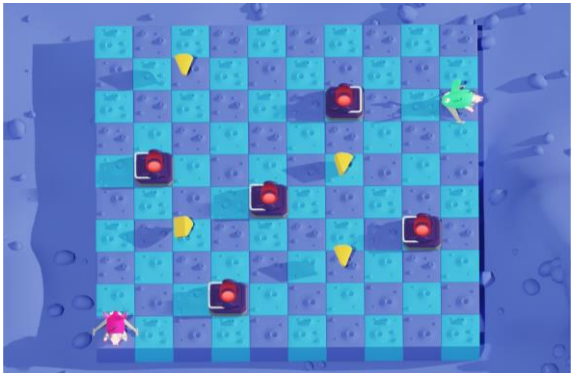


Figura 48: Renderización de maqueta del apartado visual del tablero, se espera poder replicar la calidad visual en el motor de juego.

3.3.6 Integración en Unity

Fase destinada a importar y componer las escenas que serán parte del Quesix en sí.

Importación de modelos 3D: Ya diseñado y aprobado los modelos finales del juego, se procede a importar los recursos al motor de desarrollo en este caso Unity, el proceso implica crear un archivo de intercambio bajo el estándar FBX, El estándar usado permite intercambiar información de topología, animaciones y materiales del modelo 3d original, por lo que es un método bastante estándar en la industria, cabe destacar que las texturas e imágenes usadas deben ser importadas por separado.

Composición de escena: Se componen el tablero de manera similar al de un tablero de ajedrez y se crea un terreno que será el entorno y ambiente del juego.

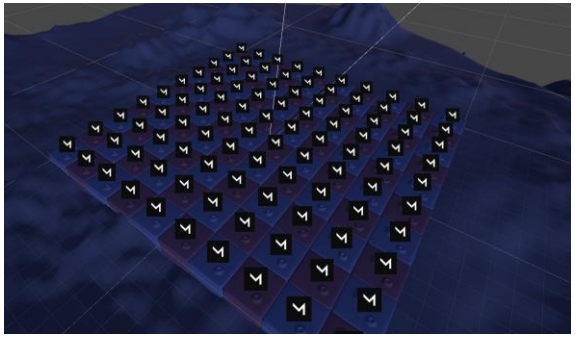


Figura 49 Maqueta visual, implementación en el motor de juego, sin iluminación aplicada.

Posterior a ello se ajusta la iluminación global y se agregan los elementos del juego, simulando una maqueta de cómo se vería el juego en una partida normal.

Figura 50: Diseño de la escena del juego, integrado completamente los elementos tridimensionales.

Configuración de los atlas para la GUI:

Se importan los elementos visuales del atlas, el proceso involucra ajustar las coordenadas de cada elemento

3.4 Posterior a la fase de desarrollo

Durante la fase de desarrollo, Gustavo B. es el encargado de la implementación y la programación de los sistemas del juego mientras que Carolina A. Se encarga del diseño del contenido del sistema. En ese periodo se corrigen y definen los elementos de GUI que pueden estar deficientes, se organiza el diseño instructivo, además de planificar la validación. tanto la validación como el UI KIT se profundizará respectivamente en los siguientes capítulos.

3.4.1 Diseño de instructivo

Debido a la potencial complejidad de Quesix y considerando las múltiples variables del juego se decide el diseño de un instructivo como material de apoyo, esto va de la mano con la implementación de un tutorial integrado en el propio juego a cargo del propio equipo de desarrollo.

Deben considerarse para el instructivo el explicar el carácter competitivo y cooperativo del juego; los elementos del tablero; la fase de preparación; las fases de programación y preguntas, además de las condiciones para la victoria u objetivos del juego.

Se procede a redactar un borrador que detalle a completitud los aspectos del juego pero se hace hincapié en el uso de un lenguaje informal y en

primera persona, pensando que va principalmente dirigido a niños.

La estética de las gráficas se asemeja a los elementos de GUI creados para el propio juego, utilizando imágenes pre renderizadas de los recursos del juego, esto con el fin de dar un carácter gráfico con la información mostrada además de familiarizar al usuario con la estética creada.

Figura 51: Estilos y formatos en los cuales el instructivo este diseño, se aprovechan los elementos gráficos de la interfaz.

La estructura del manual comienza definiendo la premisa y los objetivos del juego. Se definen el tablero, los componentes del tablero, así como los roles del jugador.

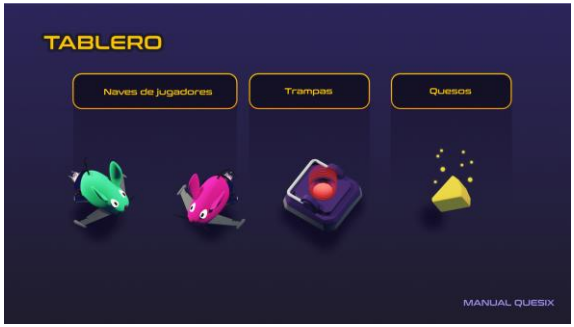


Figura 52: Pagina del instructivo, muestra de los elementos del juego.

Se explican cada una de las fases del juego y las acciones que cada jugador puede hacer. Se considera el orden del ciclo de juego en este apartado, fase de decisión, fase de preguntas y en último lugar la fase de programación.

En los capítulos posteriores se abordará en detalle la fase de validación temprana con usuarios, sus resultados y oportunidades de mejoras para el proyecto.

CAPÍTULO 4 - VALIDACIONES

Durante esa fase del proyecto, la validación tiene como fin obtener datos y medir el impacto respecto a los objetivos de investigación que el contexto específico de esta tesis está enfocado a resolver cuestiones de experiencia de usuario y cómo este factor puede afectar en el aprendizaje en un contexto académico del aprendizaje computacional.

4.1 Consideraciones previas a la validación

4.1.1 Aspectos metodológicos

La dimensión actitudinal frente a la conductual: Esta distinción se puede resumir comparando "lo que dice la gente" con "lo que hace la gente", considerando que a menudo que los dos son bastante diferentes. El propósito de la investigación de actitudes suele ser comprender o medir las creencias declaradas de las personas, este enfoque es útil para el descubrimiento de nuevos postulados por sobre la validación de hipótesis previas.

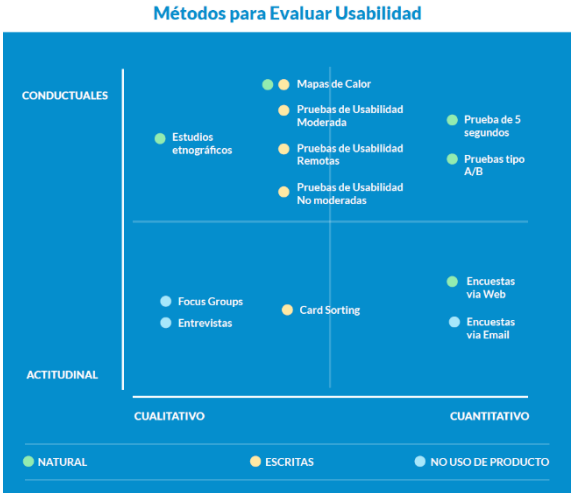


Figura 53: Escala de métodos y herramientas para la medición de experiencias de usuario. ver anexos H.

La dimensión cualitativa frente a la cuantitativa: La distinción aquí es importante y va mucho más allá de la visión estrecha de lo cualitativo como "abierto" como en una pregunta de encuesta abierta. Más bien, los estudios que son de naturaleza cualitativa (Nielsen Norman Group, 2018) generan datos sobre comportamientos o actitudes basados en la observación directa, mientras que, en los estudios cuantitativos, los datos sobre el comportamiento o las actitudes en cuestión se recopilan indirectamente, a través de una medición o un instrumento como una encuesta o una encuesta. herramienta analítica (Cardello, 2013). En estudios de campo y estudios de usabilidad, por ejemplo, el investigador observa directamente cómo las personas usan (o no) la tecnología para satisfacer sus necesidades. Esto les da la capacidad de hacer preguntas, investigar el comportamiento o posiblemente incluso ajustar el protocolo del estudio para cumplir mejor con sus objetivos. El análisis de los datos no suele ser matemático.

Por el contrario, los conocimientos sobre métodos cuantitativos suelen derivarse del análisis matemático, ya que el instrumento de recopilación de datos, por ejemplo, una herramienta de encuesta o un registro del servidor web; captura cantidades tan grandes de datos que se codifican numéricamente fácilmente.

Debido a la naturaleza de sus diferencias, los métodos cualitativos son mucho más adecuados para responder preguntas sobre por qué o cómo solucionar un problema, mientras que los métodos cuantitativos responden mucho mejor a

cuántos y cuántos tipos de preguntas. Tener tales números ayuda a priorizar los recursos, por ejemplo, para enfocarse en los problemas con el mayor impacto. El siguiente cuadro ilustra cómo las dos primeras dimensiones afectan los tipos de preguntas que se pueden hacer:

Figura 54: Aspectos a considerar al realizar análisis de carácter cualitativo, modelo para articular preguntas de interés.

El contexto del uso del producto

Este criterio de distinción tiene que ver con cómo y si los participantes en el estudio están utilizando el producto o servicio en cuestión. Esto se puede describir como:

Guiado - sobre el uso del producto:

Se realiza un estudio con guion del uso del producto para enfocar la información en aspectos de uso específicos, como en un flujo recientemente rediseñado. El grado de creación de un guion puede variar bastante, según los objetivos del estudio. Por ejemplo, un estudio de evaluación comparativa suele tener un guion muy estricto y de naturaleza más cuantitativa, de modo que pueda producir métricas de usabilidad fiables.

No usar el producto durante el estudio

Los estudios en los que no se utiliza el producto se llevan a cabo para examinar cuestiones que van más allá del uso y la usabilidad, como un estudio de la marca o comportamientos culturales más amplios.

Un híbrido de los anteriores: Los métodos híbridos utilizan una forma creativa de uso del producto para alcanzar sus objetivos. Por ejemplo, los métodos de diseño participativo permiten a los usuarios interactuar y reorganizar elementos de diseño que podrían ser parte de la experiencia de un producto, con el fin de discutir cómo las soluciones propuestas cubrirán mejor

sus necesidades y por qué tomaron ciertas decisiones. Los métodos de prueba de conceptos emplean una aproximación aproximada de un producto o servicio que se centra en lo que proporciona (y no en los detalles de la experiencia) para comprender si los usuarios quisieran o necesitan tal producto o servicio.

4.1.2 Pruebas Moderadas o no moderadas:

Moderada presencial: Esta prueba se lleva a cabo en una sala privada con un grupo de participantes. El moderador asigna las tareas a realizar y toma notas del comportamiento de los participantes durante la prueba.

Prueba remota: Los participantes acceden al prototipo de forma remota y el moderador asigna las tareas en *streaming*. Mediante un software, la voz del participante, la actividad de la pantalla y sus expresiones faciales son grabadas.

Pruebas no Moderadas: Los participantes reciben un enlace con la información para acceder al prototipo, junto a un documento explicativo de la sesión y las tareas asignadas para realizar la prueba.

4.1.3 Validación de usabilidad del estudiante mediante System Usability Scale (SUS)

La escala de usabilidad del sistema, abreviado SUS, proporciona una herramienta confiable y rápida para medir la usabilidad. Consiste en un cuestionario de 10 ítems con cinco opciones de respuesta para los encuestados; de “Totalmente de acuerdo” a “Totalmente en desacuerdo”. Creado originalmente por John Brooke (1995) , le permite evaluar una amplia variedad de productos y servicios, incluidos hardware, software, dispositivos móviles, sitios web y aplicaciones (Sauro, 2011).

4.1.4 Beneficios de usar un SUS

SUS se ha convertido en un estándar de la industria, con referencias en más de 1300 artículos y publicaciones. Los beneficios señalados de usar SUS incluyen que:

- Es una escala muy fácil de administrar para los participantes.
- Se puede utilizar en muestras pequeñas con resultados fiables.
- Es válido: puede diferenciar eficazmente entre sistemas utilizables e inutilizables.

4.1.5 Consideraciones al usar un SUS

Si se está considerando usar un SUS, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

El sistema de puntuación es algo complejo de implementar.

Existe la tentación, cuando miras las puntuaciones, ya que están en una escala de 0-100, de interpretarlas como porcentajes.

La mejor manera de interpretar la escala SUS, consiste en "normalizar" las puntuaciones para producir una clasificación porcentual.

SUS no es diagnóstico: se utiliza para clasificar la facilidad de uso del sitio, la aplicación o el entorno que se está probando y requieren una gran cantidad de muestras.

4.1.6 Aplicación de la escala de usabilidad del sistema

Cuando se usa un SUS, se les pide a los participantes que califiquen los siguientes 10 ítems con una de las cinco respuestas que van desde “Muy de acuerdo” a “Muy en desacuerdo”:

1. Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia.
2. Encontré el sistema innecesariamente complejo.
3. Pensé que el sistema era fácil de usar.
4. Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema.
5. Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas.
6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.
7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente.
8. Encontré el sistema muy complicado de usar.
9. Me sentí muy seguro usando el sistema.

10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder ponerme en marcha con este sistema.

