TecnoCampus

Centres universitaris adscrits a la

upf. Universitat Pompeu Fabra Barcelona

Grado en Diseño y Producción de Videojuegos

Creación de un Prototipo de *Serious Game* sobre la Gestión de Diabetes Tipo 1
MEMORIA FINAL

VÍCTOR SABATÉ MORENO
TUTOR: CARLOS GONZÁLEZ TARDÓN
15/06/2022

TecnoCampus Mataró-Maresme

Abstract

The main objective of this project was to design and prototype a serious game for Android mobile devices that would explain how to manage a case of type 1 diabetes mellitus. To do so, a study on serious games was carried out. Subsequently, an investigation on diabetes was performed, with special attention to the type treated, and several references linked to the theme of the project were analyzed. A semi-structured interview was conducted with a diabetes expert in order to validate and support the information gathered. Based on all the information collected, a Game Proposal was written and a prototype was implemented with various iterations.

Resum

L'objectiu principal d'aquest treball va ser dissenyar i prototipar un *serious game* per a dispositius mòbils Android que expliqués com és la gestió d'un cas de diabetis *mellitus* tipus 1. Per fer-ho, es va realitzar un estudi sobre els *serious games*. Posteriorment, es va dur a terme una investigació sobre la diabetis, amb una atenció especial a la tipologia tractada, i es van analitzar diversos referents vinculats a la temàtica del treball. Es va comptar amb una entrevista semiestructurada a un expert en diabetis per validar i donar suport a la informació reunida. A partir de tota la informació recollida, es va redactar un *Game Proposal* i es va implementar un prototip amb diverses iteracions.

Resumen

El objetivo principal de este trabajo fue diseñar y prototipar un *serious game* para dispositivos móviles Android que explicara cómo es la gestión de un caso de diabetes *mellitus* tipo 1. Para hacerlo, se realizó un estudio sobre los *serious games*. Posteriormente, se llevó a cabo una investigación sobre la diabetes, con especial atención a la tipología tratada, y se analizaron varios referentes vinculados a la temática del trabajo. Se contó con una entrevista semiestructurada a un experto en diabetes con el objetivo de validar y dar soporte a la información reunida. A partir de toda la información recabada, se redactó un *Game Proposal* y se implementó un prototipo con diversas iteraciones.

Índice

Índice de figuras iv

Glosario de términos vi

1.Introducción 1

2.Referentes 3

2.1.HealthSeeker 3

2.2.Battle of Didi 4

2.3.Captain Novolin 5

2.4.The Magi and The Sleeping Star 6

2.5.Knock ‘Em Downs: World’s Fair 7

2.6.GRIP 8

2.7.Packy & Marlon 9

2.8.Diabegame 10

3.Marco teórico 13

3.1.Serious games 13

3.1.1.Edutainment 13

3.1.2.E-health 14

3.1.3.Advergames 15

3.1.4.Gamificación 18

3.1.5.Definición y tipologías 19

3.2.Diabetes 19

3.1.1.Diabetes tipo 1 21

3.1.2.Diabetes tipo 2 31

3.1.3.Formas híbridas y variaciones 31

4.Objetivos 35

4.1.Objetivos principales 35

4.2.Objetivos secundarios 35
5.Diseño metodológico y cronograma 37
5.1.Diseño metodológico 37
5.2.Cronograma 39
6.Aspectos legales y éticos 41
7.Resultados 43
7.1.Propuesta inicial 43
7.2.Resultados: referentes 43
7.3.Resultados: marco teórico 46
7.4.Resultados: documentación de diseño 47
7.5.Resultados: entrevista 51
7.6.Resultados: prototipo de videojuego 52
8.Conclusiones 59
9.Referencias 61
9.1.Bibliografía 61
9.2.Ludografía 65
Anexo 67
Game Concept 67
Game Proposal 69
Historia de juego: 71
Gameplay: 71
Elevator pitch: 71
Game flow: 72
Personajes: 74
Controles: 75
Variables principales de gameplay: 75
Características específicas de plataforma: 76

Mundo de juego: 77
Interfaz de usuario: 78
Estilo artístico: 79
Banda sonora: 79
Clasificación de alimentos: 80
Desafíos: 82
Competencia: 82
Prototipo 83
Enlace de vídeo 83
Enlace del videojuego 83
Entrevistas 83
Entrevista a Arantxa Bujanda 83

Índice de figuras

Figura 1: Menú de misiones de HealthSeeker. Fuente: Facebook, 2015. 4
Figura 2: Pantallas de menús de Battle of Didi. Fuente: Alcântara et al., 2019. 5
Figura 3: Pantallas de menús de Captain Novolin. Fuente: Nintendo, 1992. 6
Figura 4: Pantalla de *gameplay* de The Magi and the Sleeping Star. Fuente: Game Equals Life, 2013. 7
Figura 5: Ilustración de un dispositivo Didget conectado a una Nintendo DS Lite. Fuente: Nintendo, 2010. 8
Figura 6: Resolución de un puzle de GRIP. Fuente: &ranj, 2009. 9
Figura 7: Pantallas de *gameplay* de Packy & Marlon. Fuente: Nintendo, 1994. 10
Figura 8: Menú de recompensas de un cuestionario de Diabegame. Fuente: ANADI, 2021. 11
Figura 9: Modelo 3D de una basílica reconstruida para el proyecto LAVA. Fuente: Petrovic y Brand, 2009. 14
Figura 10: Ilustración del aparato de respiración SpiroGame. Fuente: Desmond et al., 1997. 15
Figura 11: Pantalla de juego de Pepsiman. Fuente: KID, 1999. 16
Figura 12: Imagen de portada de presentación de Heroes of Java. Fuente: RAVALMATIC, 2016. 17
Figura 13: Espectro de los *serious games*. Fuente: Marsh, 2011. 17
Figura 14: Tabla de clasificación de *serious games* según su propósito. Fuente: Elaboración propia, basado en Abt (1970), Deterding et al., (2011), Eysenbach (2001), Kretchmer (2008) y Marsh (2011). 19
Figura 15: Tabla de clasificación de tipos de diabetes. Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2019. 21
Figura 16: Fases de la enfermedad. Fuente: Katsarou, et al., 2017. 22
Figura 17: Relación de la HbA1c y la glucemia media estimada. Fuente: Laboratorio Clínico Hematológico, 2011. 24
Figura 18: Tipos de bolígrafos de insulina según el tiempo de acción. Fuente: Levy, 2016. 25
Figura 19: Conversión de gramos a raciones de un alimento farináceo. Fuente: Roche Diabetes Care, 2018. 27

Figura 20: Dosis diaria de insulina en terapia de bolo y basal. Fuente: Soidán, 2016. 30
Figura 21: Líneas de atribución de sonidos de Freesound. Fuente: Freesound, 2022. 42
Figura 22: Módulo de soporte para *builds* de Android. Fuente: Unity, 2022. 52
Figura 23: Menú principal del prototipo. Fuente: Elaboración propia, 2022. 53
Figura 24: Menú de visualización de alimentos. Fuente: Elaboración propia, 2022. 54
Figura 25: Valor del nivel de glucemia después de la comparación. Fuente: Elaboración propia, 2022. 55
Figura 26: Resultado de prueba de glucosa media. Fuente: Elaboración propia, 2022. 56
Figura 27: Panel de ayuda: explicación sobre la glucemia. Fuente: Elaboración propia, 2022. 57
Figura 28: *Loop* de juego de GLUCOSER. Fuente: Elaboración propia, 2022. 73
Figura 29: Fase de comida. Fuente: Elaboración propia, 2022. 73
Figura 30: Menús *placeholder* de GLUCOSER. Fuente: Elaboración propia, 2022. 75
Figura 31: Valor final de la dosis de bolo. Fuente: Elaboración propia, 2022. 76
Figura 32: *Concept* de escenario 1. Fuente: Elaboración propia, 2022. 77
Figura 33: *Concept* de escenario 2. Fuente: Elaboración propia 77
Figura 34: *Concepts* de UI de varios menús. Fuente: Elaboración propia, 2022. 78
Figura 35: Ejemplos de iconos. Fuente: Flaticon, 2022. 79
Figura 36: Imágenes de alimentos. Fuente: Roche, 2018. 79
Figura 37: Clasificación de platos principales de GLUCOSER. Fuente: Elaboración propia. 80
Figura 38: Clasificación de platos secundarios de GLUCOSER. Fuente: Elaboración propia. 81

Glosario de términos

Advergame	Videojuego que busca promocionar una marca o empresa.
Asset	Objeto o personaje que debe aparecer en un videojuego.
Build	Archivo ejecutable que permite abrir un videojuego.
Calculadora de bolos	Calculadora que ayuda a calcular la cantidad correcta de insulina para las comidas.
Células beta	Células del páncreas encargadas de fabricar y segregar insulina.
Dysglycaemia	Anormalidades en los niveles de azúcar en sangre.
DM1	Enfermedad crónica autoinmune caracterizada por la pérdida completa de la capacidad de autoregulación de azúcar en sangre.
DM2	Forma de diabetes caracterizada por la resistencia del cuerpo a la autoregulación de azúcar en sangre.
F2P	Modelo de negocio para videojuegos que genera ingresos a través de micropagos de jugadores o anuncios.
Gameplay	Forma en la que se juega un videojuego.
Game Concept	Documento de una sola página para explicar brevemente un concepto de videojuego.
Game Proposal	Documento de diez páginas para explicar todos los aspectos generales del diseño de un videojuego.
GDD	Documento usualmente muy largo que contiene toda la información relacionada con el diseño de un videojuego.
Glucómetro	Aparato para determinar la cantidad de azúcar en sangre.

E-health	Asistencia sanitaria facilitada por la tecnología electrónica.
Edutainment	Educación a través del entretenimiento.
Glucemia capilar	Nivel de azúcar en sangre obtenido mediante el análisis de una gota de sangre en el dedo.
Glucosa	Forma de azúcar hallable en alimentos azucarados como las frutas.
HbA1c	Prueba realizada en análisis sanguíneos para comprobar si un paciente con diabetes ha realizado un buen control sobre su enfermedad durante los últimos meses.
Hiperglucemia	Niveles de glucosa en sangre superiores a los normales.
Hipoglucemia	Niveles de glucosa en sangre inferiores a los normales.
HUD	Método mediante el cual la información se relaciona visualmente con el jugador como parte de la interfaz de usuario de un juego.
Índice glucémico	Medida de la rapidez con la que un alimento puede elevar el nivel de glucemia.
Insulina	Hormona segregada por los islotes de Langerhans en el páncreas, que regula la cantidad de glucosa existente en la sangre.
Insulina pradial	Toda aquella insulina que interviene en el proceso de digestión (se asocia principalmente con la insulina de acción rápida).
Sensor de glucosa	Aparato que se conecta al cuerpo para tener mayor control sobre los niveles de glucosa en sangre.
Serious game	Aplicación informática cuyo objetivo es combinar los elementos lúdicos del videojuego con aspectos serios como la educación o la salud.