SUS es particularmente relevante para la experiencia del usuario cuando desea comparar dos versiones de una aplicación que se basan en diferentes tecnologías. Le permite hacer esa comparación, al menos en lo que respecta a la usabilidad percibida. Debido a que SUS es prácticamente neutral desde el punto de vista tecnológico, puede seguir utilizándolo en las pruebas de usabilidad a medida que la tecnología evoluciona a lo largo de los años y no tiene que reinventar continuamente los cuestionarios.

4.2 Planificación evaluación de usabilidad

La propuesta se centra en planificar la realización de una prueba de usabilidad dirigido o etnografía moderada, en el cual se asigna un número determinado de objetivos de navegación que los participantes deben resolver.

Figura 55: Proceso para el diseño y la planificación de estudios de usabilidad, creado por K. Gallego.

4.2.1 Objetivo de la evaluación

Globales: Validar principios de usabilidad en torno a Quesix en apartados específicos. Se busco entender si el sistema de diseño utilizado es lo suficientemente amplio y flexible para ser considerado en otros proyectos sin tanto esfuerzo.

Particulares: Determinar errores en la navegación concretos en la experiencia, tanto percibidos por el usuario como observados.

Determinar los elementos de frustración respecto a las tareas, que tarea es complicada de manejar o genera confusión.

Validar criterios heurísticos en la interfaz de usuario y en el sistema de diseño, que componentes del diseño pueden inducir errores en la navegación, observados o percibidos.

Obtener *insights* (perspectiva o matices) perceptuales sobre la experiencia, entender a qué elementos o con qué otras experiencias pueden estar asociadas las actividades.

4.2.2 Métricas a considerar

Las métricas nos ayudan a validar los conceptos de diseño y nos dan objetividad al momento de debatir cambios en el diseño y en tomar decisiones basadas en resultados.

De carácter cuantitativo podemos considerar la completitud de las tareas y dificultad asociada, medida basada en escala *Likert*, donde se asigna una puntuación de 1 a 5 basado en la percepción del usuario. Indirectamente se considera el tiempo que toma cada tarea.

El análisis se realiza mediante la metodología SUS para evaluar el sistema completo, sobre 68 se considera usable, se puede considerar más cualitativa en algunos casos dependiendo de la metodología de análisis y la normalización.

De tipo cualitativas podemos encontrarnos con preguntas dirigidas a la asociación de la experiencia con otros juegos o app en particular, Si la temática es concordante con las áreas STEM y si el segmento o el tipo de usuario concuerda con el que está pensado.

De esta manera se plantean las siguientes preguntas:

¿A qué tipo de juegos asocias esta experiencia? ¿videojuegos o juegos de mesa? ¿Considera que es una buena alternativa a X juego, donde X es un juego con relativa popularidad en el segmento?

¿De qué crees que se trata el juego? ¿A qué temáticas asocia el juego? ¿Qué tan interesante considera la premisa si se busca llamar la atención de estudiantes de 6to básico?

¿A qué público crees que está dirigido? ¿A qué tipo de personas les gustaría este juego o verías jugando a menudo? (edad, género, nivel de conocimiento, intereses)

Se consultan los comentarios extras, la apreciación de la experiencia y consultar sobre dudas o preguntas.

4.3 Perfil del entrevistado y modelo de selección

Si bien el grupo de enfoque niños de educación básica específicamente de 6to básico, en segundo grupo es de profesores de educación básica o de áreas científico-humanista.

El enfoque de la validación se centra en probar de forma general el recorrido de la experiencia y no se restringe por el criterio de edad. Se puede sostener que el modelo de selección es de carácter no aleatorio y bajo un muestreo por conveniencia según las definiciones recopiladas de Explorable.com (2009).

En la definición de Trochim (s. f.) un muestreo aleatorio o no probabilístico es una técnica de muestreo donde las muestras son recolectadas en un proceso que no da a todos los individuos de la población las mismas oportunidades de ser seleccionados. Los sujetos de una muestra no probabilística generalmente se seleccionan sobre la base de su accesibilidad o por el juicio personal intencional del investigador.

Idealmente se busca en estos casos generar un muestreo del tipo “Bola de nieve”. Se realiza cuando hay un tamaño de población muy pequeño. En este tipo de muestreo, el investigador pide al sujeto inicial que identifique otro sujeto potencial que también cumpla con los criterios de la investigación. La desventaja de utilizar una muestra de bola de nieve es que apenas es representativa de la población, pero suele ser más dirigida bajo criterios específicos.

En el caso de la validación se opta por un modelo por conveniencia. Un muestreo por conveniencia es probablemente la más común de todas las técnicas de muestreo. Con el muestreo de conveniencia, las muestras se seleccionan porque son accesibles para el investigador. Esta técnica se considera más fácil, económica, requiere menos tiempo y en

particular no son suelen limitantes en investigaciones cualitativas.

4.4 Definición de tareas

Presentación: Presentar al equipo y presentar el contexto del proyecto. Dar a entender que es una prueba de un posible juego. No se dan a conocer muchos detalles del juego al comienzo, pero sí de los objetivos de la experiencia.

Dar a entender al jugador que objetivo de la evaluación es poner a prueba la interfaz y ver si hay posibles fallas, en ningún caso se busca evaluar al usuario y sus capacidades.

Se le presenta Quesix como un juego en desarrollo pensado en enseñar a niños de 6to a 8vo básico las bases del pensamiento computacional y la programación. La idea global es dar a entender que pueden evaluar la navegación dentro del mismo y principalmente los elementos de la interfaz de usuario: como botones, iconos, menús, y textos que se muestran.

4.4.1 Consideraciones al momento de la validar

Antes de evaluar es importante preguntar por el consentimiento para grabar la experiencia, y los fines que tendrá el material documentado, se requiere registrar la actividad en pantalla y lo que va diciendo el participante en cada sección y posteriormente las respuestas que entreguen.

Dar a conocer los tiempos de evaluación serán aproximadamente entre 15 a 30 minutos pero que no excederá los 45 minutos considerando el recorrido y las preguntas.

4.4.2 Preparación del material

Prototipo: Se construyó una versión simulada de la versión de juego, incluyendo algunas mejoras directas, se simulan el menú principal, la fase preguntas, la programación y el tablero de puntajes.

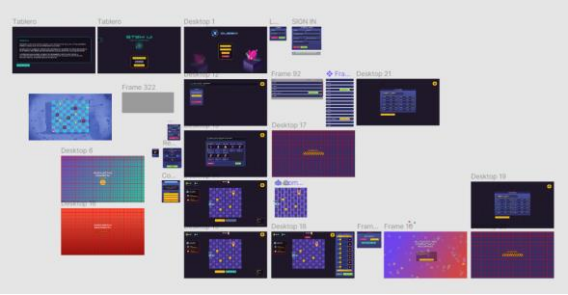


Figura 56: Rediseño del prototipo, optimizado para el proceso de validación con el usuario.

Se trabaja con un prototipo, una versión más acotada a la experiencia original, de carácter no funcional.

El jugador inicia el recorrido en el *login*. El jugador puede registrarse y acceder al menú de las opciones. Se finaliza cuando el usuario entra a una sesión de juego, pudiendo acceder a la pantalla inicial de decisión.

Responder preguntas: entrar al menú de responder preguntas y seleccionar hasta que responda la alternativa correcta

Simular la fase de programar: en la fase de programación y volver al menú y cerrar el juego.

Pautas de la evaluación: Se construye un guion de la experiencia de validación, considerando que es una evaluación etnográfica semi moderada, las pautas definen como se observará la interacción de las personas en una app o una maqueta simulando la interacción, pero el usuario tiene las libertades a la hora de navegar y emitir juicios y comentarios a respecto.

Formulario de evaluación SUS: Herramienta diseñada con el fin de que el usuario pueda evaluar la experiencia al final del recorrido, el formulario consta de preguntas generales para clasificar a grandes rasgos el segmento, luego se le presentan 10 preguntas de la escala SUS relacionadas con la interacción del con la interfaz de usuario y para finalizar.

Figura 57: formulario para la evaluación de usuario posterior al recorrido, realizado en Google Forms.

Formato para la selección de sujetos: Para la selección de participantes se crea una invitación y formulario de participación que será puesta en circulación mediante el método de selección comentado anteriormente.

4.4.3 Tareas destinadas a la validación

El usuario debe llegar al menú del partir el juego, navegando por el menú principal, se analiza la progresión y qué elementos son de interés para el jugador, una vez completado se le notifica al participante la completitud de la tarea y se le encarga la siguiente tarea.

En la segunda sección se simula la sección de preguntas y de decisión, el participante responderá las preguntas y obtendrá puntos hasta que pueda pasar al apartado siguiente, en esta sección se evalúa la reacción y el flujo en un apartado que corresponde directamente al juego en sí.

Finalmente, la tercera fase es la simulación de la fase de programación, donde el jugador debe llegar a conseguir el punto de victoria, tomando las decisiones.

4.5 Resultados de la validación

El proceso de validación se realizó durante el periodo de dos semanas y se lograron realizar alrededor de 15 entrevistas en total. Cada entrevista tuvo una duración máxima de 45 minutos.

Tiempo de la actividad y relación con la escala SUS

En promedio los participantes tomaron alrededor de 10:59 minutos en toda la experiencia, considerando que es una versión

de prueba, es consistente con la duración esperada.

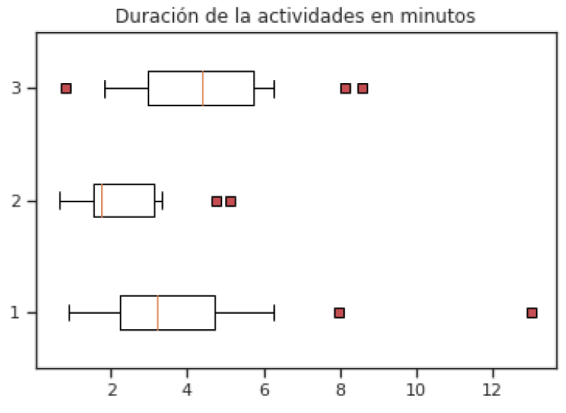


Figura 58: Tiempos en el desarrollo de cada fase. 1) Tiempo en los menús. 2) Tiempo en responder preguntas. 3) Tiempo en la fase de programación y corrección.

Respecto a la duración de las secciones, se desprende que en caso de la navegación por el menú principal toma más tiempo de lo considerado, en promedio los participantes les tomó alrededor de cuatro minutos navegar por el menú que en contraste con la actividad en su totalidad representa el 36 por ciento de la muestra. Respecto a escala SUS, en promedio se obtuvo un puntaje de 80.3, si bien se considera un puntaje sobre la media, esto da indicios que la interfaz da buena impresión, pero aún queda evaluar elementos concretos de la experiencia. Si se realiza una regresión lineal con los tiempos de actividad y la escala SUS se puede observar que la correlación de los elementos no es clara, prematuramente se puede concluir que son variables independientes, aun así, faltan datos para tener un acercamiento concreto en este apartado.

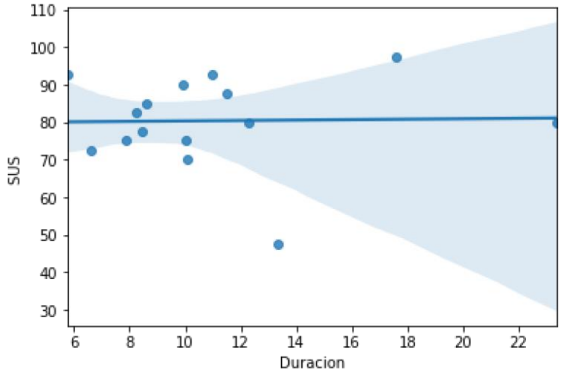


Figura 59: Escala SUS en función del tiempo promedio de duración de la experiencia, datos indican que no una interdependencia clara al respecto.

Codificación y resultados cualitativos: Apartado en el cual se busca hacer un análisis exploratorio de datos con el fin de generar descubrimientos sobre la percepción de los usuarios y el impacto que este puede tener en

aspectos de interés y conocimiento sobre las temáticas abordadas.

Fuentes documentales: Se recopiló material audiovisual de cada entrevista, cada una bajo previo consentimiento del participante, las fuentes documentales fueron transcritas bajo el criterio y segmentado las preguntas que se realizaron en las entrevistas, por lo tanto, cada sentencia se agrupó según sección en la cual se realizó la pregunta y a quién fue realizada la pregunta.

Conceptos previos de búsqueda: El objetivo de la búsqueda fue recopilar criterios con el que el participante asocie la experiencia, inicialmente se construyen tres categorías de respuestas:

Referencias: El participante hace referencia a un juego o producto en concreto o a un género de juego que le llame la atención.

Ámbito Temático: El sujeto hace alusión aspectos visuales, sonoros, el concepto del juego o su trama. En algunos casos se busca la asociación directa con áreas STEM.

Segmento: El entrevistado comenta a quien cree que podría estar dirigido, define algunas características particulares del tipo de jugador.

Criterios descubiertos: Se realizó una primera lectura con el fin de extraer criterios que derivan de las preguntas base, el fin de esto es tener una visión preliminar de los temas principales que las personas comentan, ya sea sobre el juego o relacionado.

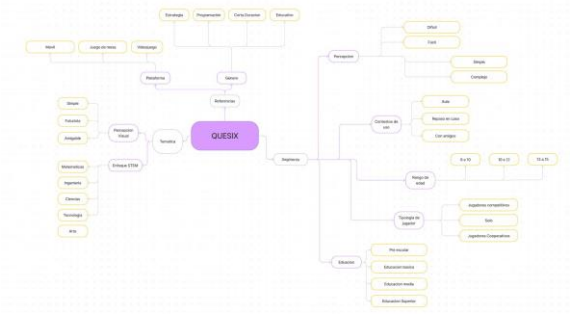


Figura 60: Árbol de conceptos descubiertos mediante el análisis cualitativo. Ver Anexos D.

Árbol de búsqueda: La estructura utilizada para búsqueda de conceptos se organiza desde los grupos de búsqueda o preguntas y luego se clasifican en criterios de conceptos.

Se creó una base de datos no estructurada de los conceptos descubiertos, los criterios y los grupos respectivamente en un archivo bajo la notación JSON (*javascript object notation*).

```
"conceptos": {
 "pregunta_1": {
  "programación": {
   "code": [
    "Programación",
    "Programacion",
    "programación",
    "programacion",
    "código"
   ],
   "criterios": "Programación"
  },
```

Figura 61: Ejemplo de objeto concepto y los codigos asociados.

En el ejemplo se puede observar el formato de la base de datos para el objeto que define al concepto de “programación” con los códigos o palabras asociadas a su búsqueda, además se asocia a un criterio descubierto en concreto. Esta estructura permite jerarquizar la información en un modelo de árbol además de cuantificar la predominancia de ciertos conceptos.

El que exista predominancia implica que al usuario le preocupan ciertos factores por sobre otros, ósea que se puede considerar que no solo se tienen la relación de conceptos sino también la importancia para el usuario.

Bajo esta metodología los conceptos más importantes para el usuario son los que muestran que hay un interés en integrar el proyecto en otras áreas que no necesariamente están relacionadas con el aula, por ejemplo, se comenta mucho sobre las áreas creativas, artísticas y su vínculo con la programación. La integración en dispositivos móviles o su versión en juegos de mesa.

Respecto a la percepción de los participantes, se pueden considerar dos aspectos, la percepción visual y la percepción del desafío.

La percepción visual, se refiere a qué aspecto estético relaciona el usuario al juego, en este apartado se observa que los participantes perciben el acabado como simple, futurista o amigable.

La percepción del desafío, los usuarios consideran dos dimensiones del desafío. La primera dimensión es sobre la complejidad percibida, asociado a cuánto tiempo les a tomar entender el juego, mientras más complejo, más tiempo se tardan en comprender las técnicas básicas, en general este aspecto puede estar vinculado con la carga cognitiva que involucra la cantidad de reglas y sistemas de Quesix. La segunda dimensión se asocia a la dificultad, esto se relaciona con la naturaleza competitiva del juego, el requerir estar coordinado y la necesidad de competir con otras personas, puede agregar ciertas capas de frustración y presión a los usuarios menos experimentados.

4.5.1 Requerimientos desde la validación

La retroalimentación directa de los usuarios, aparte de entregar datos sobre el conocimiento o interés en las áreas STEM y el pensamiento computacional, entregó ciertas luces sobre la implementación y las propias mecánicas Quesix que pueden ser mejoradas en su versión final.

Algunos entrevistados sostienen que el concepto de Quesix como juego exige la existencia de un intermediario que gestione las partidas, en este caso el profesor tiene el deber de cumplir este rol en caso de querer implementar Quesix en el aula. pese a ello, no existe la posibilidad de jugar libremente el juego sin que exista el rol de quien crea los grupos, por lo tanto, si existe el interés desde los alumnos de querer utilizar Quesix para estudiar de forma lúdica o simplemente jugar,

Se sugiere implementar un sistema para proponer y crear preguntas personalizadas, en general beneficia al hecho de que, un número limitado de preguntas puede afectar la experiencia, ya que estas se pueden repetir.

En conclusión, sobre este apartado, se puede inferir que el sistema si bien busca un beneficio en la enseñanza del pensamiento computacional, su diseño cerrado y poco flexible pueden entorpecer el objetivo que busca. En el caso de querer implementar o distribuir la experiencia en una escala mayor, puede requerir una refactorización de los sistemas más complejos del juego.

4.5.2 Consideraciones con la interfaz de usuario

Las observaciones sobre la interfaz de usuario son bastantes precisas sobre los elementos que son deficientes o requieren mejoras. No queda claro.

El panel de programación es confuso en el orden de ejecución y además cada icono de movimiento no es suficiente para entender la acción que realiza. Se sugiere en este caso realizar una iteración en el diseño del panel, implementando una numeración que explicite el orden de ejecución y que entregue un *feedback* del orden correcto. Por otro lado, se evalúa la opción de implementar un tutorial integrado en el juego, que permite enseñar de manera simple las tres mecánicas más importantes del juego, programar movimientos, revisar movimientos y responder preguntas.

Otro de las implementaciones que fueron sugeridas incluyen la incorporación de un sistema de recompensas o reconocimiento en base al desempeño de cada jugador, en el caso de Quesix se consideran distinciones como, el mejor piloto, mejor copiloto y el que responde más respuestas correctas, este incentivo podría ser un complemento al actual sistema de tablero de ranking que ya se encuentra implementado.

CAPÍTULO 5 - SISTEMA DE DISEÑO

En esta sección se abordará la construcción del sistema de diseño que será la base de la experiencia de usuario para el proyecto Quesix,

Se abordará en el cierre de la sección respecto a si el Sistema de Diseño puede aplicarse a otros ámbitos del área de la enseñanza, que tanto se puede extender, qué elementos se deben tomar en cuenta para extender y aterrizar la propuesta a un UI KIT.

Figura 62: Núcleo del marco de pensamiento para la creación del sistema de diseño. Ver Anexos I.

5.1 Sistemas de diseño

Un Sistema de Diseño o *Design System* es una forma de definir estándares coherentes y centrados en abordar ciertos aspectos de la experiencia de usuario de manera específica, permite plasmar los métodos y procedimientos para llegar a los resultados deseados y construir

interfaces que trabajan de forma óptima y cohesiva.

Las implicaciones de abordar la creación de un sistema de diseño y su correspondiente KIT de UI son en gran medida que requieren una validación de profesionales, y tentativamente una validación comercial en el aspecto en que tanto se puede empaquetar y generar valor con el sistema.

5.1.1 Referentes de sistema de diseño

Considerando el artículo de Némethi (2021), aquí se presenta la problemática de que en general en la industria de desarrollo de videojuegos no se le da importancia a la interfaz de usuario, hasta fases bien avanzadas del proyecto. Por ello se pueden observar que, si bien existen excelentes referentes de interfaces en la industria de videojuegos, no existen esfuerzos notables por hacer sistemas de diseño o por lo menos no son visibles como los referentes de la industria del diseño Web.

De los pocos referentes que existen de la industria de videojuego se destacan herramientas como *rguistyler, una librería o colección de elementos de GUI creada por raylib, su enfoque se centra en la ligereza y su implementación está pensada para motores de juegos basados en el lenguaje de programación C++.*

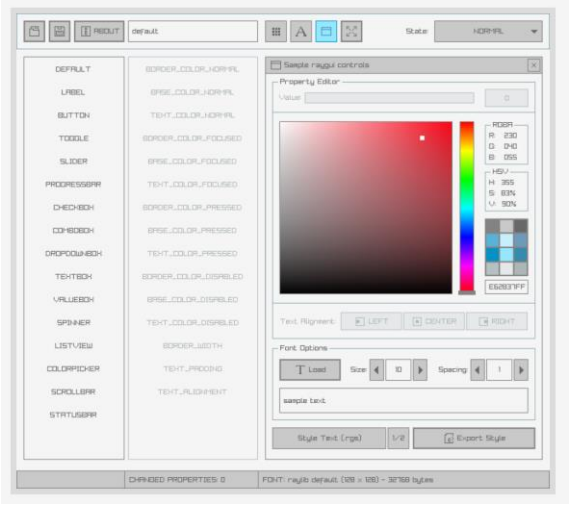


Figura 63: Vista general de los elementos de interfaz y estética de diseño de raylib.

Se considera como referencia también el modelo de caja implementado en motores de juegos ya mencionados como Unity, Unreal engine y Godot. El modelo de caja y anclajes implica la existencia de una caja contenedora que pose propiedades como márgenes,

espaciado y puntos de anclaje en sus padres, si bien no es un muy modelo flexible a la hora de resoluciones, funciona a la perfección cuando se conoce de antemano las proporciones de pantalla, además de ser un modelo que aprovecha el hecho que la mayoría de los elementos gráficos que se utilizan en videojuegos son texturas y no son generados de manera matemática como puede ser en web.

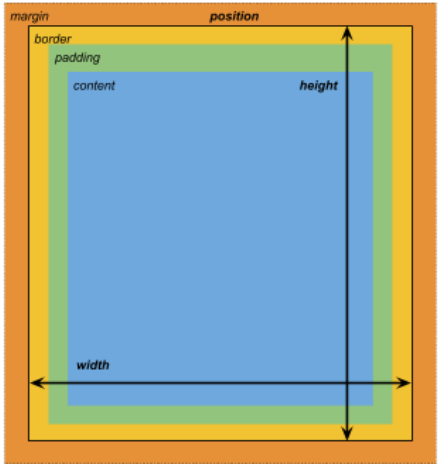


Figura 64: Estructura del modelo de caja, utilizado en web, aplicaciones y videojuegos.

De los referentes que no son de la industria de videojuegos podemos destacar los tres sistemas de diseño más populares hoy en día: “Google Material Design”, “Apple Human Interface Guidelines” y “Microsoft Fluent Design System”.

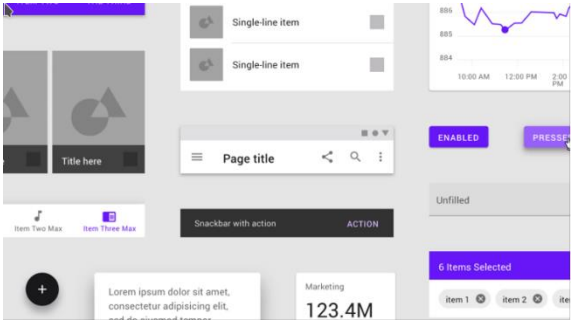


Figura 65: Componentes en el sistema de diseño de Google "Material Design"

El sistema de Google “Material Design” es compartido públicamente. Google allanó el camino para que muchos lo siguieran en su momento. La atención al detalle y la simplicidad son características de este sistema. Dieron orden y significado a los principios de diseño atómico sobre los que se basan todos los sistemas de diseño en la actualidad. Sus objetivos de su sistema de diseño son:

- Crear un lenguaje visual que sintetice los principios clásicos del buen diseño con la innovación y posibilidad de la tecnología y la ciencia.

- Desarrollo un único sistema subyacente que unifique la experiencia del usuario en todas las plataformas, dispositivos y métodos de entrada.
- Expanda el lenguaje visual de Material y proporcione una base flexible para la innovación y la expresión de la marca.

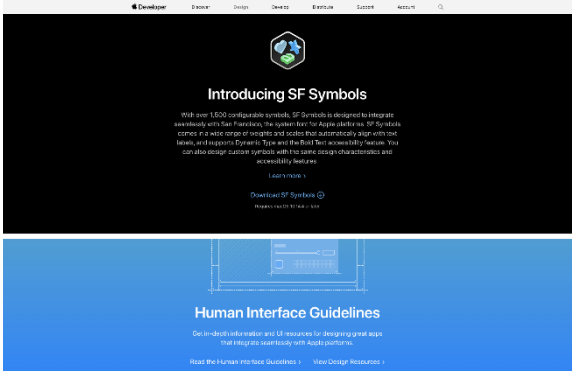


Figura 66: Apple "Human Interface Guideline", Sistema de diseño de Apple.

El sistema de diseño de Apple. La filosofía de diseño de Steve Job consta de seis pilares:

1. Artesanía, sobre todo: atención meticulosa al detalle y precisión
2. Empatía: un proceso que enfatiza la empatía con las necesidades del usuario y una conexión íntima con los sentimientos del cliente
3. Enfoque: Eliminar todas las oportunidades sin importancia
4. Imputar: las personas se forman una opinión sobre una empresa o producto basándose en las señales que transmite
5. Amabilidad: reconocen que los dispositivos de alta tecnología pueden ser amigables y accesibles y atraer tanto a los usuarios principiantes como a los avanzados.
6. Encontrar la simplicidad para el futuro en metáforas del pasado- La simplicidad del diseño debe estar vinculada a hacer que los productos sean fáciles para nosotros.