Shooter	Videojuego con mecánicas de disparos.
Tiempo de retardo	Tiempo que transcurre antes de que la insulina comience a reducir los niveles de glucemia.
Velocidad de absorción	Tiempo que transcurre desde que se ingiere un alimento con carbohidratos hasta que se empiezan a elevar los niveles de glucosa en sangre.

1.Introducción

La diabetes es una enfermedad crónica cuyo número de casos y prevalencia ha aumentado de manera constante durante las últimas décadas (Liu, 2011): hoy en día, más de 420 millones de personas en todo el mundo sufren esta enfermedad, a la cual se le atribuyen 1,5 millones de muertes cada año, convirtiéndose así en la novena causa principal de muerte en 2019 (Organización Mundial de la Salud, 2021).

De entre todas las variedades de diabetes, la diabetes *mellitus* tipo 1 o DM1 es la enfermedad endocrina más común entre la población infantil (Liu, 2011), caracterizada por el aumento del nivel de azúcar en sangre debido a la deficiencia de insulina que se produce en el páncreas (Katsarou et al., 2017). Esto provoca que sea necesaria la administración de insulina diaria por medio de bolígrafos de inyección o bombas de insulina (Organización Mundial de la Salud, 2021).

A las personas enfermas de diabetes se les forma para hacer un correcto seguimiento sobre su enfermedad, sin embargo, esta formación no debería ser exclusiva para los pacientes ya que el apoyo de los familiares, amigos , docentes, etc., tienen un papel muy importante a la hora de monitorizar la enfermedad (Sanitaria 2000, 2018).

El objetivo principal de este proyecto fue diseñar y desarrollar el prototipo de *serious game* basado en la gestión de la enfermedad diabetes *mellitus* tipo 1 con el cual el jugador aprenda las nociones básicas del tratamiento que reciben las personas que padecen la enfermedad, con el fin de sensibilizarlos sobre el tema.

Para ello, se realizó un estudio sobre los *serious games*, se llevó a cabo una investigación sobre la diabetes y se exploró el diseño de varios videojuegos que tratan la enfermedad. Se ideó una propuesta de videojuego y se redactó un *Game Proposal* para explicar su diseño que fue confirmado y validado por expertos en la materia. Posteriormente se desarrolló un prototipo de videojuego, del cual se realizaron varias iteraciones con las recomendaciones proporcionadas por los expertos.

2.Referentes

Los referentes analizados en esta sección son videojuegos que han sido utilizados para la creación del prototipo. La información relativa de dichos videojuegos se ha obtenido de artículos académicos enfocados en la recopilación de software educativo para pacientes con diabetes. Las características que se buscaron fueron las siguientes:

1. Pertenecer a la categoría de *serious game*.
2. Que puedan ser implementados en dispositivos móviles.
3. Dentro de los géneros de videojuegos: simulación, educación, toma de decisiones.
4. Debe tratar la diabetes, con especial atención a la diabetes *mellitus* tipo 1.

2.1.HealthSeeker

HealthSeeker es un videojuego de simulación para páginas web publicado en Facebook creado para ayudar a las personas con diabetes a mejorar su salud mediante cambios de estilo de vida (Kamel, 2015). El papel de los jugadores es seleccionar misiones que les permitan conseguir unas metas de estilo de vida específicas, seleccionando tres actividades por misión que los jugadores deben llevar a cabo en su vida diaria como, por ejemplo, “descubrir tu nivel de colesterol y escribirlo” (Diabetes Hands Foundation, 2010). Cada misión tiene como objetivo que el jugador aprenda un conocimiento específico que pueda poner en práctica en su día a día y este consigue puntos a medida que completa misiones e intercambia mensajes con otros usuarios (Diabetes Hands Foundation, 2010). Cuando el jugador consigue suficientes puntos, este sube de nivel y desbloquea medallas, logros que le permiten comprobar su avance en HealthSeeker. Cuanto mayor es el nivel de jugador, más lenta es su progresión en el videojuego.

Figura 1: Menú de misiones de HealthSeeker. Fuente: Facebook, 2015.

En el prototipo se incluirá un sistema de paso del tiempo por días inspirado en el sistema de duración temporal de las misiones de HealthSeeker para simular una gestión de la diabetes tipo 1 a lo largo del tiempo.

2.2.Battle of Didi

Battle of Didi es un *serious game* de simulación y gestión de recursos desarrollado para dispositivos Android y Windows que pone al jugador en la piel de Didi, un adolescente con DM1 que debe comprobar su glucemia capilar, administrarse insulina y escoger qué alimentos comer en sus comidas mientras realiza varias actividades en su vida diaria (Alcântara et al., 2019). El jugador gana una cantidad de puntos que se determina con la opción que escoge en un evento de toma de decisiones y hasta tiene la opción de ver un *ranking* de la puntuación de los jugadores (Alcântara et al., 2019).

Figura 2: Pantallas de menús de Battle of Didi. Fuente: Alcântara et al., 2019.

El prototipo tendrá mecánicas de comprovación de carbohidratos en alimentos, análisis de glucemia e inyección de insulina basadas en las que se encuentran en Battle of Didi.

2.3.Captain Novolin

Captain Novolin es un videojuego de plataformas 2D, acción y aventura publicado en 1992 para la consola de sobremesa SNES (Super Nintendo Entertainment System) (Nintendo, 1992). El videojuego trata de enseñar al jugador habilidades de autocontrol de la diabetes y de toma de decisiones relacionadas con la comida que ingiere el protagonista de la aventura, el Capitán Novolin, el cual debe enfrentarse a dulces malvados con aspecto de golosinas y tratar de esquivar los alimentos poco saludables con las mecánicas de movimiento y salto. Además, el videojuego hace preguntas al jugador con frecuencia para comprobar su nivel de aprendizaje a lo largo del *gameplay* (Lieberman, 2012).

Figura 3: Pantallas de menús de Captain Novolin. Fuente: Nintendo, 1992.

Se implementará en el prototipo un sistema de ayuda para explicar al usuario cómo tiene que interactuar con el videojuego similar a los elementos de tutorial de Captain Novolin.

2.4.The Magi and The Sleeping Star

The Magi and The Sleeping Star es un proyecto cancelado para un videojuego anunciado en *Kickstarter*, una plataforma web de recaudación de fondos para proyectos creativos, en 2013 (Game Equals Life, 2013). Se trata de un videojuego *shooter* en tercera persona protagonizado por un héroe mágico que padece diabetes tipo 1 y que utiliza sus habilidades mágicas para derrotar a enemigos robóticos con su poder mágico, el cual es un reflejo directo de qué tan bien el jugador está manejando su nivel de glucosa en la sangre al elegir la insulina y la nutrición adecuadas en el videojuego (Lieberman, 2012).

Figura 4: Pantalla de *gameplay* de The Magi and the Sleeping Star. Fuente: Game Equals Life, 2013.

The Magi and the Sleeping Star es un videojuego que no contiene motivaciones serias, por lo que el prototipo no tendrá ningún elemento mecánico o estético basado en este videojuego.

2.5.Knock ‘Em Downs: World’s Fair

Knock ‘Em Downs: World’s Fair es un *RPG* con combates por turnos para *Nintendo DS* compatible con Didget, un dispositivo de medición de glucosa para pacientes con DM1 que se conecta a la videoconsola y comparte los datos de glucosa del jugador con el videojuego (Lieberman, 2012). A pesar de que Knock ‘Em Downs: World’s Fair no es un videojuego sobre la diabetes tipo 1 per se, dispone de un sistema de economía interna que está profundamente ligado a las lecturas de glucosa que lleva a cabo Didget, como Lieberman (2012) explica:

> Los niños y adolescentes con diabetes que usan Didget pueden ganar puntos de recompensa por tener buenos resultados en las pruebas y por realizarlas constantemente tres veces al día durante al menos una semana. Pueden usar sus puntos de recompensa para desbloquear nuevos elementos, personajes y niveles

de juego. Si bien Didget es un medidor de glucosa en sangre y no un juego en sí mismo, es parte de un sistema de juego que convierte los comportamientos de monitoreo de glucosa en sangre del jugador y los resultados del autocontrol de la diabetes en un desafío de juego que puede generar recompensas de juego. (pág. 804)

Figura 5: Ilustración de un dispositivo Didget conectado a una Nintendo DS Lite. Fuente: Nintendo, 2010.

El prototipo incluirá efectos de sonido similares a los de Knock 'Em Downs: World's Fair.

2.6.GRIP

GRIP es un *serious game* de plataformas 2D y resolución de puzles con la finalidad de enseñar a los pacientes de DM1 más pequeños cómo funciona la enfermedad a través de la experiencia de juego mientras que su estado de salud es monitorizado por el videojuego en sí, ya que dispone de un sistema que permite enlazar la información de salud de los pacientes diabéticos con los datos de GRIP (Lieberman, 2012). En GRIP, el jugador se convierte en un agente secreto que debe cumplir misiones que afectan el nivel de glucemia del personaje, por lo que debe completarlas con éxito mientras que vigila que el personaje no sufra casos de hipoglucemia o hiperglucemia (&ranj, 2009).

Figura 6: Resolución de un puzle de GRIP. Fuente: &ranj, 2009.

El prototipo tendrá una interfaz de usuario compuesta por botones e imágenes sencillos y descriptivos similares a los que se encuentran en GRIP.

2.7.Packy & Marlon

Packy & Marlon es un videojuego de plataformas 2D, acción y aventura creado por los desarrolladores de Captain Novolin (Raya Systems) en 1994 para la videoconsola SNES y también pensado para niños y adolescentes con DM1 (Lieberman, 2012). El jugador tiene que recolectar todos los alimentos y suministros médicos que se encuentran repartidos en cada nivel, además de responder cuestionarios sobre la enfermedad y gestionar el nivel de glucosa en sangre de uno de los dos protagonistas Packy o Marlon (Nintendo, 1994). A diferencia del mundo de juego de Captain Novolin, el de Packy & Marlon es menos lineal y sus niveles tienen más elementos de verticalidad, acercándose más a videojuegos de plataformas como Castlevania II: Simon’s Quest (Konami, 1987).