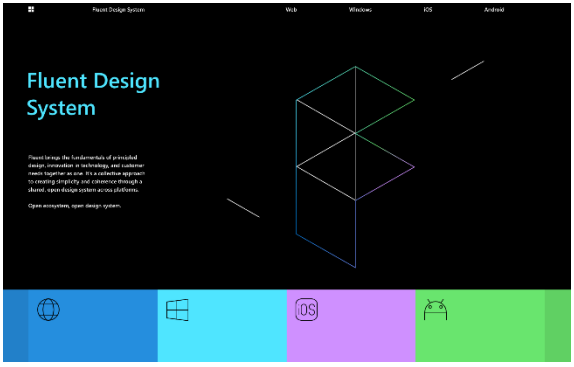


Figura 67: Microsoft "Fluent Design System", Sistema de diseño de Microsoft, centrado en la accesibilidad.

La metodología de diseño inclusivo de Microsoft nace de entornos digitales. Permite y aprovecha toda la gama de diversidad humana. Los diseñadores de Microsoft buscan exclusiones y las utilizan como oportunidades para crear nuevas ideas y diseños inclusivos. Sus principios son: Reconocer la exclusión; resolver para uno, extender a muchos y Aprender de la diversidad.

Si bien estos sistemas de diseños son completos, armónicos visualmente y accesibles, hay que considerar que son los sistemas de diseños de compañías líderes en el mercado y sus sistemas de diseño han ido evolucionando continuamente. Debemos considerar que además estos sistemas de diseños no están pensados para ser implementados en videojuegos en una primera instancia.

5.1.2 Diseño atómico

Atomic design o diseño atómico es una metodología creada por Brad Frost que consiste en dividir los componentes de una interfaz a su mínima expresión.

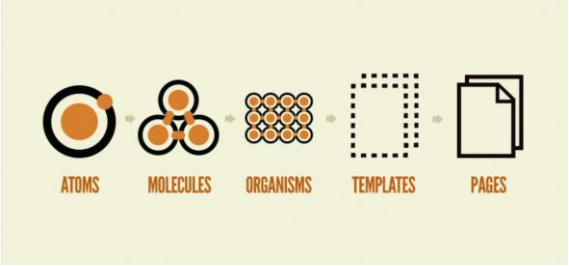


Figura 68: Estructuras que conforman el modelo de diseño atómico.

Átomos - Unidad mínima de interacción: Son aquellos elementos más pequeños o con una jerarquía menor. Un átomo es aquel elemento que no tiene sentido por sí solo y necesita ser acompañado por otros átomos para tener sentido. Un ejemplo de un átomo podría ser un título, un texto, un área, un icono, una línea. El átomo debe ser nombrado, definido y acotado con márgenes para conocer cómo se comporta al ser juntado con otros átomos y no crear una lucha entre ellos.

Moléculas - Componentes funcionales Cuando dos o más átomos se juntan, crean moléculas. Las moléculas son el mínimo elemento que empieza a poder ser usado de manera aislada. Una molécula ofrece información suficiente como para guiar una

acción dentro de la interfaz. Se debe evitar sobrecargar la molécula de átomos. Éstas son secciones en nuestra interfaz, una cabecera, un *footer*, un post, etcétera. Como ocurre con los átomos, la molécula debe ser definida y acotada de nuevo para poder saber cómo se comporta en convivencia con sus semejantes.

Organismos: Formados por dos o más moléculas, los organismos forman una sección o parte de nuestro producto. Los organismos ofrecen una experiencia completa al usuario. En productos digitales sencillos como una web, organismos serían todas aquellas páginas (*home, contact, about, etc*.) que la forman.

Layout - Diagramación o plantilla:

En esencia, lo que consideraríamos "plantillas" dentro del *Atomic Design* no dejarían de ser los *wireframes*: una unión de distintos organismos que forman una página o una aplicación. Se trata de un entregable de alta fidelidad, pero que no termina de ser el diseño final, se trata del "esqueleto" de la aplicación o página web.

Vista, Interfaz o página: Este es el último nivel del *Atomic Design*. Son en realidad el diseño final que ya contiene las imágenes y otros detalles que hacen que ese archivo ya esté listo para el desarrollo o, en su defecto, test con usuarios o el equipo.

Sistema: El sistema, por lo tanto, sería el todo. La web, aplicación, software o cualquier producto digital que estemos construyendo.

5.2 STEM UI: Propuesta de sistema de diseño

Parte del proyecto busca como objetivo construir y desarrollar una experiencia de usuario coherente para las necesidades y comportamientos del grupo usuario, por ende, una de las principales formas o métodos es poder entregar tanto los principios de diseño como las herramientas de desarrollo a otros profesionales con el fin que puedan expandir y utilizar tales principios a su favor.

Figura 69: presentación de STEM UI, kit de UI en base a los principios definidos y el proyecto Quesix.

El sistema de diseño que se busca implementar ahora llamado STEM UI está centrado en la generalización de proyectos, ya sean experiencias interactivas o videojuegos que estén centrados en acercar a los jóvenes a las áreas que involucren un contenido de aprendizaje STEM, sin excluir necesariamente a proyectos que tengan otros fines, ya sea comercial o recreativo, dicho lo anterior, lo principal es articular la raíz y los lineamientos que sustentan al STEM UI.

Dada la naturaleza del proyecto, uno de los principales soportes y las base será implementar la filosofía de las comunidades FOSS, un sistema de diseño que pueda en un primer momento beneficiar a la comunidad de desarrolladores y diseñadores y estos mismos puedan colaborar para mejorar y derivar a nuevos proyectos; para ello es fundamentar en gran medida plantear los principios de diseño y restricciones de diseño, esto actuará como un marco de referencia en el cual poder trabajar y derivar a diversas soluciones.

5.2.1 Principios y lineamientos del Sistema de Diseño

Entendimiento universal: Debe estar pensado en el escaneo natural de las personas y utilizar una progresión jerarquizada de la información.

Se busca aplicar un entendimiento universal por ende cada elemento del sistema cumple un rol dentro de comunicación, basado en la premisa es que el jugador o usuario realizará un escaneo de la interfaz antes de dirigirse al contenido.

Empaquetamiento atómico: Existe una unidad mínima de interacción y la combinación de elementos darán resultado en unidades funcionales complejas. Este principio es heredado de "Atomic Design".

Principio de contenedor y capas físicas: Cada elemento de UI ocupa un espacio virtual medible ya sea relativo o absoluto a su contenedor. Un elemento funcional de la interfaz debe exponer sus límites físicos con el propósito de facilitar el entendimiento y lectura de la interfaz. Los componentes que estén en la misma jerarquía no pueden disponer del espacio que utiliza otro componente hermano.

La superposición de elementos frente a otros en un nivel inferior está definida mediante un modelo de capas, en las cuales se articulan y organizan los niveles de profundidad del sistema.

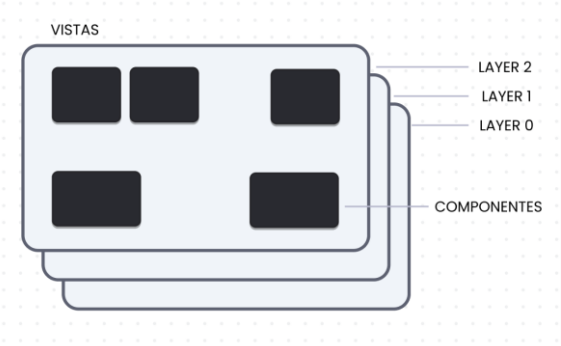


Figura 70: Estructura de capas y contenedores, los componentes del contenedor no se sobreponen excepto si se encuentran en capas distintas.

Jerarquización de contenido y grado su interacción

En el entorno de experiencia digitales y por ende en el de videojuegos se puede observar a día de hoy que presentan a sus usuarios un sin número de contenido de información multimedia tales como imágenes, texto, vídeos, animaciones, efectos, entornos 3D, etc., todo esto sin considerar aún los medios de interactividad que se pueden presentar como: entradas de mouse y teclado; mandos y controles; reconocimiento de audio y captura de video; sensores y periféricos; etc. Dada la observación anterior se desprende que deben existir elementos de interfaz destinados a mostrar información y contenido al usuario y otra categoría de interfaces dedicada a las interacciones, además que puede separar el contenido dada su naturaleza de la información, que puede ser de tipo estático o dinámico:

Contenido estático: contenido destinado a mostrar información que es invariable al jugador.

Contenido dinámico: contenido o datos que varían durante el ciclo de la experiencia, y

suelen ser efecto de la interacción del jugador o muestran algún cambio de estado dentro de la experiencia.

	Contenido estático	**Contenido dinámico**
Interacción Pasiva	Visualización, imágenes, lectura, identificación, todo contenido que requiere un tiempo considerable de compresión	Datos en tiempo real, puntajes, salud, temporizador
Interacción Directa	Notificaciones, PopUps, Elementos que interrumpen o requieren la atención directa del usuario	Botones, deslizadores, check box (cajas), casillas de texto, dropdowns, tabs

Tabla 3: Clasificación de elementos de interacción por tipo de contenido y según actividad. Se ejemplifica el tipo de componente en el rango de la clasificación.

Feedback basado en niveles de interacción: Basados en los principios de la experiencia de usuario, es necesario generar una respuesta a cada entrada que el usuario realiza, una respuesta que es proporcional al resultado de la acción del usuario y según el resultado que realmente entrega la experiencia. Considerando lo anterior podemos clasificar tipos de entradas como:

Reversibles: al realizar una acción, esta puede regresar a su estado inicial. Un ejemplo de esto es cuando se puede navegar de una vista a otra y desde esta nueva vista se puede regresar a la vista anterior o incluso en el caso de una secuencia que puede ser devuelta a un estado neutral.

Irreversible: una acción provoca un cambio que no puede ser revertido en el sistema o los cambios realizados no se pueden replicar o guardar en cierto punto. Un ejemplo de ello es cuando se sobrescribe un archivo o se emite un formulario de validación.

Resaltar: dar a entender al usuario que ciertas acciones se pueden realizar o que existe una interacción asociada a cierto componente.

Predecir: Entrega al jugador una pista del posible resultado que puede dar realizar cierta acción

También como se comentó, se puede clasificar según el resultado:

Positivo: La acción se pudo realizar con éxito.

Alerta: La acción se pudo realizar de forma parcial o con fallos no significativos.

Negativo: No se pudo realizar la acción correctamente, puede ser dado ciertas circunstancias que se pueden determinar.

Error: Respuesta negativa de carácter indeterminado donde no se pueden conocer las circunstancias que llevaron al error.

Bloqueado: La acción no se puede realizar, porque no se reúnen las condiciones necesarias para hacerlo

5.2.2 Guía de estilos general

Una guía de estilo permite que el sitio mantenga las reglas de coherencia implementadas, previniendo errores cuando otro equipo toma el proyecto. Recopilamos los elementos esenciales para su creación.

En esta etapa de desarrollo, se definen los estilos globales del sistema, como una forma de definir la construcción y aplicar los principios con fines de lograr una mayor consistencia en los sets de interfaz de usuarios creados.

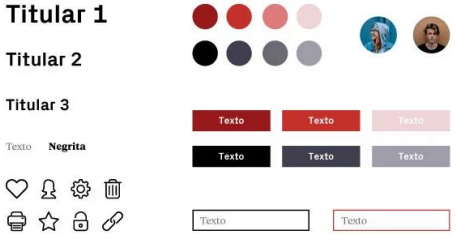


Figura 71: definición de guías de estilos para un kit de UI, son guías específicas de cómo se debe ver los elementos.

Estas pautas o guías de estilo tienen como objetivo mantener la congruencia e integridad del diseño del sitio, sin importar quién esté a cargo de su administración. Otra de sus funciones es ayudar a los desarrolladores a comprender cómo debe verse el sitio, aun

cuando ya ha pasado tiempo desde su implementación inicial.

Para lograr estos objetivos, este entregable debe cumplir con cuatro reglas básicas: ser intuitivo, sencillo, informativo y compatible con los estándares de CSS. De esta forma, las interpretaciones arbitrarias quedan excluidas y sólo hay espacio para información objetiva y de fácil uso.

Para el contexto de interfaces de usuario se suelen considerar los siguientes factores constructivos:

5.2.3 Paleta cromática

Muestra los colores principales del sitio con todas sus posibles variaciones, ya sean patrones o tonos sólidos. Las referencias deben incluir el código de color exacto e información relevante para su aplicación, como los porcentajes de saturación y luminosidad, cuando estos son necesarios.

En STEM UI Se definen los colores en base a los estados del juego. Los tonos primario y secundario son el amarillo y el celeste respectivamente.

Figura 72: Estructura del uso de colores para los componentes de interacción en un fondo o componente oscuro.

El color rojo se utiliza para acciones de alerta o que son de carácter irreversible. El Verde es para una acción positiva o que tiene beneficios para el jugador. Alternativamente el gris o el purpura oscuro son para acciones que están bloqueadas o restringidas al usuario temporalmente. Las variaciones de tono y iluminación se utilizan para definir los estados de interacción. Una tonalidad clara indica un objeto seleccionado y una tonalidad oscura se refiere a un estado desactivado o presionado.

5.2.4 Tipografías

Es un listado de los tipos de fuentes presentes en el diseño web. Además, explica todas las normas que regirán el uso de estas tipografías

en el sitio, incorporando nombres, tamaños, estilos y colores. Es conveniente adjuntar imágenes que ilustran todos estos detalles para evitar confusiones.

Figura 73: Tipografía utilizada y las escalas de tamaño para los contextos de uso.

5.2.5 Estilos de botones y/o elementos de navegación

Define el uso combinado de las tipografías con la paleta cromática. Debe mostrar cómo se verán los botones y enlaces, considerando los usos con y sin texto, en *hover*, selección e inactividad.

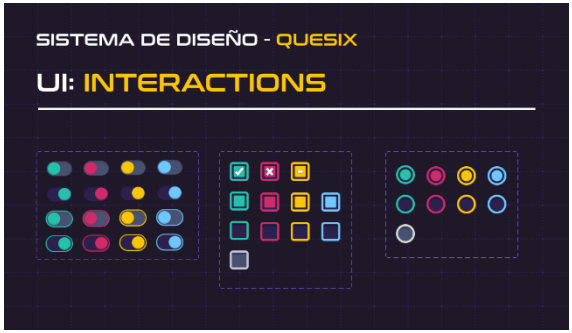


Figura 74: Componentes de interacción.Toggles. Cajas de chequeo (Checkbox). Botones radiales (Radial Button).

También se describen las aplicaciones en los elementos de navegación, mostrando el diseño de las flechas de desplazamiento, *breadcrumbs (migas de pan)*, menús y submenús.

5.2.6 Elementos especiales

Cada sitio es distinto, por lo que siempre incluimos un apartado adicional para entregar los detalles de elementos específicos. Por ejemplo, explicamos las características de los bloques de autor, calendarios, gráficos, tablas y/o fichas, cuando estos existen.

En el caso de STEM UI se definen las guías y columnas que se destinan para pantallas y monitores, tanto en escritorios como en móvil.

Figura 75:Rediseño de botones para los elementos del STEM UI.

5.2.7 Limitaciones del sistema

Se considera que el enfoque del sistema de diseño va dirigido a proyectos con carácter de videojuego o juegos de mesa por sobre otros contextos de aplicación como lo serían en entornos web y móvil donde la prioridad es el contenido por sobre la interacción.

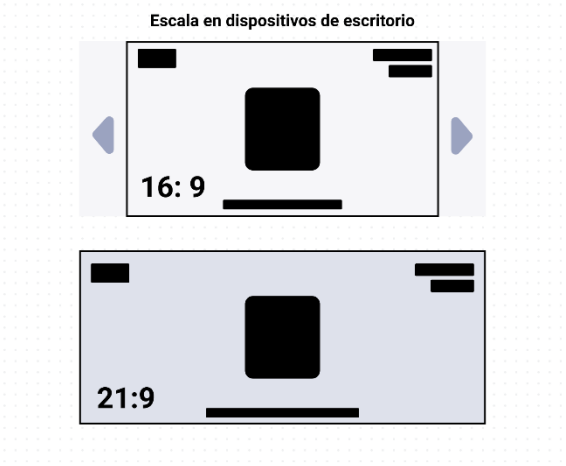


Figura 76: Restricción en la resposividad, en entornos de escritorios se considera para aumento de escalas en el eje horizontal.

No se han considerado factores de accesibilidad en aspectos de sonido, y limitantes en el tipo de interacciones más allá de las transiciones.

5.3 Conclusiones sobre STEM UI KIT

Dentro de las alternativas para generar valor a partir del proyecto involucra crear y empaquetar el sistema de diseño, con el objetivo de que tanto diseñadores y desarrolladores puedan implementar el modelo en sus propios sistemas.

De las propuestas para continuar el proyecto existen dos enfoques que se pueden dar al UI KIT, un enfoque comercial o uno destinado a proyectos Open Source, cada uno con sus propias características, ventajas e inconvenientes.

5.3.1 Enfoque comercial del UI KIT

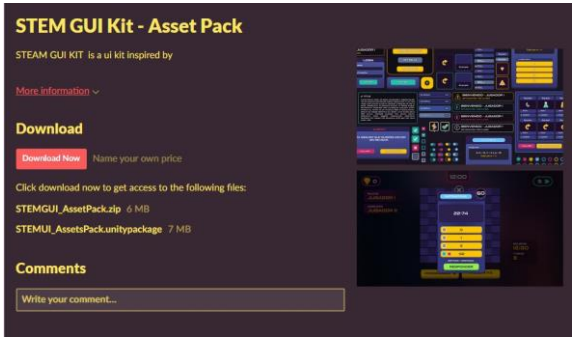


Figura 77: Publicación de STEM UI en la plataforma Itch.io.

Dentro de las opciones que se pueden implementar y distribuir, se utilizó la plataforma Itch (*https://itch.io/*) como medio de distribución y venta del kit de UI. Itch es una plataforma llamativa y accesible para desarrolladores y artistas independientes en la industria de videojuegos, si bien no es la plataforma con mayor popularidad, es accesible, intuitiva y transparente, por lo que es una de las opciones más razonables para proyectos pequeños. Se asigna un precio de tres dólares, observando los precios de referentes del mercado.

5.3.2 Enfoque Open Source

Alternativamente el sistema de diseño puede ser extendido bajo las licencias de código abierto MIT, que les entrega atribuciones a personas sin cargo alguno, a cualquier persona que obtenga una copia de este software y los archivos de documentación asociados, para utilizar el Software sin restricciones, incluidos, entre otros, los derechos de uso, copia, modificación, difusión, publicar, distribuir, sublicenciar. En la figura siguiente se muestra en detalle el extracto oficial.

```
# Released under MIT License

Copyright (c) 2020 Nicolas Acevedo.


Permission is hereby granted, free of
charge, to any person obtaining a copy
of this software and associated
```

```
documentation files (the "Software"), to
deal in the Software without
restriction, including without
limitation the rights to use, copy,
modify, merge, publish, distribute,
sublicense, and/or sell copies of the
Software, and to permit persons to whom
the Software is furnished to do so,
subject to the following conditions:

The above copyright notice and this
permission notice shall be included in
all copies or substantial portions of
the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS",
WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO
THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE
AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE
FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER
LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF
CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING
FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE
SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN
THE SOFTWARE.
```

Figura 78: Extracto de licencia MIT, para la distribución del UI kit de forma Open Source.

La licencia MIT pone muy pocas restricciones en la reutilización de software, aunque no llega a ser sin restricciones como Dominio público.

MIT permite a otras instituciones o empresas utilizar y modificar el código. En caso de un sistema de diseño se incentiva la extensión y mejora continua de los elementos de GUI además de cubrir las deficiencias del mismo sistema.

Para lograr que el proyecto tenga un carácter de código abierto o FOSS (free and open source) se considera utilizar el sistema de gestión de repositorios GitHub (*https://github.com/*), donde se deben presentar de manera organizada los apartados de documentación, archivos fuentes y recursos a disposición de quien acceda al contenido.

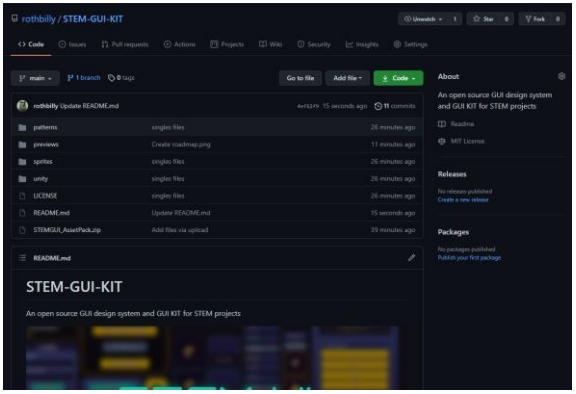


Figura 79: Publicación de STEM UI en la plataforma Github, bajo un enfoque Open Source.

5.3.3 Desarrollo posterior del UI KIT

El desarrollo de software y el diseño de interfaces en general es un campo bien dinámico, las tecnologías evolucionan y se actualizan continuamente, por ello hay que considerar que si bien, se definieron las bases del sistema y modelo de diseño STEM UI, aún quedan varias implementaciones a realizar, para considerar a STEM UI una herramienta valiosa. Se debe implementar una correcta documentación del sistema, definiendo las guías de estilo, reglas, componentes, nomenclaturas y lineamientos. Se debe poder integrar en los motores de desarrollo estándar hasta la fecha, Unity, Unreal Engine, Godot Engine, Game Maker, entre otros, sin considerar las posibles implementaciones en web.

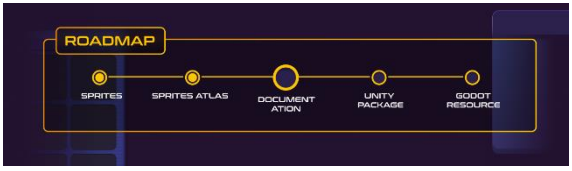


Figura 80: Mapa de la publicación de funcionalidades (features). Elementos que se plantean integrar a futuro.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSIONES

6.1 Sobre Quesix

Se destaca el carácter multijugador que involucra una experiencia cooperativa y al mismo tiempo competitiva, en contraste con lo que existe en relación a experiencias enfocadas a videojuegos, no existen muchos referentes que hayan tomado ese acercamiento, en ese aspecto se opta por un enfoque cooperativo, competitivo o de un solo jugador; aun así, en un contexto de juegos de mesa y de carácter presencial puede ser más común ese acercamiento dual. No deja de ser interesante llevar este concepto a una experiencia digital.

Diseño de juego

Se observan ciertas preocupaciones respecto a la percepción de los estudiantes sobre qué tan efectiva sea la experiencia en lo que respecta al aprendizaje computacional. Se vislumbran dos aspectos del diseño de juego que pueden afectar al interés y pueden ir en contra de los objetivos de la hipótesis de investigación. Por un lado, se puede ver que el sistema de puntaje basado en responder preguntas del currículum académico actúa como limitante de la

experiencia de programación, dígase de otra manera, si uno como jugador no es capaz de responder de forma adecuada las preguntas del apartado del quiz, no podrá seguir avanzando en el juego, y el resto de los equipos tendrá una ventaja competitiva al respecto, siendo esto una potencial fuente de frustración en los estudiantes.

Otra fuente de potenciales problemas que se pueden observar en la experiencia, está asociado con ciertos aspectos de la naturaleza estocástica de juego, entiéndase por estocástico, cualquier elemento que pueda ser dispuesto de forma aleatoria y que tenga un impacto en las condiciones de victoria en un grupo. En el caso de Quesix es importante porque a grandes rasgos es un juego competitivo donde un equipo debe cumplir una tarea antes que otros para lograr la victoria, por ende, si las condiciones iniciales de un equipo son distintas que las del resto, este factor puede desequilibrar la experiencia y ser causa de frustración y desmotivación. Un ejemplo concreto de esto sería el caso en que producto de la generación aleatoria de los quesos en el tablero, existe la posibilidad de que la distancia de un equipo hacia el objetivo es menor que en el otro equipo, tal y como se observa en la siguiente figura.

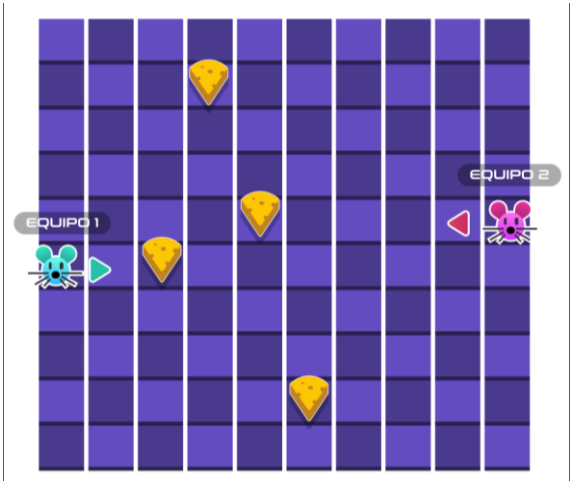


Figura 81:Esquema de tablero. Desigualdad al comienzo del juego, el equipo 1 tiene una ventaja relativa al equipo 2.

En el ejemplo el equipo azul tiene una ventaja comparativa al equipo rojo, ya que la generación de recursos se encuentra a una cantidad menor de pasos. El equipo azul podría ganar el juego con solo siete movimientos y en un solo turno en el mejor de los casos, mientras que el equipo rojo su opción óptima le tomaría nueve turnos.

Algunas soluciones a este aspecto pueden igualar los desafíos, ambos equipos resuelvan el mismo tablero y con el mismo tipo de movimientos disponibles. En este escenario el juego se vuelve un desafío de agilidad mental, pero se resuelve el desbalance.

Otra alternativa es implementar un sistema de rondas donde se mantiene el desbalance, pero se resuelve el ganador en una serie de rondas, no afecta a la aleatoriedad de las mecánicas y puede aumentar el tiempo de juego, aun así, es la alternativa eficiente y rápida de implementar.

6.2 Sobre la gestión de proyectos

Del análisis de requerimientos se puede considerar una completitud del 78% en las actividades, de las cuales se completó el total de actividades principales o que afectan al concepto principal del juego.