Figura 7: Pantallas de *gameplay* de Packy & Marlon. Fuente: Nintendo, 1994.

Se implementará en el prototipo un sistema de ayuda para explicar al usuario cómo tiene que jugar similar a los elementos de tutorial de Packy & Marlon.

2.8.Diabegame

Diabegame es un videojuego *quiz* para ordenadores y dispositivos móviles con el cual el jugador practica su conocimiento sobre la diabetes tipo 1 respondiendo preguntas de varios cuestionarios (ANADI, 2021). El videojuego está dividido en siete etapas y cada se encarga de tratar un tema en particular relacionado con la enfermedad, como la alimentación o el deporte (ANADI, 2021). Al terminar un cuestionario determinado, el jugador obtiene una serie de recompensas en base a la puntuación obtenida, entre las cuales se encuentran documentos y vídeos que contienen información sobre el tema del cuestionario y que le pueden ser de utilidad al jugador en su vida diaria (ANADI, 2021).

Figura 8: Menú de recompensas de un cuestionario de Diabegame. Fuente: ANADI, 2021.

El prototipo contará con *assets* 2D y elementos de interfaz de usuario basados en los de Diabegame.

3.Marco teórico

En esta sección se han llevado a cabo dos líneas de desarrollo fundamentales para la realización del proyecto: por un lado, se ha profundizado en las definiciones, características y tipologías de los *serious games*. Por el otro, se ha realizado una búsqueda de información sobre las principales variedades de la diabetes, centrada en la diabetes *mellitus* tipo 1.

3.1.Serious games

3.1.1.Edutainment

Según la bibliografía consultada, Abt es el primero en definir el término (Abt, 1970):

> Nos interesan los *serious games* en el sentido de que estos juegos tienen un propósito educativo explícito y cuidadosamente pensado y no están destinados a ser jugados principalmente por diversión. Esto no quiere decir que los *serious games* no sean, o no deban ser, entretenidos. (pág. 9)

Mientras que la gran mayoría de videojuegos que se venden hoy en día se presentan a sus audiencias como una manera entretenida, disfrutable y divertida de pasar el rato o de interactuar con otros jugadores (Michael y Chen, 2005), Abt (1970) explica que los *serious games* persiguen otros objetivos y da a entender que los *serious games* pueden ser, además de educacionales, entretenidos. Este tipo de videojuegos forman parte del *edutainment*: el *edutainment* (o “educación a través del entretenimiento”) es cualquier forma de educación que busca el divertimiento de su audiencia (Michael y Chen, 2005).

Bergeron (2006) va más allá e incluye el entretenimiento como elemento obligatorio en los *serious games*, además de concretar que los elementos serios de estos videojuegos causan un impacto en la realidad que rodea al jugador:

> Un juego serio es una aplicación informática interactiva, con o sin un componente de hardware significativo, que tiene un objetivo desafiante; es divertido de jugar y/o atractivo; incorpora algún concepto de puntuación;

> imparte al usuario una habilidad, conocimiento o actitud que se puede aplicar en el mundo real. (pág. 17)

Es importante añadir que los *serious games* no solo pueden tener propósitos educativos, sino que también terapéuticos, turísticos, de márketing y de muchos otros campos e industrias (DEV, 2020) como, por ejemplo, LAVA, un proyecto que consiste en hacer a estudiantes partícipes de excavaciones arqueológicas: “We consider the benefits of allowing students to collaboratively manage and participate in a virtual excavation of the basilica and highlight how real-world findings can be used to provide an authentic virtual excavation experience” (Petrovic y Brand, 2009, pág. 191).

Figura 9: Modelo 3D de una basílica reconstruida para el proyecto LAVA. Fuente: Petrovic y Brand, 2009.

3.1.2.E-health

Por lo que respecta a otros campos como la salud, cabe destacar la relación entre los *serious games* y el *e-health*, un concepto que Eysenbach (2001) define de la siguiente manera:

> E-health es un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y los negocios, que se refiere a los servicios de salud y la información proporcionada o mejorada a través de Internet y tecnologías relacionadas. En un sentido más amplio, el término caracteriza no solo un desarrollo técnico, sino también un estado de ánimo, una forma de pensar, una actitud y un compromiso con el pensamiento global en red para mejorar la atención médica a nivel local, regional y mundial mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación.

En esta categoría se pueden encontrar *serious games* como SpiroGame, un videojuego cuyo objetivo es mejorar la cooperación de niños con enfermedades de pulmón durante las espirometrías para conseguir mediciones exitosas de su funcionamiento pulmonar (Orji et al., 2014).

Figura 10: Ilustración del aparato de respiración SpiroGame. Fuente: Desmond et al., 1997.

3.1.3.Advergames

Aparte de los *serious games* convencionales que buscan enseñar conocimientos o mejorar la asistencia sanitaria, existe otro tipo que tiene unas motivaciones ligeramente distintas: los *advergames*, videojuegos pertenecientes al *advertainment* (contenido de entretenimiento que imita formas de medios tradicionales pero que se crea únicamente como una herramienta para generar publicidad), están específicamente creados para promocionar marcas (Kretchmer, 2008). Un claro ejemplo del uso de una marca a través de un *advergame* es Pepsiman, un videojuego comercial que formó parte de una campaña de publicidad para promover la marca de bebida Pepsi en Japón (Murray, 2006).

Figura 11: Pantalla de juego de Pepsiman. Fuente: KID, 1999.

Aunque los *advergames* no se consideran *serious games* porque normalmente no tienen propósitos educativos, existen algunas excepciones como Adesso Heroes of Java, un videojuego con mecánicas pinball que, como explica Sanz (2016), incluye elementos asociados al aprendizaje del lenguaje de programación Java:

> Los jugadores recién llegados son introducidos a una mesa de pinball. Juegan su primer tiro como lo harían normalmente. Y luego aparece una nueva pantalla superpuesta con un cuestionario sobre Java (¡el lenguaje de script, no la isla!). Con cada pelota que pierden en el juego, se les hace una nueva pregunta. Si responden correctamente, serán recompensados con una bola adicional y, por lo tanto, los jugadores más inteligentes podrán jugar más bolas a largo plazo. Cuando los jugadores pierden su última bola, se les ofrece registrar sus datos a cambio de participar en el sorteo de una impresora 3D. (pág. 1)

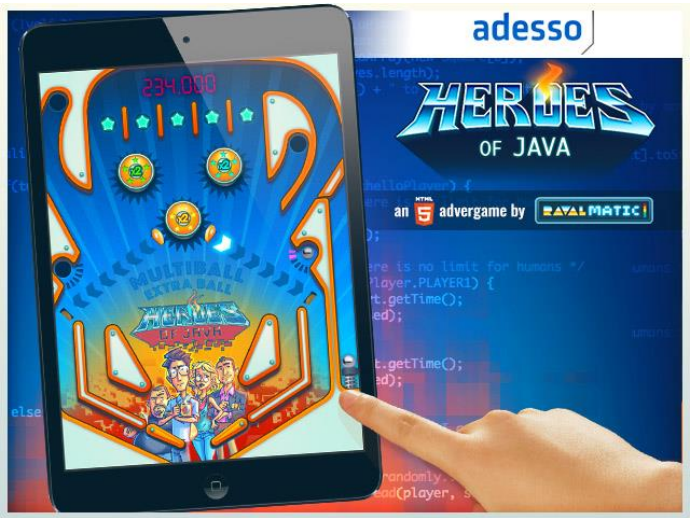


Figura 12: Imagen de portada de presentación de Heroes of Java. Fuente: RAVALMATIC, 2016.

Ante el amplio catálogo de necesidades y propósitos que cubren los *serious games*, Marsh (2011) plantea una clasificación formada por tres grupos con el objetivo de separarlos según las características lúdicas de estos:

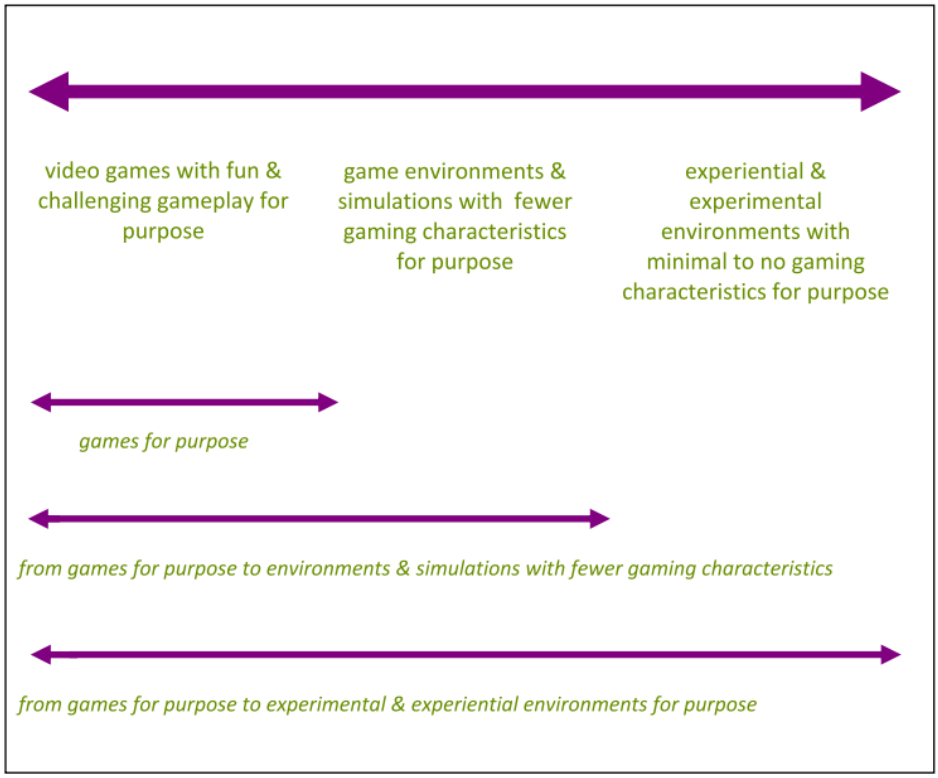


Figura 13: Espectro de los *serious games*. Fuente: Marsh, 2011.