Perspectivas sobre la gestión de proyecto: En aspectos de gestión de proyectos, hubo deficiencias en el ámbito de planificación y plazos de desarrollo, si bien se implementaron metodologías ágiles, estas se implementaron a mitad del proyecto y como contramedida a un proyecto de una escala mayor a la planificada en términos de requerimientos, además de que nuevos requerimientos no críticos fueron surgiendo en el proceso. La recomendación en estos casos es dividir el desarrollo del proyecto en fases de entregables, de tal forma que exista un producto que se pueda probar lo antes posible con usuarios.

Financiamiento y uso de recursos: El plan del proyecto estaba destinado a estar completado en un periodo de seis meses, sin embargo, debido a la naturaleza del proyecto, se destinaron alrededor de 10 meses en el desarrollo para obtener una versión que se puede probar con usuarios.

estimacion de costos implementación del proyecto - recursos humanos

Equipo humano		Meses	Disposición	Valor mes (CLP)	Total (CLP)
Desarrollador(Lead Developer)	Gustavo	11	1	1.277.721	14.054.931,00
Diseñador de UI/UX y 3D	Nicolas	12	0,5	900.000	5.400.000,00
Diseño de Juego/Contenido	Carolina	15	0,6	750.000	6.750.000,00
Gestión de proyecto	Gustavo	12	0,2	600.000	1.440.000,00
Asesoramiento	Leonardo, Andrea, Federico	12	0,45	1.305.554	7.049.991,60
				2.891.244	**34.694.922,60**

Figura 82: Estimación de costos del proyecto, ver anexos J.

Las estimaciones de costos muestran que para un año de desarrollo se debieron haber invertido alrededor de 35 Millones de pesos. Se consideran en este aspecto sueldos competitivos y media del mercado, aunque para el desarrollo de videojuegos es una estimación positiva. Bajo este escenario hay que considerar que un caso real el financiamiento provendría de fondos de investigación y desarrollo, CONICYT y que el proyecto en si no pose fines comerciales, sino más bien se enmarca en una investigación, los objetivos son muy distintos a uno comercial.

Pruebas posteriores: El enfoque del equipo se centró en tener un producto completo para probar con un grupo definido y el esfuerzo en validar de forma precisa el pensamiento computacional. Considerando lo anterior es un que es un elemento central en la experiencia, que los niños aprendan conceptos base del aprendizaje, se destinaron esfuerzo, en general el equipo no consideró de manera significativa el aporte en mejorar la experiencia de usuario, en el sentido que no es un factor que pueda ayudar a mejorar el pensamiento computacional.

6.3 Sobre la validación

Aspectos metodológicos

Si bien muchos métodos de investigación de la experiencia del usuario tienen sus raíces en la práctica científica, sus objetivos no son puramente científicos y aún deben ajustarse para satisfacer las necesidades de las partes interesadas. Es por eso que las caracterizaciones de los métodos aquí se entienden como pautas generales, en lugar de clasificaciones rígidas.

Al final, el éxito de su trabajo estará determinado por el impacto que tenga en la mejora de la experiencia del usuario del sitio web o producto en cuestión. Estas clasificaciones están destinadas a ayudarlo a tomar la mejor decisión en el momento adecuado.

6.4 Sobre el sistema de diseño

Dado la presentación de un sistema de diseño se articuló como la solución que puede dar pie a un sinnúmero de proyectos y que no solo sea una herramienta para otros juegos que tengan un enfoque en las áreas STEM y de PC sino que

además surjan como inspiración para futuros proyectos.

Se espera que el propio sistema evolucione en las áreas en las cuales aún es deficiente, sobre todo en aspectos de accesibilidad y responsividad. Dado que el propio sistema no considera desde raíz aspecto de accesibilidad visual más allá del uso de contraste, por lo que se deben considerar aspectos de discapacidad visual limitada, además de que se deben entregar guías sobre el uso de interfaces de audio y como se ocupan como herramienta para la accesibilidad.

6.5 Proyecciones futuras y mejoras

Sobre los planes y proyecciones que puede tomar el proyecto desde la visión de esta tesis, se consideran varios caminos.

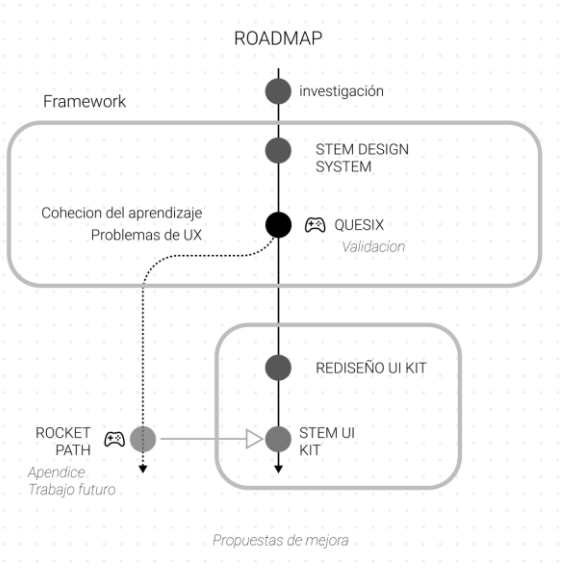


Figura 83: Mapa de implementaciones, trabajos futuros que derivan del STEM UI y Quesix.

Queda pendiente el testeo y validación del UI KIT mediante *Focus Group* (grupo de enfoque) con profesionales de la industria, pero en general es un proceso que se escapa del campo de visión de esta tesis por ende el foco se da en otros aspectos más técnicos.

Spin off del proyecto

“Rocket Path” es un proyecto spin off del proyecto Quesix que surge de la investigación y las conclusiones obtenidas a partir de esta tesis.

El enfoque de “Rocket Path” es llevar la ludificación del aprendizaje computacional a un nivel central, donde el ciclo central del juego es la codificación y aplicar los principios del pensamiento algorítmico. dejando el ámbito curricular en segundo plano y con enfoque de un solo jugador. Tomando como filosofía de diseño de hacer pocas funcionalidades con acotados requerimientos, pero una experiencia completa y significativa en la experiencia.

“Rocket Path” representa un proyecto con un enfoque personal pero además basado en las experiencias que entrega la validación de Quesix tiene potencia para acercar a los niños de educación básica al pensamiento computacional de forma temprana.

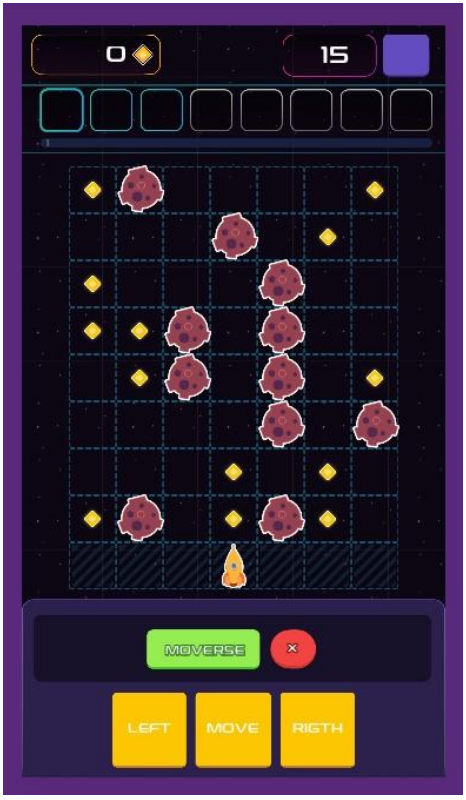


Figura 84: Implementación de "Rocket Path", juego móvil orientado al pensamiento computacional en móviles con un enfoque arcade.

La premisa de “Rocket Path” es la de un juego móvil *endless runner* de movimiento táctico por turnos, que se trata de un astronauta que debe esquivar asteroides y avanzar a través de la

galaxia recogiendo combustible y minerales preciosos en el camino.

Como se puede observar en la figura 84, el prototipo está pensado para dispositivos móviles y la idea es mantener el proceso de programación a través una secuencia de movimientos, pero no está limitado, sino que se avanza por fases que tiene un tiempo límite para ser resuelto.

Alternativamente se planea introducir preguntas de conocimiento, pero solo con el fin de evitar la condición de pérdida o para obtener potenciadores. Se considera además que sea una versión simplificada del sistema de preguntas por alternativas en caso de ser implementado.

REFERENCIAS

Brooke, J. (1995, 30 noviembre). *SUS: A quick and dirty usability scale*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale

Cardello, J. (2013, noviembre). *3 Uses for Analytics in User Experience Practice*. Nielsen Norman Group. https://www.nngroup.com/articles/analytics-user-experience/

Cassany, D. (2002, febrero). *La alfabetización digital. In XIII congreso internacional de la asociación lingüística y filológica de américa latina (ALFAL), san josé, universidad de costa Rica.* ALFAL. https://www.academia.edu/download/32678549/ALFAL_La_alfabetizacion_digital_DIF.pdf

CEDEFOP. (2016, 25 octubre). *Skill shortages in Europe. Which occupations are in demand – and why*. https://www.cedefop.europa.eu/en/news-and-press/press-and-media/press-releases/skill-shortages-europe-which-occupations-are-demand-and-why

Chen, M. (2020, 20 junio). *The Zendesk Triple Diamond - Zendesk Design*. Medium. https://medium.com/zendesk-creative-blog/the-zendesk-triple-diamond-process-fd857a11c179

CINDA. (2016, 1 octubre). *Educación superior en Iberoamérica. Informe 2016. Informe nacional: Chile*. https://cinda.cl/publicacion/educacion-superior-en-iberoamerica-informe-2016-informe-nacional-chile/

CODE.ORG. (2018). *CODE.ORG*. Aprendo en Línea - ESTUDIANTE. Currículum Nacional. Ministerio de Educación. https://www.curriculumnacional.cl/estudiantes/Aprendo-en-linea/Programa-CODE-ORG/238620:CODE-ORG

Darling, D. (2016). *deterministic system*. https://www.daviddarling.info/. https://www.daviddarling.info/encyclopedia/D/deterministic_system.html

del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education. *Computers & Education*, *150*, 103832. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103832

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11*. Published. https://doi.org/10.1145/2181037.2181040

Explorable.com. (2009, 9 abril). *Non-Probability Sampling*. https://explorable.com/non-probability-sampling

Gilster, P. (1997). Digital literacy. *John Wiley & Sons, Inc*. Published. https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/260946

Honcharuk, N. (2017, 14 junio). *Space Quest*. Inky O Behance, Game Artist / Graphic Designer. https://www.behance.net/gallery/53621645/Space-Quest

Hutt, R. (2016, 27 julio). *Rich and poor teenagers use the web differently – here's what this is doing to inequality*. World Economic Forum. https://www.weforum.org/agenda/2016/07/rich-and-poor-teenagers-spend-a-similar-amount-of-time-online-so-why-aren-t-we-closing-the-digital-divide/

Jóvenes Programadores. (2021, 12 marzo). *Sobre el programa*. https://www.jovenesprogramadores.cl/sobre-el-taller/

Linkedin. (2020). *Global Talent Trends 2020, Four trends changing the way you attract and retain talent.* (N.º 1). https://business.linkedin.com/talent-solutions/recruiting-tips/global-talent-trends-2020#one

Maxwell, W. (2020, 3 enero). *What is PBR and What a 3D Artist Should Know*. CG Obsession. https://cgobsession.com/what-is-pbr-and-what-a-3d-artist-should-know/

Meiss, J. (2007, 9 febrero). *Dynamical systems - Scholarpedia*. Http://Www.Scholarpedia.Org/. http://www.scholarpedia.org/article/Dynamical_systems

MINEDUC. (s. f.). *Pensamiento Computacional*. Curriculum Nacional. MINEDUC. Chile. Recuperado 14 de julio de 2021, de https://www.curriculumnacional.cl/portal/Innovacion/Lineas-de-Innovacion/Pensamiento-computacional/89481:Pensamiento-Computacional#in_presentacion

MINEDUC. (2009, 12 septiembre). *Ley-20370 12-SEP-2009 MINISTERIO DE EDUCACIÃ“ N (Biblioteca del Congreso | Ley Chile)*. www.bcn.cl/leychile. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1006043&idParte=

MINEDUC. (2021, enero). *Bases curriculares*. Curriculum Nacional. MINEDUC. Chile. https://www.curriculumnacional.cl/portal/Documentos-Curriculares/Bases-curriculares/

Némethi, G. (2021, 31 mayo). *What's Make or Break in Game UI Design?* UX Studio. https://uxstudioteam.com/ux-blog/whats-make-or-break-in-game-ui-design/

Nielsen Norman Group. (2018, abril). *Quantitative User-Research Methodologies: An Overview*. Kate Moran. https://www.nngroup.com/articles/quantitative-user-research-methods/

Nonprobability Sampling. (s. f.). Research Methods Knowledge Base. Recuperado 8 de julio de 2021, de https://conjointly.com/kb/nonprobability-sampling/

OECD. (2016). Are there differences in how advantaged and disadvantaged students use the Internet? *PISA in Focus*, 3–4. https://doi.org/10.1787/5jlv8zq6hw43-en

OMS. (2020, 18 septiembre). *Preguntas y respuestas sobre las escuelas y la COVID-19*. Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/q-a-schools-and-covid-19

Park, Y. (2016, 6 septiembre). *8 digital life skills all children need – and a plan for teaching them*. World Economic Forum. https://www.weforum.org/agenda/2016/09/8-digital-life-skills-all-children-need-and-a-plan-for-teaching-them

Prieto, P. (2019, 2 julio). *¿Se potencia la inteligencia digital en las escuelas?* La servilleta | El blog de Paco Prieto. https://www.pacoprieto.com/se-potencia-la-inteligencia-digital-en-las-escuelas/

Ryan, T. (1999, octubre). *The Anatomy of a Design Document, Part 1: Documentation Guidelines for the Game Concept and Proposal*. Gamasutra. https://www.gamasutra.com/view/feature/3384/the_anatomy_of_a_design_document_.php

Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, *69*, 371–380. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033

Sauro, J. (2011, 3 febrero). *Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS) – MeasuringU*. Measuringu.Com. https://measuringu.com/sus/

Travieso, J. L., & Ribera, J. P. (2008). *La alfabetización digital como factor de inclusión social: Una mirada crítica*. UOC Papers revista sobre la sociedad del conocimiento, (6), 7. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2577125.pdf

Ulrich, K. T. (2021). *PRODUCT DESIGN+DEVELOPMENT >IN* (3rd edition). TATA McGraw-Hill.

Wong, C. (2020, 3 enero). *Riddle of the spirit: Promoting sustainability through playful learning design in Finnish education*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/figure/The-

Triple-Diamond-model-structure-and-user-involvement-methods-of-the-playset-design_fig1_338357532

Zarkesh, A. (2020, 20 mayo). *A learning playground for early grades maths - poly blog*. Medium. https://medium.com/polyup/a-learning-playground-for-early-grades-maths-d42a46992565

ANEXOS

Anexo A: Tabla de requerimientos

Requerimientos a implementaciones (features)						
Usuario	**id.**	**Feature**	**Definición**	**Necesidad (User History)**	**Dependencias**	**Elemento**
Estudiante	1	Menú principal	vista principal del juego Quesix			Principal
Estudiante	2	Log in	El sistema desplegará un formulario para que los usuarios puedan iniciar sesión.	Ingresar al sistema para poder hacer uso de sus funcionalidades.	1	Principal
Administrador	3	Base de datos de usuarios	El sistema debe almacenar externamente a los usuarios registrados y categorizarlos entre profes y estudiantes	Como administrador, debe poder almacenar la información del registro de usuarios de forma persistente , independiente de la aplicación y centralizada, para poder registrar información y gestionar los perfiles.	1,2,4,5	Principal
Ambos	4	Verificación de Log in	El sistema verificará que la contraseña y el nombre de usuario sean correctos.	Ingresar al sistema para poder hacer uso de sus funcionalidades.	1, 2,5	Principal
Estudiante	5	Crear cuenta	Permite al usuario registrarse en la base de datos	Ingresar al sistema para poder hacer uso de sus funcionalidades.	1, 2	Principal
Ambos	6	Navegación	Menú, similar a un dashboard que entrega información sobre las opciones que el usuario puede realizar una vez registrado.		4, 2	Principal
Estudiante	7	Perfil	Menú que permite a los jugadores asignarse un icono (avatar), cambiar el pseudónimo	Como jugador deseo personalizar mi personaje y nombre para sentirme parte del juego y destacar por sobre el resto de los equipos..	6	QOL
Estudiante	8	Mis Clases	El sistema desplegará en pantalla todas las clases impartidas por el profesora agrupadas según un criterio de disponibilidad(En curso, terminadas y por comenzar).	Como estudiante, necesito saber fácilmente qué clases tengo disponibles para jugar.	3,6	Principal

Profesor	9	Crear Clase	El sistema desplegará un panel donde se pueden crear sesiones de juego y configurar según el tipo de experiencia que el profesor desea impartir a su clase.	Como profesor necesito crear clases según el contenido y asignatura que estoy cursando a mis estudiantes, necesito definir la fecha , hora y duración; además de la dificultad y el tipo de las preguntas.	3,6	Principal
Estudiante	10	Lobby	vista en la cual los jugadores pueden esperar la coneccion y el comienzo de la partida.	Como jugador, debo esperar a mis compañeros que se conecten a jugar, deseo saber el estado mis compañeros	3,6,8,9	QOL
Jugador	11	Vista de decisión				Principal
Jugador	12	Panel de preguntas			11, 15	Principal
Jugador	13	HUD de estados	Muestra el tiempo restante de la partida global, la cantidad de pasos y los puntos que el jugador ha conseguido.		11, 15	UX
Estudiante	14	Vista del jugador en tablero	Muestra la etiqueta del equipo en el tablero.	Como jugador quiero saber en cada momento dónde está mi posición, para no equivocarme al moverme y completar el objetivo.	11, 15	Principal
Jugador	15	Sistema Multijugador			3, 30	Principal
Jugador	16	Sistema de turnos	Una vez terminada la fase de programación, el rol del piloto se le transfiere al copiloto	Como jugador, puedo cambiar roles con mi compañero cada vez que termina la fase de programación, asi puedo tomar decisiones.	11, 15, 12, 14	Mecánica
Profesor	17	Tablero interactivo	El sistema desplegará en pantalla el tablero del juego en tiempo real.	Como jugador necesito visualizar el tablero de una partida para conocer el panorama general del juego.	14	Mecánica
Jugador	18	Panel de programación	Sistema que permite asignar los bloques para poder realizar los movimientos en la fase de programación		11, 14, 17	Mecánica

Jugador	19	Panel del copiloto	El copiloto puede revisar y notificar al piloto que su codigo esta mal y devuelve el control al piloto para que lo corrija		11, 14, 15, 16,	Mecánica
Estudiante	20	Panel del turno	Sistema que se encarga de mostrar información respecto al rol del jugador en cada turno, si es piloto o copiloto	Como jugador, quiero saber que cosas puedo hacer en mi turno y rol estoy cumpliendo en cada fase	11, 15, 16	Mecánica
Profesor	21	Visualizar cursos	El sistema desplegará en pantalla una visualización en donde se muestran los cursos asignados al profesor.	Como profesor necesito visualizar los cursos en los que imparto clases para poder organizar mi tiempo y la materia que se enseñará.	11, 15, 6	Principal
Ambos	22	Estadísticas generales	El sistema desplegará información sobre las fortalezas, debilidades y posición general de un alumno seleccionado.	Como profesor necesito visualizar el rendimiento individual de mis alumnos para conocer sus fortalezas y debilidades.	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Ambos	24	Sistema de chat	El sistema permite la comunicación entre el profesor y todos los equipos.	Como estudiante, quiero poder mis dudas con el profesor directamente.	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Ambos	25	Pizarra virtual		Como profesor necesito una pizarra virtual para resolver las dudas de materia de los equipos	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Ambos	26	Información de equipo	El sistema desplegará en pantalla la distribución de los alumnos en los equipos formados. El sistema desplegará la información respectiva a una equipo seleccionado (tiempo actual, cantidad de quesos obtenidos, cantidad de digipasos obtenidos/usados, porcentaje de respuestas correctas y peor materia).	Como profesor necesito visualizar los equipos de una partida para conocer el avance particular de los grupos en el juego.	3, 11, 15, 14, 18, 6, 30	Principal
Profesor	27	Visualizar dudas	El sistema desplegará en pantalla las dudas que tienen los equipos y indicará si es una duda de programación o de materia.	Como profesor necesito visualizar las dudas que los equipos tienen en una partida para poder ayudarlos.	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario

Profesor	28	Visualizar tablero	El sistema desplegará en pantalla el tablero del juego en tiempo real.	Como profesor necesito visualizar el tablero de una partida para conocer el panorama general del juego.	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Ambos	29	Tutorial			1, 3, 6	QOL
Administrador	30	Base de datos	Almacenar las preguntas en una base de datos descentralizada	Como administrador, necesito configurar un sistema que permita de forma flexible crear preguntas y almacenarlas fuera del entorno que respecta al juego	1,3, 15	Principal
Jugador	31	Configuración	Panel de configuración para el control de volumen	Como jugador, quiero poder configurar el audio a un volumen adecuado, además de poder salir del juego en cualquier momento.	1	QOL
Administrador	32	Asignar rol de usuario	El sistema desplegará en pantalla los usuarios sin un rol asignado. El sistema permitirá asignar un usuario a uno de los roles disponibles en el sistema	Como administrador necesito asignar el rol de un usuario para que el sistema pueda identificar qué funcionalidades utiliza.	1,3,15	Principal

QOL: Quality of Life
UX: User Experience

Anexos B: Matriz de interdependencias de requerimientos

Matriz de interdepencias de tareas

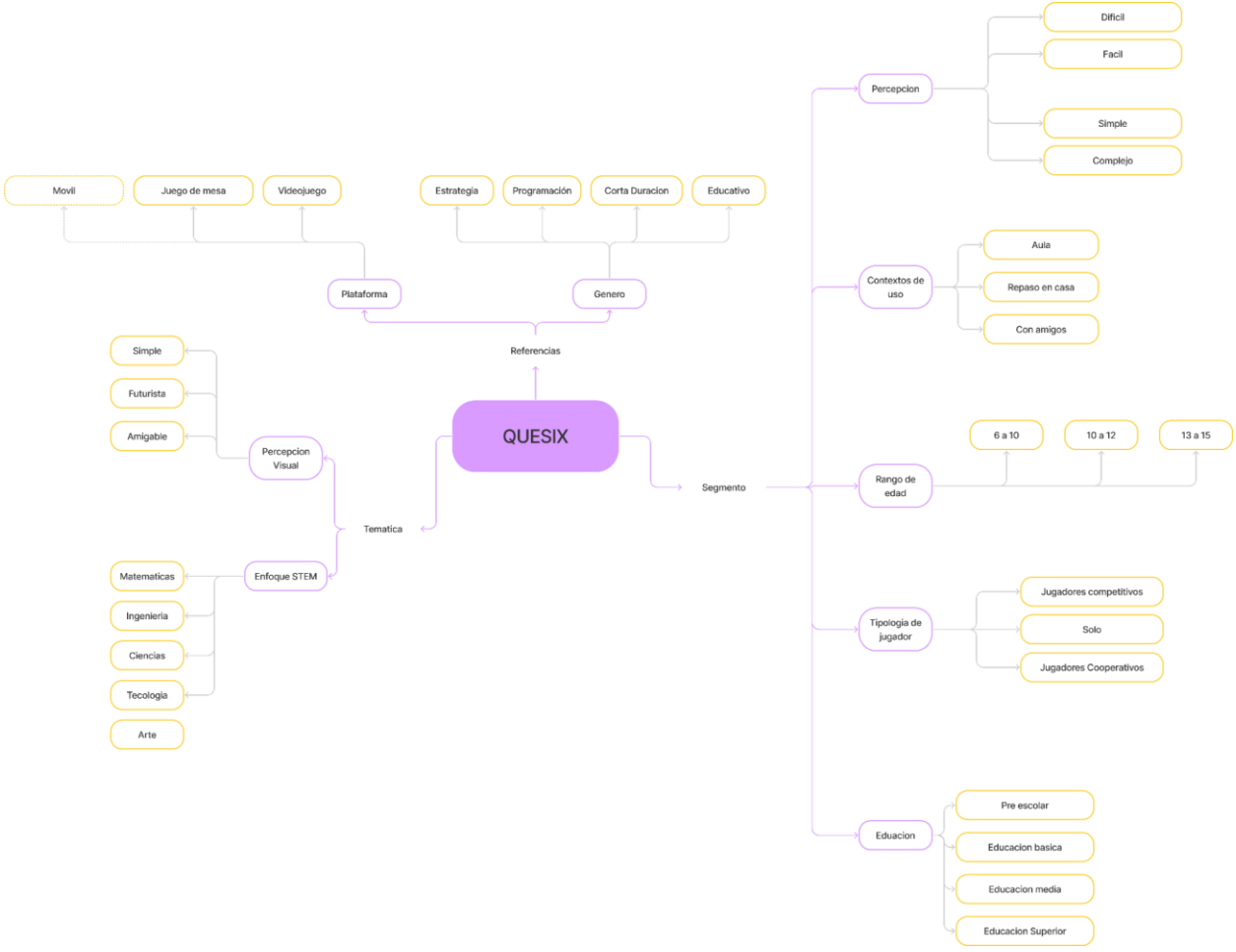
			id																													
id.	Feature	Dependencias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	Menú principal	0																															
2	Log in	1	✓	✓																													
3	se de datos de usuari	1,2,4,5	✓	✓	✓	✓	✓																										
4	Verificación de Log in	1, 2,5	✓	✓		✓	✓																										
5	Crear cuenta	1, 2	✓	✓			✓																										
6	Navegación	4, 2		✓		✓		✓																									
7	Perfil	6						✓	✓																								
8	Mis Clases	3,6			✓			✓		✓																							
9	Crear Clase	3,6			✓			✓			✓																						
10	Lobby	3,6,8,9			✓							✓																					
11	Vista de decisión												✓																				
12	Panel de preguntas	11, 15											✓	✓			✓																
13	HUD de estados	11, 15											✓		✓		✓																
14	ta del jugador en tabl	11, 15								✓			✓			✓	✓																
15	Sistema Multijugador	1, 3, 30	✓		✓												✓														✓		
16	Sistema de turnos	11, 15, 12, 14											✓	✓		✓	✓	✓															
17	Tablero interactivo	14														✓			✓														
18	anel de programaciói	11, 14, 17											✓			✓			✓	✓													
19	Panel del copiloto	11, 14, 15, 16,											✓			✓					✓												
20	Panel del turno	11, 15, 16											✓				✓	✓				✓											
21	Visualizar cursos	11, 15, 6						✓					✓			✓							✓										
22	Estadísticas generales	3, 11, 15, 14, 18, 6	✓					✓					✓			✓	✓			✓				✓									
24	Sistema de chat	3, 11, 15, 14, 18, 6	✓					✓					✓			✓	✓			✓					✓								
25	Pizarra virtual	3, 11, 15, 14, 18, 6	✓					✓					✓			✓	✓			✓						✓							
26	nformación de equipc	3, 11, 15, 14, 18, 6, 30	✓					✓					✓			✓	✓			✓							✓				✓		
27	Visualizar dudas	3, 11, 15, 14, 18, 6	✓					✓					✓			✓	✓			✓								✓					
28	Visualizar tablero	3, 11, 15, 14, 18, 6	✓					✓					✓			✓	✓												✓				
29	Tutorial	1, 3, 6	✓		✓			✓																						✓			
30	Base de datos	1,3, 15	✓		✓												✓														✓		
31	Configuración	1	✓																													✓	

Anexos C: Tabla de funcionalidades que se realizaron.