El espectro de Marsh (2011) separa los *serious games* según los elementos interactivos, mecánicos, lúdicos y digitales propios de un videojuego en: “juegos con propósito” (videojuegos con motivaciones serias y con elementos lúdicos que favorecen el entretenimiento), “juegos con características de juego reducidas” (grupo que, además de contener juegos con propósito, se extiende a entornos y otros medios digitales) y “propósitos culturales y experienciales serios” (encapsula entornos y medios digitales con elementos de juego tradicionales mínimos o nulos para generar experiencias y emociones determinadas en los jugadores).

3.1.4.Gamificación

En las dos últimas categorías del espectro se pueden encontrar, además de *serious games*, estructuras de gamificación: mientras que los *serious games* implementan procesos de carácter educativo o terapéutico en sus mecánicas y dinámicas, la gamificación aplica elementos propios del diseño de juego (interacción, mecánicas y componentes lúdicos) en contextos y entornos no relacionados con el juego (Deterding et al., 2011).

Un ejemplo de gamificación aplicada a entornos serios es la que se aplica a los *Moodle*, plataformas educativas online que proporcionan entornos de aprendizaje personalizados para los estudiantes haciendo uso de funciones como la personalización de perfil (seudónimo, imagen de perfil), la visibilidad del progreso del estudiante, la exhibición de los resultados de pruebas y exámenes o las insignias que reciben los alumnos al completar sus tareas asignadas (Kiryakova et al., 2014).

Dejando de banda los *serious games*, a pesar de que estos se suelen presentar como el *software* de juego de aprendizaje por excelencia, existen otros videojuegos con finalidades no serias que han llegado a ser incorporados en algunos procesos educativos. Lacasa (2009) lo explica usando como ejemplo los videojuegos de simulación social:

> La introducción de videojuegos comerciales en el aula nos ayuda a pensar por qué y cómo los objetos culturales diseñados para divertirse en vez de para fines educativos pueden usarse para mejorar las alfabetizaciones digitales en la escuela... los juegos de simulación social... ofrecen múltiples representaciones

> del mundo real de forma interactiva. Además, esta interacción involucra procesos específicos de pensamiento que están presentes en muchas situaciones en la vida cotidiana de los niños. (pág. 109)

3.1.5.Definición y tipologías

Tras analizar las características esenciales de este modelo de videojuego, se ha decidido utilizar la siguiente definición: un *serious game* es un juego que imparte al jugador una habilidad o conocimiento aplicable en el mundo real que se aprende a través de un o unos objetivos que puedan resultar desafiantes y entretenidos.

A continuación, se ha clasificado a los *serious games* según su propósito en los siguientes grupos:

NOMBRE	PROPÓSITO
Videojuegos Edutainment	Enseñar un conocimiento determinado al usuario
Videojuegos *E-health*	Asistir en el proceso de mejora de la salud del usuario
***Advergames* serios**	Generar publicidad de marca al mismo tiempo que el usuario aprende
Estructuras de gamificación serias	Enseñar un conocimiento al usuario o asistir en el proceso de mejora de su salud

Figura 14: Tabla de clasificación de *serious games* según su propósito. Fuente: Elaboración propia, basado en Abt (1970), Deterding et al., (2011), Eysenbach (2001), Kretchmer (2008) y Marsh (2011).

3.2.Diabetes

Diabetes describe un grupo de trastornos metabólicos caracterizados por la presencia de hiperglucemia (nivel de azúcar en sangre superior al normal) en ausencia de tratamiento (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Los defectos más característicos que causa la diabetes están relacionados con la secreción y/o acción de insulina y con trastornos del metabolismo de nutrientes, especialmente de hidratos de carbono, además de producir en enfermos con diabetes un mayor riesgo de sufrir enfermedades cardíacas, obesidad y cataratas entre muchas otras (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Los síntomas más distintivos con los que suele aparecer la enfermedad son la pérdida de peso, la visión borrosa, la deshidratación, la sed y la poliuria (producción y excreción de los niveles de orina superiores a los normales) (Ramachandran, 2014). Actualmente, los expertos dividen la diabetes en varias categorías. La actualización más reciente de la clasificación de la diabetes por tipos fue realizada por la Organización Mundial de la Salud (2019):

Table 2: Types of diabetes

Type 1 diabetes
Type 2 diabetes
Hybrid forms of diabetes
Slowly evolving immune-mediated diabetes of adults
Ketosis prone type 2 diabetes
Other specific types (see Tables)
Monogenic diabetes
- Monogenic defects of β-cell function
- Monogenic defects in insulin action
Diseases of the exocrine pancreas
Endocrine disorders
Drug- or chemical-induced
Infections
Uncommon specific forms of immune-mediated diabetes
Other genetic syndromes sometimes associated with diabetes
Unclassified diabetes
This category should be used temporarily when there is not a clear diagnostic category especially close to the time of diagnosis of diabetes
Hyperglyacemia first detected during pregnancy
Diabetes mellitus in pregnancy
Gestational diabetes mellitus

Figura 15: Tabla de clasificación de tipos de diabetes. Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2019.

3.1.1.Diabetes tipo 1

Epidemiología

La diabetes *mellitus* tipo 1 o DM1 es una enfermedad crónica autoinmune que representa el 5% de los casos de diabetes en todo el mundo y que se caracteriza por el incremento de los niveles de glucosa en sangre debido a la pérdida de las células beta de los islotes pancreáticos, las cuáles se encargan de producir la insulina, una hormona que regula los niveles de glucosa en la sangre (Katsarou et al., 2017).

Como explica Levy (2016), la población infantil es el grupo demográfico que más sufre esta enfermedad:

> Hay dos picos principales de incidencia, de los 5 a los 9 años y de los 10 a los 14 años; en el grupo de mayor edad, el pico se produce de 2 a 3 años antes en las niñas que en los niños, lo que sugiere una influencia de la pubertad. A mediados de la adolescencia, la incidencia se ha asentado a un nivel mucho más bajo pero estable. (pág. 5)

Además, las personas cuyo historial familiar tiene casos de diabetes son más propensas a sufrirla; el riesgo de que un individuo con parientes cercanos con DM1 desarrolle la enfermedad se puede incrementar hasta en un 6%, por lo que el factor genético juega un papel importante en el diagnóstico de la enfermedad (Levy, 2016).

El progreso del desarrollo de diabetes tipo 1 se divide en tres fases:

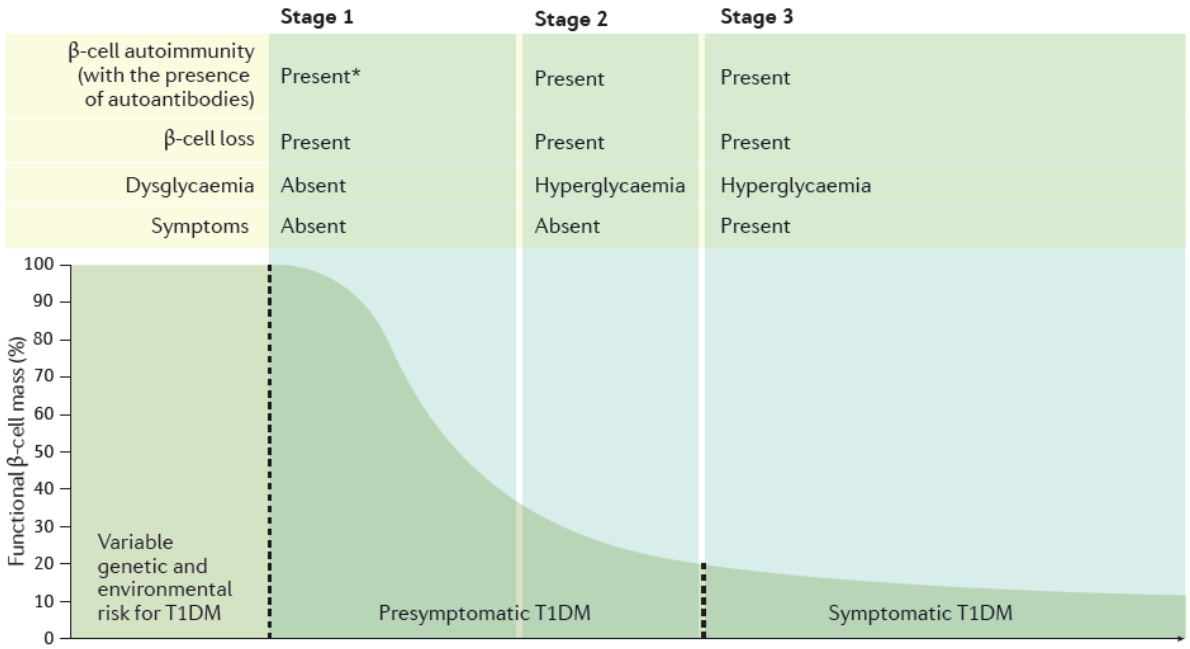


Figura 16: Fases de la enfermedad. Fuente: Katsarou, et al., 2017.

Como se puede observar en el gráfico, a pesar de que los casos de *dysglycaemia* (niveles de azúcar en sangre anormales) ya están presentes en la mitad del progreso de desarrollo, los pacientes no notan los síntomas propios de la enfermedad (pérdida de peso, sed y poliuria entre otros) hasta llegada la tercera fase. Asimismo, la pérdida de células beta se produce a lo largo de todo el desarrollo.

Tratamiento

Una vez diagnosticado el caso de DM1, el paciente recibe una serie de clases de aprendizaje para que aprenda a convivir con la enfermedad, en la cuáles recibe instrucciones por parte de profesionales para seguir una estricta y determinada dieta alimenticia durante las primeras semanas después del diagnóstico, con el objetivo de que el paciente aprenda a lidiar con las complicaciones que ocasiona la enfermedad a diario: los problemas más característicos son las dificultades para estimar las raciones de carbohidratos en las comidas, la minimización de los casos de hiperglucemia e hipoglucemia, la correcta inserción de insulina y la compaginación de actividades saludables (como hacer ejercicio) con el estilo de vida del paciente (Levy, 2016). La gestión de la enfermedad, sin embargo, no cae en manos solo del paciente y un equipo interdisciplinario (médicos, educadores de diabetes, enfermeros, dietistas, psicólogos y trabajadores sociales), sino que también es necesaria la colaboración con la familia del enfermo y con sistemas de apoyo laborales o escolares (Katsarou et al., 2017).