Features implementados

Feature	Completado	Usuario	id.	Dependencias	Elemento
Menú principal	☑	Estudiante	1		Principal
Log in	☑	Estudiante	2	1	Principal
Base de datos de usuarios	☑	Administrador	3	1,2,4,5	Principal
Verificación de Log in	☑	Ambos	4	1, 2,5	Principal
Crear cuenta	☑	Estudiante	5	1, 2	Principal
Navegación	☑	Ambos	6	4, 2	Principal
Perfil	☑	Estudiante	7	6	QOL
Mis Clases	☑	Estudiante	8	3,6	Principal
Crear Clase	☑	Profesor	9	3,6	Principal
Lobby	☑	Estudiante	10	3,6,8,9	QOL
Vista de decisión	☑	Jugador	11		Principal
Panel de preguntas	☑	Jugador	12	11, 15	Principal
HUD de estados	☑	Jugador	13	11, 15	UX
Vista del jugador en tablero	☑	Estudiante	14	11, 15	Principal
Sistema Multijugador	☑	Jugador	15	3, 30	Principal
Sistema de turnos	☑	Jugador	16	11, 15, 12, 14	Mecánica
Tablero interactivo	☐	Profesor	17	14	Mecánica
Panel de programación	☑	Jugador	18	11, 14, 17	Mecánica
Panel del copiloto	☑	Jugador	19	11, 14, 15, 16,	Mecánica
Panel del turno	☑	Estudiante	20	11, 15, 16	Mecánica
Visualizar cursos	☑	Profesor	21	11, 15, 6	Principal
Estadísticas generales	☐	Ambos	22	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Sistema de chat	☐	Ambos	24	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Pizarra virtual	☐	Ambos	25	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Información de equipo	☐	Ambos	26	11, 15, 14, 18, 6, 3	Principal
Visualizar dudas	☐	Profesor	27	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Visualizar tablero	☐	Profesor	28	3, 11, 15, 14, 18, 6	Secundario
Tutorial	☑	Ambos	29	1, 3, 6	QOL
Base de datos	☑	Administrador	30	1,3, 15	Principal
Configuración	☑	Jugador	31	1	QOL
Asignar rol de usuario	☑	Administrador	32	1,3,15	Principal

Anexo D: Mapeo de conceptos de validación.



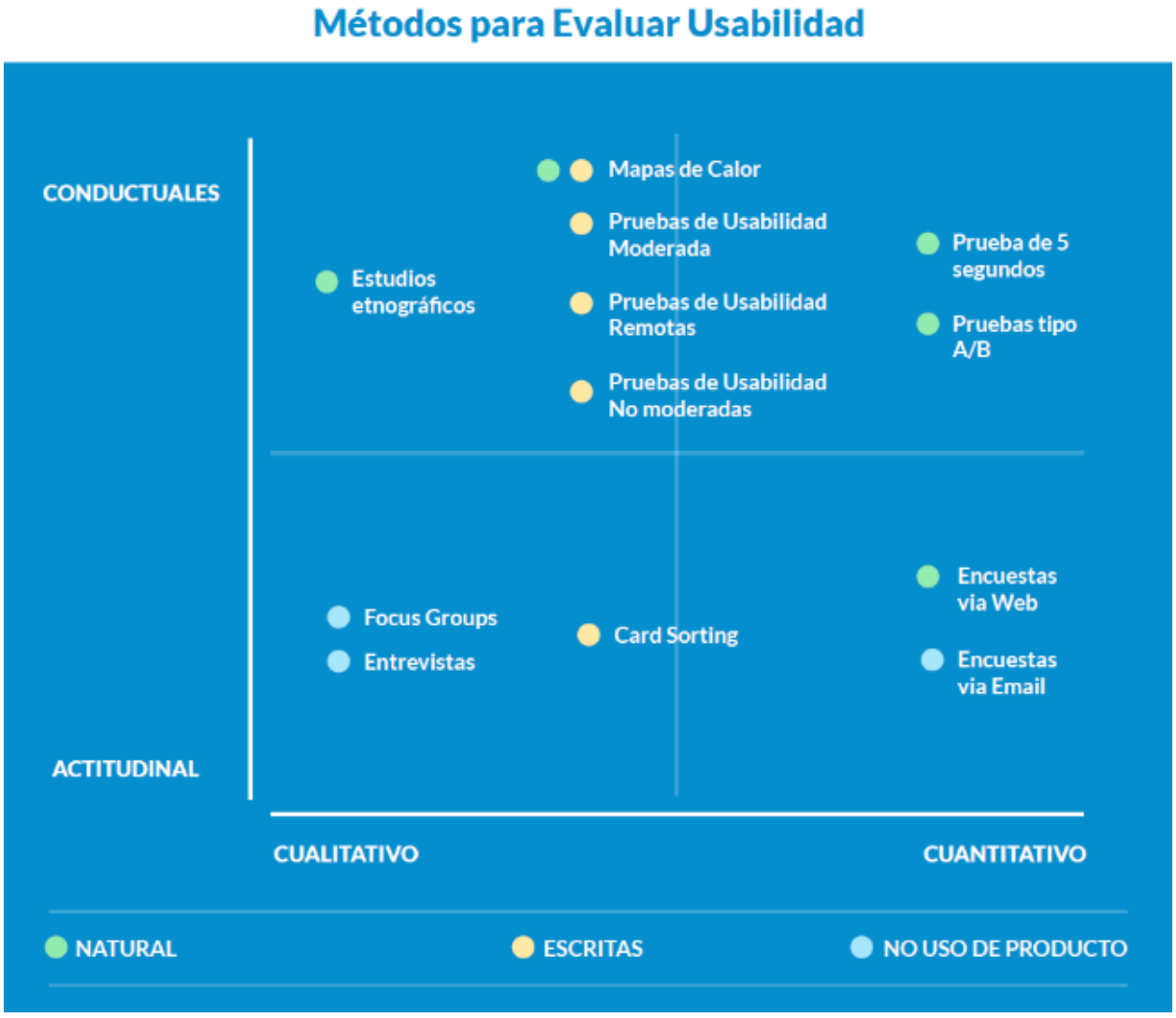
Anexos E: Tabla de historia de usuario.

Tabla de user history - necesidades	
Usuario	**Necesidad**
Estudiante	Ingresar al sistema para poder hacer uso de sus funcionalidades.
Administrador	Como administrador, debe poder almacenar la información del registro de usuarios de forma persistente , independiente de la aplicación y centralizada, para poder registrar información y gestionar los perfiles.
Ambos	Ingresar al sistema para poder hacer uso de sus funcionalidades.
Estudiante	Como jugador deseo personalizar mi personaje y nombre para sentirme parte del juego y destacar por sobre el resto de los equipos.
Estudiante	Como estudiante, necesito saber fácilmente qué clases tengo disponibles para jugar.
Profesor	Como profesor necesito crear clases según el contenido y asignatura que estoy cursando a mis estudiantes, necesito definir la fecha , hora y duración; además de la dificultad y el tipo de las preguntas.
Estudiante	Como jugador, debo esperar a mis compañeros que se conecten a jugar, deseo saber el estado mis compañeros .
Estudiante	Como jugador quiero saber en cada momento dónde está mi posición, para no equivocarme al moverme y completar el objetivo.
Jugador	Como jugador, puedo cambiar roles con mi compañero cada vez que termina la fase de programación, asi puedo tomar decisiones.
Profesor	Como jugador necesito visualizar el tablero de una partida para conocer el panorama general del juego.
Estudiante	Como jugador, quiero saber que cosas puedo hacer en mi turno y rol estoy cumpliendo en cada fase.
Profesor	Como profesor necesito visualizar los cursos en los que imparto clases para poder organizar mi tiempo y la materia que se enseñará.
Ambos	Como profesor necesito visualizar el rendimiento individual de mis alumnos para conocer sus fortalezas y debilidades.
Ambos	Como estudiante, quiero poder mis dudas con el profesor directamente.
Ambos	Como profesor necesito una pizarra virtual para resolver las dudas de materia de los equipos.
Ambos	Como profesor necesito visualizar los equipos de una partida para conocer el avance particular de los grupos en el juego.
Profesor	Como profesor necesito visualizar las dudas que los equipos tienen en una partida para poder ayudarlos.
Profesor	Como profesor necesito visualizar el tablero de una partida para conocer el panorama general del juego.
Administrador	Como administrador, necesito configurar un sistema que permita de forma flexible crear preguntas y almacenarlas fuera del entorno que respecta al juego.
Jugador	Como jugador, quiero poder configurar el audio a un volumen adecuado, además de poder salir del juego en cualquier momento.
Administrador	Como administrador necesito asignar el rol de un usuario para que el sistema pueda identificar qué funcionalidades utiliza.

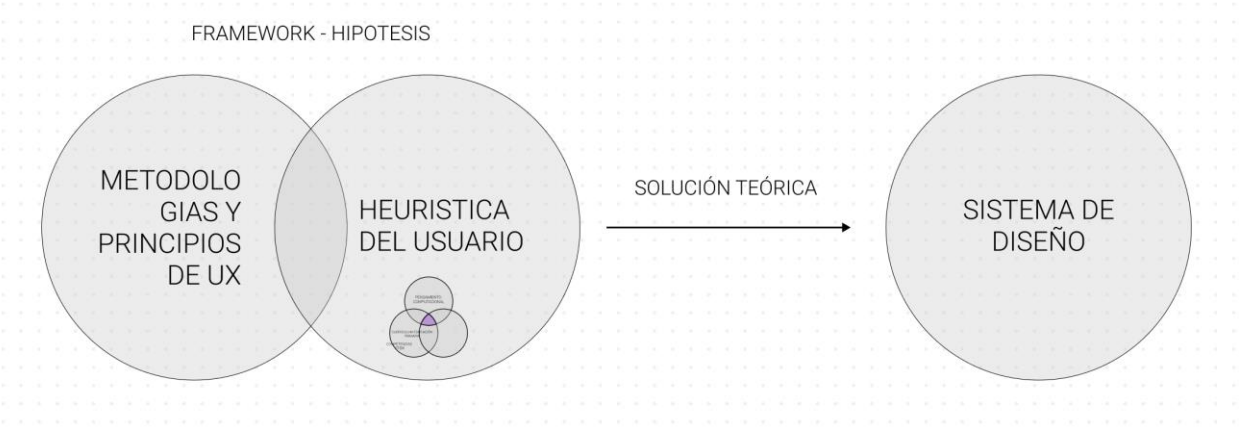
Anexos F: Esquema de modelo triple diamante adaptado a Quesix.

Anexos G: Refinamiento de diseño de conceptos de elementos 3D.

Anexos H: Metodologías para el análisis de experiencia de usuario.



Anexos I: Modelo de hipótesis para la generación de valor mediante un UI KIT



Anexos J: Estimación de costos del proyecto Quesix

estimacion de costos implementación del proyecto - recursos humanos					
Equipo humano		**Meses**	**Disposición**	**Valor mes (CLP)**	**Total (CLP)**
Desarrollador(Lead Developer)	Gustavo	11	1	1.277.721	14.054.931,00
Diseñador de UI/UX y 3D	Nicolas	12	0,5	900.000	5.400.000,00
Diseño de Juego/Contenido	Carolina	15	0,6	750.000	6.750.000,00
Gestión de proyecto	Gustavo	12	0,2	600.000	1.440.000,00
Asesoramiento	Leonardo, Andrea, Federico	12	0,45	1.305.554	7.049.991,60
				2.891.244	**34.694.922,60**