El tratamiento que siguen los pacientes de DM1 consiste en terapias de insulina artificial: el objetivo de este tratamiento es hacer que los niveles de glucosa en sangre del paciente sean lo más cercanos posible a los normales a través de la administración de insulina por métodos externos (ya que aquellos diagnosticados con DM1 han perdido su capacidad de autoregulación de insulina interna), siempre intentando evitar casos de hipoglucemia (niveles de glucosa en sangre más bajos de lo normal) en la medida de lo posible (Katsarou, et al., 2017).

Para comprobar si un paciente con diabetes realiza un buen control sobre su enfermedad, se realiza una prueba de hemoglobina glicosilada (o HbA1c): se trata de un examen de sangre que mide el nivel promedio de glucosa en sangre durante los últimos tres o cuatro meses, el resultado del cual se muestra en valor porcentual; a más grande el porcentaje, mayores son los niveles de azúcar en sangre (Biblioteca Nacional de Medicina, 2022):

HbA1c (%)	Glucemia media estimada (mg/dL)
5	97 (76–120)*
6	126 (100–152)
7	154 (123–185)
8	183 (147–217)
9	212 (170–249)
10	240 (193–282)
11	269 (217–314)
12	298 (240–347)

* Entre paréntesis el rango de la glucemia media estimada.

Figura 17: Relación de la HbA1c y la glucemia media estimada. Fuente: Laboratorio Clínico Hematológico, 2011.

El nivel estándar de rango de glucemia en la mayoría de personas es de entre 80 y 130 mg/dl y puede llegar a subir hasta 180 mg/dl después de las comidas, y el HbA1c habitual es menor al 5,7% (Katsarou et al., 2017). El porcentaje en pacientes con diabetes es, por el otro lado, mayor: cuando el valor está entre 5,7% y 6,4% se considera que la persona tiene prediabetes (desarrollando una diabetes), y cuando se encuentra por encima del 6,5% es compatible con el diagnóstico de diabetes (Laboratorio Clínico Hematológico, 2011).

Las maneras que tiene un diabético para administrarse insulina varían dependiendo del nivel de gravedad de su situación: en los casos más graves, los pacientes recurren a inhaladores de insulina (para introducirla en el paciente de manera oral) y a bombas de insulina, dispositivos que se conectan al cuerpo y bombean insulina continuamente para que la insulina se administre con velocidad y precisión (Biblioteca Nacional de Medicina, 2022). En los casos más normales de diabetes tipo 1, los enfermos se inyectan insulina a través de bolígrafos de insulina. Actualmente, la insulina se clasifica en tres categorías simples según su tiempo de acción en el cuerpo, por lo que cada bolígrafo administra un determinado tipo de insulina:

Short-acting	Basal insulin (intermediate or long-acting)	Biphasic insulin mixtures (fixed mixtures of short- and intermediate-acting)
Taken 10 to 30 minutes before meals Clear insulin	Taken at bedtime (or morning, or twice daily about 12 hours apart) independent of mealtimes. Human preparations are cloudy, analogues are clear	Biphasic (fixed mixture of short- and intermediate-acting) Taken twice or three times daily before meals Cloudy
NovoRapid® (aspart, A)	Lantus® (glargine, A)	NovoMix® 30 (A)
Humalog® (lispro, A)	Levemir® (detemir, A)	Humulin M3® (H)
Humulin S® (H)	Humulin I® (H)	Humalog® Mix25 (A)
Insuman® Rapid (H)	Insuman® Basal (H)	Humalog® Mix50 (A)
Apidra® (glulisine, A)	Insulatard® (H)	Insuman® Comb (15, 25 and 50) (H)
	Tresiba® (degludec, A) (U100 and U200)	
	Abasaglar® (biosimilar glargine) (A)	
	Toujeo® (U300 glargine) (A)	

A: analogue insulins (modified human insulins) H: synthetic recombinant human insulins

Figura 18: Tipos de bolígrafos de insulina según el tiempo de acción. Fuente: Levy, 2016.

Normalmente, las células beta producen un solo tipo de insulina cuyo tiempo de acción se determina por el tipo de azúcar que absorbe el cuerpo humano. En cuanto a las insulinas artificiales, no existe ninguna capaz de adaptar su tiempo de acción una vez entra en el cuerpo, razón por la que existen tantos tipos de bolígrafos, cada cual diseñado para contrarrestar un tipo de carbohidrato determinado. Los hidratos de carbono se clasifican de dos maneras (Hospital Sant Juan de Déu Barcelona, 2020):

- Según su estructura química: se dividen en simples (formados por pocas moléculas de azúcar: glucosa, lactosa, sacarosa, etc.) y complejos (formados por cadenas largas de azúcares).
- Según su velocidad de absorción: se dividen en carbohidratos de absorción rápida (azúcar, bebidas azucaradas o miel entre otros) y carbohidratos de absorción lenta (legumbres, frutas, cereales y derivados, lácteos y tubérculos).

Las insulinas artificiales se producen para actuar frente a una determinada velocidad de absorción. Según la American Diabetes Association (2015), estas insulinas están clasificadas de la siguiente manera:

- Insulina de bolo: es una cantidad adicional de insulina que se toma para cubrir un aumento esperado de la glucosa en sangre, a menudo relacionado con una comida o aperitivo.
- Insulina basal: esta insulina se absorbe lentamente para darle al cuerpo un nivel bajo y constante de insulina para controlar los niveles de glucosa en la sangre entre comidas.

Es importante añadir que el primer paso del tratamiento de insulina no es la inserción de esta: antes de ello, el enfermo con diabetes debe medir sus niveles de glucosa en sangre para después calcular las unidades de insulina que debe administrarse: medirse la glucosa en sangre no es solo un paso necesario para los cálculos antes de las comidas, sino que también lo es para detectar hipoglucemias y, en general, monitorizar la enfermedad de manera correcta y constante (Katsarou et al., 2017). Como con la administración de insulina, los pacientes de DM1 disponen de varios dispositivos, denominados glucómetros, para llevar a cabo las mediciones:

- Glucómetro con tiras reactivas: también llamado medidor de glucosa capilar, el glucómetro con tiras mide los niveles de glucosa a través de una muestra de sangre (que se obtiene al pincharse un dedo de las manos) insertada en una tira reactiva (pequeño plástico que a su vez se inserta en el glucómetro) que, al entrar en contacto con la muestra, produce una reacción que permite al glucómetro analizar los niveles de glucosa en sangre (Roche Diabetes Care, 2020).
- Glucómetros no capilares: estos glucómetros no recogen la información mediante tiras, ya que de ello se encargan los sensores de glucosa, aparatos que se conectan directamente al cuerpo (como las bombas de insulina) y que, al acercarles el medidor, analizan instantáneamente la glucosa en sangre en el cuerpo (Abbott, 2022).

La manera de calcular las unidades de insulina que el paciente debe inyectarse ha evolucionado durante los últimos años: hasta hace poco, eran los propios medidores

de glucosa los que se encargaban de esta función, ya que en glucómetros como el ACCU-CHEK Aviva Expert venía incorporada una calculadora de unidades denominada “calculadora de bolos” (Roche Diabetes Care, 2015). Hoy en día, el cálculo se hace mediante aplicaciones de monitorización para *smartphones* que ofrecen la posibilidad de recibir los datos de los glucómetros a través de tecnologías NFC o *Bluetooth* (Roche Diabetes Care, 2020).

Para calcular las unidades de insulina que un diabético tipo 1 se debe inyectar, el usuario debe introducir primero las raciones de hidratos de carbono en el calculador. Las raciones se determinan con el sistema de raciones, un sistema que permite a los diabéticos identificar, contabilizar y convertir la cantidad de hidratos de carbono que hay en sus comidas de gramos (gr HC) a raciones:

	PESO	HIDRATOS DE CARBONO	RACIÓN HIDRATOS DE CARBONO
1	20 g	10 g	1 R
2	40 g	20 g	2 R
3	80 g	40 g	4 R
4	180 g	90 g	9 R

Figura 19: Conversión de gramos a raciones de un alimento farináceo. Fuente: Roche Diabetes Care, 2018.

Si, por ejemplo, el usuario cree que su plato contiene aproximadamente 50 g, debe introducir en la calculadora 5 R. Cuando el usuario confirma la selección de raciones, la calculadora ofrece un resultado (las unidades para inyectar) en base a parámetros como el valor actual de glucemia del paciente, el número de raciones y el factor de corrección (en qué medida se reduce la glucemia de un diabético con una unidad de insulina), que configura inicialmente el personal sanitario a cargo de los pacientes. Finalmente, una vez introducida la insulina, el paciente puede empezar a comer

mientras espera que pase el tiempo de retardo (tiempo necesario para que la insulina comience a hacer efecto) (mySugr, 2022).

Cálculo de dosis de insulina de bolo

Los glucómetros utilizan una operación determinada para calcular la dosis de insulina de bolo adecuada; según Vidal y Jansà (2006), se puede obtener la siguiente fórmula de cálculo de dosis de bolo:

$$\textbf{Dosis de corrección} = \frac{\textbf{Glucemia Real} - \textbf{Glucemia Objetivo}}{\textbf{Factor de Corrección}}$$

$$\textbf{Dosis de bolo} = \frac{\textbf{Unidades de insulina } (para\ X\ r.)}{\textbf{X r.}} * \textbf{R} + \textbf{Dosis de corrección}$$

En este caso, la operación incluye los siguientes parámetros:

- Unidades de insulina (por x R): son las unidades de insulina que el paciente se inyecta por cada “X” raciones de carbohidratos. Este cociente puede ser el mismo siempre o diferente para cada comida; esto último ocurre cuando las unidades de insulina que un diabético se administra son demasiadas o insuficientes en determinadas horas del día.
- X R de HC: son las “X” raciones de hidratos de carbono que se corresponden con las unidades de insulina.
- R: son las raciones de carbohidratos que un diabético deduce que hay en los alimentos que se dispone a comer.
- Dosis de corrección: son las unidades de insulina adicionales que un diabético tiene que inyectarse para compensar valores de glucemia anormales. Se obtiene de restarle el valor de Glucemia Objetivo (el valor ideal que se suele marcar como objetivo es 120 mg/dl) al valor de Glucemia Real (glucemia actual de la persona) y, a continuación, dividirlo por el Factor de Corrección.
- Factor de corrección: en caso de que este valor se desconozca, se puede presuponer que una unidad de insulina de bolo reduce 50 mg/dl de glucemia, por lo que el factor de corrección suele ser de 50.

A continuación se ha redactado un ejemplo de operación con la fórmula. Se ha calculado una dosis de bolo dados los siguientes valores:

Glucemia Real	350 mg/dl
Glucemia Objetivo	120 mg/dl
Factor de corrección	50
Unidades de insulina para X raciones	7 unidades de insulina para X raciones
X raciones	7 raciones de carbohidratos
Raciones	8
Dosis de corrección	$\frac{350-120}{50} = 4{,}6$
Dosis de bolo	$\frac{7}{7} * 8 + 4{,}6 = 12{,}6 \rightarrow \mathbf{13}$

Cálculo de dosis de insulina basal

La dosis de insulina de absorción lenta es una insulina que se administra una vez al día y que corresponde a un valor que se suele incrementar cuando la dosis de bolo es insuficiente para normalizar los niveles de azúcar en sangre (Hospital San Eloy, 2013). La dosis de insulina basal equivale al 50% de insulina total administrada en un día: si un paciente diabético se inyecta una media de 8 unidades de insulina de bolo tres veces al día (una por cada comida principal), su dosis de insulina basal es de aproximadamente 24 unidades (Hospital San Eloy, 2013). La dosis total de insulina diaria (esto incluye tanto la de acción rápida como la de acción prolongada) se distribuye tal y como se observa en la siguiente imagen:

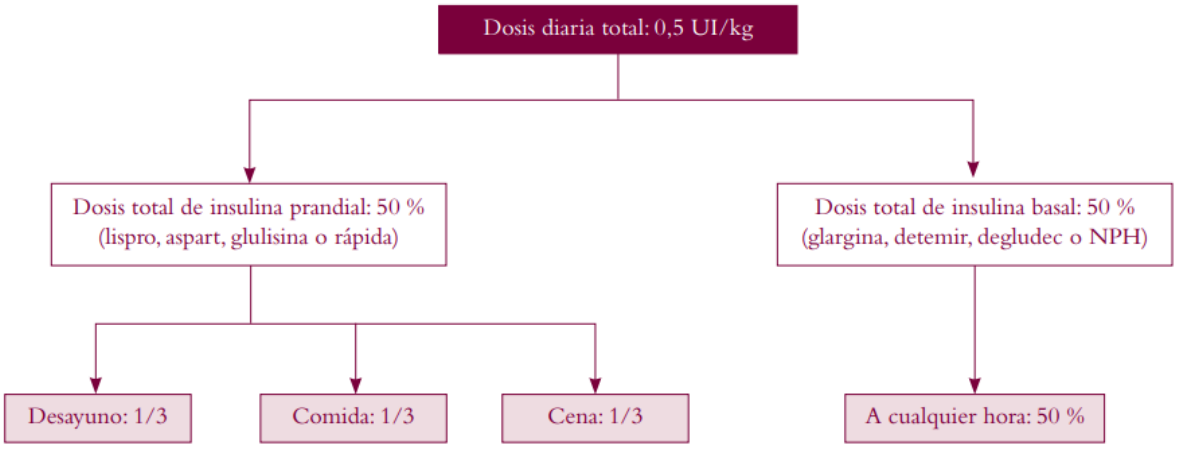


Figura 20: Dosis diaria de insulina en terapia de bolo y basal. Fuente: Soidán, 2016.

Prevención

Levy (2016) afirma que durante 30 años se han llevado a cabo ensayos con el objetivo de ralentizar o detener el proceso de destrucción de células beta: concreta, de hecho, que existe al menos un tipo de intervención para cada una de las tres fases de desarrollo de la DM1:

- Prevención primaria: comprende la fase desde el nacimiento en adelante en individuos cuyo riesgo genético es alto. Debido a la temprana edad de la mayoría de los participantes y a la constante intervención, solo se permiten las intervenciones más leves como, por ejemplo, la dieta. Ningún ensayo de prevención primaria completado hasta la fecha ha tenido un resultado positivo.
- Prevención secundaria: este tipo de prevención se aplica a pacientes con alto riesgo genético y que a su vez tienen parientes cercanos con DM1. La intervención consiste en administrar dosis grandes de insulina de manera oral o nasal para ralentizar el proceso de desarrollo de la diabetes en los pacientes, pudiendo contenerlo así hasta cuatro o incluso cinco años.
- Prevención terciaria: comprende a la gran mayoría de ensayos clínicos hasta la fecha: en este caso, a los pacientes con diagnóstico reciente se les administra agentes inmunomoduladores o inmunosupresores para intentar conservar las funciones mínimas de las células beta, aunque aún no se han percibido casos en los que este tipo de prevención haya funcionado de manera exitosa.

3.1.2.Diabetes tipo 2

Mientras que la DM1 supone un porcentaje muy bajo de los casos de diabetes en todo el mundo, la diabetes *mellitus* tipo 2 (o DM2) es el tipo de diabetes más común registrado hasta la fecha, representando más del 90% de todos los pacientes con diabetes (Organización Mundial de la Salud, 2019).

En contraposición a la DM1, la DM2 es más común entre personas adultas debido a que este tipo de enfermedad se genera como consecuencia de llevar una vida poco saludable: la consumición de alimentos altamente procesados y productos azucarados, obesidad, actividad física insuficiente (o nula), desnutrición fetal e historial genético familiar son los problemas más graves por los cuales un individuo puede desarrollar problemas de disfunción de células beta (Ramchandran, 2014).

Como los pacientes son prácticamente asintomáticos, no se les diagnostica DM2 hasta pasados varios años. Además, aunque la gran mayoría de diabéticos tipo 2 no requieren de una terapia de administración de insulina para sobrevivir, en algunos casos estas son necesarias para disminuir el azúcar en sangre y evitar complicaciones crónicas (Organización Mundial de la Salud, 2019).

3.1.3.Formas híbridas y variaciones

Además de los tipos 1 y 2, existen otras variaciones de las diabetes convencionales que reúnen diversas peculiaridades:

- Diabetes autoinmune latente del adulto (LADA): como se caracteriza por la aparición temprana de anticuerpos en el proceso autoinmune antes de que se produzca una destrucción notable de células beta, esta hibridación se confunde habitualmente con la DM2 (Maraschin, 2013).
- Diabetes tipo 2 propensa a la cetosis: a diferencia de los tipos 1 y 2, los pacientes que padecen esta diabetes sufren al comienzo una severa deficiencia de insulina que se ve atenuada con el paso del tiempo, de manera que al final dichos pacientes no se ven en la necesidad de ser administrarse insulina (Organización Mundial de la Salud, 2019).

- Diabetes monogénicas: también llamados MODY, son formas de diabetes hereditarias causadas por las mutaciones de ciertos genes involucrados en la producción de insulina. La mayoría de los casos se suelen diagnosticar de manera incorrecta (en estos casos, se suele decidir entre DM1 y DM2 de las dos según los síntomas y edad del paciente). Algunas de las formas de diabetes monogénicas se pueden tratar con tratamientos de píldoras en vez de con inyecciones de insulina (National Institutes of Health, 2022).
    - Defectos monogénicos en funciones de células beta: en esta subcategoría se incluyen varios tipos de diabetes monogénicas como diabetes neonatal (diabetes que aparece en los primeros meses de vida) permanente (DMNP) y transitoria (DMNT) y algunas variaciones de diabetes MODY, y están caracterizados por debilitar (pero rara vez destruir) las células beta (Organización Mundial de la Salud, 2019).
    - Defectos monogénicos en la acción de la insulina: se trata de casos en los cuales los pacientes generan una resistencia a la acción de la insulina en ausencia de signos de vida poco saludable como la obesidad (como ocurre con la DM2). Este tipo de diabetes solo se desarrolla cuando las células beta no logran compensar la resistencia a la insulina, dando como resultado efectos negativos como la hiperinsulinemia (niveles de insulina en la sangre superiores a los normales). Estos casos ocurren con menos frecuencia que los defectos monogénicos en células beta (Organización Mundial de la Salud, 2019).
- Otros síndromes genéricos asociados a la diabetes: existen más de 80 síndromes que pueden incrementar las posibilidades de generar un caso de diabetes. Las mutaciones derivadas de estos síndromes pueden producir alteraciones del metabolismo de los carbohidratos, entre las que se encuentran, por ejemplo, la deficiencia absoluta o relativa de la insulina o la inhibición de la secreción de insulina (Céspedes, C., Forero C., y Giraldo, G., 2015).
- Diabetes del páncreas exocrino: se trata de un tipo más común que la DM1 y se suele diagnosticar erróneamente como DM2. Es un tipo de diabetes que se origina cuando el páncreas es dañado por enfermedades (pancreatitis, infecciones o cáncer pancreático entre otras) (Organización Mundial de la Salud, 2019).

- Desórdenes endocrinos: algunas enfermedades causan la secreción excesiva de ciertas hormonas (hormona del crecimiento, cortisol o glucagón); dichas secreciones pueden llegar a obstaculizar la acción de la insulina (Organización Mundial de la Salud, 2019).
- Diabetes inducidas por drogas o químicos: existen muchos tipos de drogas que pueden debilitar la secreción y acción de insulina e incluso destruir células beta, además de acelerar el proceso de desarrollo de una diabetes en personas resistentes al efecto de la insulina o con problemas de disfuncionalidad en sus células beta (aunque estos casos de diabetes ocurren de manera poco frecuente) (Children's Wisconsin, 2020).
- Infecciones: algunos virus, como el de la rubeola o el Coxsackie B, se han llegado a asociar a la destrucción autoinmune de células beta en individuos genéticamente predispuestos (Maraschin, 2013).
- Hiperglucemias detectadas por primera vez durante el embarazo: A día de hoy, se han registrado dos tipos de diabetes diagnosticadas a partir de casos de hiperglucemia detectados en alguna de las fases del embarazo: el primer tipo es un caso de diabetes *mellitus* que no se diferencia con los casos diagnosticados en mujeres no embarazadas (pueden ser tanto de DM1 como de DM2) y, el segundo, la diabetes gestacional (DMG), que puede llegar a causar problemas adversos tanto en la madre (desarrollar un caso de DM2) como en el feto (hipoglicemia neonatal o peso de recién nacido superior al normal) si no sigue un tratamiento correcto (Maraschin, 2013).

4.Objetivos

4.1.Objetivos principales

El objetivo fundamental de este trabajo académico es diseñar y desarrollar el prototipo de un *serious game* para *smartphones* Android basado en la gestión de diabetes *mellitus* tipo 1.

4.2.Objetivos secundarios

Estudiar el concepto de *serious game* y las características de este modelo de videojuegos.

Describir la diabetes y los tipos en los que se clasifica, profundizando en la diabetes *mellitus* tipo 1.

Crear un *Game Proposal*. Para ello, se aplicarán los conocimientos aprendidos en las asignaturas de diseño “Diseño de juegos I”, “Diseño de juegos II” y “Diseño de niveles”.

Realizar una búsqueda de profesionales especializados que validen la documentación de diseño y el prototipo.

Desarrollar un prototipo de videojuego usando la información previamente recopilada y la documentación de diseño.

5.Diseño metodológico y cronograma

En este apartado se han expuesto la metodología que se ha usado en el desarrollo del proyecto y un cronograma que describe y ordena los pasos teóricos que se han seguido.

5.1.Diseño metodológico

Para el correcto desarrollo del proyecto y para conseguir cumplir los objetivos planteados, la metodología que se ha decidido aplicar se ha dividido en las siguientes fases:

1- Análisis de referentes: de cada videojuego vinculado a la diabetes, se evaluará la relación que tienen las mecánicas y dinámicas de juego con el aprendizaje del jugador a lo largo de las sesiones de juego. Se han seleccionado ocho videojuegos para analizar:
    1. HealthSeeker (Diabetes Hands Foundation, 2011).
    2. Battle of Didi (Alcântara C. et al., 2019).
    3. Captain Novolin (Raya Systems, 1992).
    4. The Magi and The Sleeping Star (Game Equals Life, 2013).
    5. Knock ‘Em Downs: World’s Fair (Bayer, 2010).
    6. GRIP (&ranj, 2009).
    7. Packy & Marlon (Raya Systems, 1994).
    8. Diabegame (ANADI, 2021).
2- Documentación del prototipo: a partir de la información adquirida, se aplicará como metodología de Rogers (2010), las dos primeras fases de un *GDD* (*Game Design Document*):
    1. *Game Concept*: se redactará un breve documento, de no más de una página, para describir de manera general un concepto de videojuego. El documento incluirá los siguientes apartados:
        1. Plataforma de juego.
        2. Géneros de juego.
        3. Público: audiencia, cliente y clasificación por edad.

4. Modelo de negocio.
5. *Selling points*.
6. Trama y características principales.
7. Referencias visuales.
8. Referencias sonoras.

2. *Game Proposal*: se redactará un documento de aproximadamente diez páginas que incluya toda la información general sobre el diseño del prototipo.
    1. Historia de juego.
    2. *Gameplay*.
    3. *Elevator Pitch*.
    4. *Game Flow*.
    5. Personajes.
    6. Controles.
    7. Variables principales de *Gameplay*.
    8. Características específicas de la plataforma.
    9. Mundo de juego.
    10. Interfaz de usuario.
    11. Estilo artístico.
    12. Banda sonora.
    13. Otros aspectos importantes: clasificación de alimentos, desafíos, competencia.

3- Desarrollo del prototipo: el prototipo de videojuego se desarrollará siguiendo los elementos descritos en el *Game Proposal*.

Adicionalmente, el siguiente individuo será entrevistado para garantizar la veracidad del proyecto:

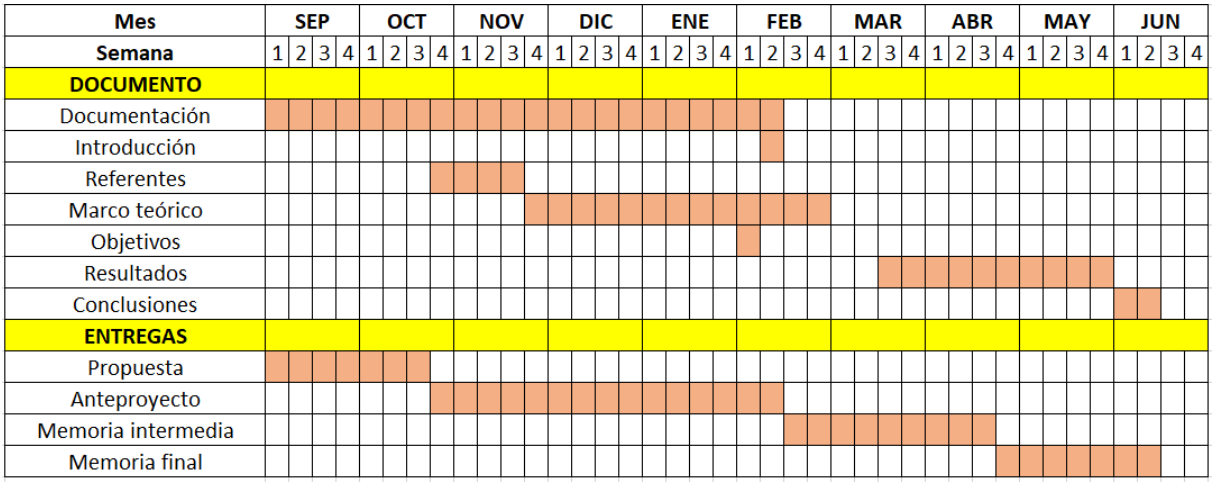
- Arantxa Bujanda de: ANADI (Asociación Navarra de Diabetes). Grado en Enfermería, Máster en Diabetes y Máster de Profesorado para ESO. Tiene experiencia en proyectos de investigación de innovación educativa y ha participado en el desarrollo de videojuegos *edutainment*, *e-health* y estructuras de gamificación.

La metodología de la entrevista consistirá en realizar preguntas para averiguar la vinculación del experto con la diabetes y con los *serious games*. La entrevista se transcribirá y se encontrará en el anexo.

Para llevar a cabo el proyecto, se utilizarán las siguientes herramientas:

- Adobe Photoshop: se usará para diseñar principalmente los aspectos visuales del prototipo como el mapa o el *HUD*, además de desarrollar elementos como iconografías o mapas de flujo de juego que ayuden a reforzar la documentación de diseño.
- Microsoft Office Excel: se usará para crear un cronograma para organizar los días que se dedicarán a realizar cada actividad explicada en el diseño metodológico.
- Microsoft Office Word: se usará para redactar toda la documentación de diseño requerida, además de este mismo documento.
- Trello: se usará para distribuir las tareas del desarrollo del prototipo según el área de desarrollo a la cual pertenecen (“programación”, “diseño”, “arte”, “sonido”, “documento” y “otros”).
- Unity: se usará para crear el prototipo del videojuego y desarrollar una *build* de este. Para ello, se usará la versión 2020.3.31f1 con el módulo Android Build Support.
- Visual Studio: se usará para escribir el código con el que funcionará el prototipo.

5.2.Cronograma



Mes	SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
PREPRODUCCIÓN																																								
Game Concept																																								
Game Proposal																																								
PRODUCCIÓN																																								
Creación de Unity Project																																								
Gestor de UI																																								
Sistema de guardado																																								
Gestor de comidas																																								
Gestor de glucemia																																								
Gestor de insulina																																								
Gestor de tiempo																																								
POSTPRODUCCIÓN																																								
Efectos de sonido																																								
Banda sonora																																								

6.Aspectos legales y éticos

Según el artículo 1 de la Ley española de Propiedad Intelectual, “la propiedad intelectual de una obra literaria, artística o científica corresponde al autor por el solo hecho de su creación”. A continuación se detalla el/los autor/-es de todos los elementos que están presentes en el prototipo:

- **GLUCOSER (software)**: el videojuego es propiedad del autor de este documento, Víctor Sabaté Moreno.
- **Iconos**: todos los iconos que aparecen en el prototipo se han obtenido de Flaticon (https://www.flaticon.es/) y son gratuitos para uso personal o comercial con atribución. Según los términos y condiciones de uso de los dueños de Flaticon, Freepik Company, cuando una aplicación para móviles o un videojuego utiliza iconos que son propiedad de Flaticon, se debe añadir la siguiente línea de atribución en la descripción o en los créditos de la aplicación:
    - Nombre_De_Icono: icono realizado por Autor_De_Icono de www.flaticon.com

  La atribución de los iconos del prototipo se ha realizado en la sección de créditos del prototipo.

- **Alimentos**: las imágenes de los alimentos que aparecen en el prototipo han sido extraídas de una guía práctica de acceso gratuito propiedad de Roche para aprender a contar hidratos de carbono: http://www.aprendizdediabetes.es/guia-roche-2018
- **Banda sonora**: las canciones que se reproducen en el prototipo son de uso gratuito y son propiedad de Bensound (https://www.bensound.com). Según las normas de licencias de música de Bensound, se puede utilizar la música de Bensound disponible en la categoría “Licencia Gratis” en un proyecto multimedia (vídeos online, páginas web, animaciones, etc.) de manera gratuita siempre que se acredite a Bensound de la siguiente manera:
    - Música: *Nombre_De_Canción* de Bensound.com

La atribución de la banda sonora se ha realizado en la sección de créditos del prototipo.

- **Efectos de sonido**: los efectos de sonido que se reproducen en el prototipo son propiedad de Freesound (https://freesound.org/). Según las normas de licencias de música de Freesound, se pueden utilizar los sonidos de Freesound en un proyecto multimedia de manera gratuita siempre que se acredite a los respectivos autores de los archivos de sonido de la siguiente manera:

```
This [video/theatre piece/...] uses these sounds from freesound:
"sound1" by user1 ( http://freesound.org/s/soundID/ ) licensed under CCBYNC 3.0
"sound2", "sound3" by user2 ( http://freesound.org/people/user2/ ) licensed under CCBY 3.0
etc..
```

Figura 21: Líneas de atribución de sonidos de Freesound. Fuente: Freesound, 2022.

La atribución de los efectos de sonido se ha realizado en la sección de créditos del prototipo.

7.Resultados

En este apartado se ha explicado el proceso para llevar a cabo este proyecto, desde la propuesta original hasta el resultado del prototipo desarrollado con Unity.

7.1.Propuesta inicial

La propuesta sobre la cual se basa este proyecto no ha sufrido ningún tipo de cambio a nivel teórico.

Para que la idea original fuese viable en relación al proyecto, en la fase de búsqueda de información se planteó realizar una investigación con el objetivo de preparar una bibliografía formada por documentos académicos (principalmente sobre *serious games* y documentación de diseño) e información clínica (textos sobre la diabetes y sobre las terapias para pacientes, entre otros), además de una ludografía compuesta por videojuegos con objetivos y/o temática similar a la de GLUCOSER.

7.2.Resultados: referentes

Ya que la propuesta implicó diseñar y desarrollar un videojuego con unas características determinadas, se plantearon una serie de criterios con los que diferenciar los elementos que pueden ser usados como referentes en el proyecto de los que no.

El requisito mínimo fue, en este caso, que el elemento en cuestión estuviese considerado un videojuego, dejando fuera de la selección a elementos de otros campos como libros de ayuda y aprendizaje, material audiovisual educativo y/o terapéutico como presentaciones o documentales e incluso estructuras de gamificación serias.

Se declaró como segundo requisito que el videojuego cumpliese una de las siguientes condiciones: el videojuego debía estar clasificado como *edutainment serious game* y/o debe tener algún tipo de relación con la diabetes a nivel mecánico.

Acto seguido, se seleccionaron ocho videojuegos que cumplían como mínimo una de las condiciones mencionadas anteriormente. Se analizaron de cada referente el aprendizaje del jugador sobre la diabetes a lo largo de las sesiones de juego y la

relación entre los modos y mecánicas de juego y la enfermedad. Finalmente, hizo una selección de todas las características de cada referente que se implementaron (o que sirvieron como referencia) en el prototipo de GLUCOSER.

De cada análisis se extrajeron las siguientes conclusiones:

HealthSeeker:

- Es un *serious game* que busca ser educativo, entretenido y saludable.
- Las mecánicas están directamente ligadas al aprendizaje de la diabetes, así como otros aspectos relacionados con la salud.
- Está dirigido a un público amplio: aunque está pensado para diabéticos y personas con riesgo de desarrollar la enfermedad, el videojuego puede resultar de utilidad a cualquier persona que busque mejorar su estilo de vida.

Battle of Didi:

- Es un *serious game* que busca ser educativo y entretenido.
- El jugador aprende sobre la diabetes tipo 1 a través de unas mecánicas que simulan una terapia de insulina.
- El videojuego fomenta la competición entre los jugadores mediante el sistema de ranking de puntuaciones.

Captain Novolin:

- Es un videojuego comercial que busca ser entretenido y educativo.
- La enseñanza sobre la diabetes en Captain Novolin está dividida en dos partes: enseñanza a través de explicaciones (tutoriales y pantallas de ayuda) y enseñanza a través de las mecánicas de movimiento (con los controles de movimiento, el jugador puede moverse y saltar para recoger los alimentos que él considere saludables).

The Magi and The Sleeping Star:

- Es un videojuego comercial que busca ser entretenido.

- Debido al poco metraje disponible, no se puede comprender con claridad cuál es el nivel de relación entre las mecánicas de juego y el aprendizaje del jugador sobre la diabetes.

Knock ‘Em Downs: World’s Fair:

- Es un videojuego comercial que busca ser entretenido.
- No existe ninguna relación entre las mecánicas de juego y el aprendizaje del jugador sobre la diabetes.
- El dispositivo Didget conectado a la consola fomenta las pruebas de glucemia capilar al otorgar al jugador recompensas en base a los análisis de glucemia.

GRIP:

- Es un *serious game* que busca ser terapéutico, educativo y entretenido.
- Las mecánicas del juego están muy conectadas al aprendizaje sobre la diabetes tipo 1, ya que tratan de simular una experiencia simplificada basada en una terapia de insulina.
- El videojuego busca que los jugadores mejoren su capacidad para saber deducir el índice glucémico de los alimentos que consume y que automaticen sus controles de glucemia.

Packy & Marlon:

- Es un videojuego comercial que busca ser entretenido y educativo.
- El jugador aprende sobre la diabetes a través de varios elementos del videojuego: tutoriales y pantallas de ayuda, cuestionarios, mecánicas de gestión de glucemia y mecánicas de movimiento, las cuales son imprescindibles para que el aprendizaje del jugador se estanque.

Diabegame:

- Es un *serious game* que busca ser terapéutico, educativo y entretenido.
- El jugador aprende sobre la diabetes a medida que contesta los cuestionarios y las recompensas.

- Las recompensas de Diabegame fomentan la rejugabilidad: los jugadores muestran más interés en volver a realizar los cuestionarios incompletos si saben que hay premios que todavía pueden desbloquear.
- Está dirigido a un público amplio: aunque está pensado para personas con diabetes tipo 1, el videojuego puede resultar de utilidad a cualquier persona que busque mejorar su conocimiento sobre la enfermedad.

7.3.Resultados: marco teórico

El marco teórico de este documento fue el resultado de una investigación enfocada en dos campos fundamentales para el diseño y desarrollo del prototipo. Dichos campos son los *serious games* y la diabetes *mellitus* tipo 1.

La primera parte de la investigación se llevó a cabo para conocer las distintas definiciones de los *serious games* que se llegaron a usar y para comprender las propiedades que caracteriza a este modelo de juego.

Se buscaron y analizaron varias definiciones utilizadas a lo largo de la historia de los *serious games* y de las cuales se extrajeron las siguientes conclusiones:

- Los *serious games* deben estar cuidadosamente diseñados y desarrollados para cumplir un propósito educacional, terapéutico o de cualquier otro campo o área serio.
- Los *serious games*, a través de su propósito, deben enseñar un conocimiento general o específico relacionado con el campo o área que tratan.
- El conocimiento y/o las habilidades aprendidas en los *serious games* deben poder ser aplicadas o puestas en práctica en el mundo real.
- De la misma manera que los videojuegos comerciales, los *serious games* tienen que tener un o unos objetivos que puedan resultar entretenidos y/o desafiantes a los jugadores.

Finalmente, se construyó una definición propia y una clasificación de tipologías que sirvieron como base para generar una propuesta de *serious game*.

La segunda parte de la investigación se realizó con el objetivo de aprender sobre las características, los defectos, los síntomas y las consecuencias que causa la diabetes, así como las variedades en las que se clasifica esta enfermedad.

Como el punto principal de este estudio era la diabetes *mellitus* tipo 1, se dedicó la mayor parte del tiempo a buscar información sobre esta variante: se realizó una búsqueda sobre la epidemiología de la enfermedad, los distintos tipos de tratamiento que reciben los pacientes de diabetes tipo 1 y sobre los distintos niveles de prevención que los profesionales aplican en personas con riesgo de desarrollar un caso de diabetes tipo 1. Ya que uno de los objetivos del prototipo es que este incluya mecánicas que permitan la aplicación de terapias de insulina, el mayor requisito de esta parte de la investigación fue asegurarse de que la sección del tratamiento fuese lo más consistente y viable posible.

Para ello, se usaron como referencia manuales de uso de material de terapia (principalmente para el cálculo de raciones y para aprender a utilizar sensores) que los hospitales ofrecen a los pacientes con diabetes para ayudarles en su tratamiento. Como una de las características del prototipo era simular el uso de un glucómetro capilar, fue necesario encontrar la fórmula habitual que se usa para calcular las dosis de insulina de absorción rápida.

Adicionalmente, se indagó también sobre los demás tipos de diabetes con la intención de obtener datos que pudieran ser de utilidad a la hora de proponer nuevas características o realizar cambios en la propuesta de juego.

7.4.Resultados: documentación de diseño

Con la información obtenida y escrita en los apartados de los referentes y del marco teórico, se redactó un documento de *Game Concept* para mostrar los aspectos esenciales de la propuesta de juego separándolos en las categorías de plataforma, género, público, modelo de negocio, *selling points*, trama y referencias visuales y sonoras. El *Game Concept* original contenía mucho texto, por lo que se modificó para que tuviese un aspecto más visual para que se pudiese interpretar la información del documento con mayor rapidez.

El primer paso en el desarrollo del *Game Concept* fue pensar a qué géneros pertenecería el prototipo. Desde el comienzo se planteó que el objetivo del prototipo fuera enseñar al jugador sobre las nociones básicas de la terapia de insulina ordinaria para pacientes con diabetes tipo 1 a través de una simulación, por lo que se decidió

que el videojuego perteneciera al género de *serious games edutainment* y a los géneros de simulación y toma de decisiones debido a las consecuencias que nacen como resultado de las acciones del jugador en la partida.

En segundo lugar, se definió la audiencia a la cuál va dirigido el videojuego. Según los referentes analizados, la mayoría de videojuegos que incorporan la diabetes están dirigidos a una audiencia infantil y/o juvenil formada (solo en algunos casos) por niños o adolescentes con diabetes tipo 1 para mejorar su salud o alfabetización en salud. Se decidió que el videojuego estuviera enfocado a un público formado por amigos, familiares y, en general, personas cercanas a un paciente con diabetes tipo 1 porque aunque las tecnologías y proyectos *edutainment* y *e-health* son de gran ayuda para aquellas personas que las necesitan (en este caso las personas con DM1), normalmente no tienen tanto en consideración a su entorno (Sanitaria 2000, 2018).

En base al público escogido, se seleccionó como plataforma para el prototipo los teléfonos móviles *smartphone* debido a su asequibilidad y facilidad de uso en comparación con otras plataformas. Para este proyecto no se contempló la posibilidad de monetizar el videojuego ya que no era uno de los objetivos, por lo que se estableció como modelo de negocio que el prototipo fuese *Free-To-Play* sin sistemas de ingresos.

Por último, se pensó una trama sencilla con la que poner en situación al jugador para que entendiese en qué posición se encontraría al comienzo de la partida. Una vez preparado el *Game Concept*, este se expandió en un documento de *Game Proposal*.

El primer apartado que se escribió en el *Game Proposal* fue el de historia de juego. El prototipo se planteó originalmente para que no dependiese de los elementos narrativos para cumplir su función de enseñar al jugador a gestionar un caso de DM1, por lo que al final se redactó una historia que sirviera como introducción para que el jugador entendiera quién es el personaje protagonista y qué vinculación tendría con él.

A continuación, se redactó un apartado de *gameplay* para explicar el objetivo principal del jugador y las mecánicas necesarias para completarlo. Originalmente se planteó una meta que consistía en mejorar los resultados de las pruebas de HbA1c que el usuario haría cada 30 días de juego. Sin embargo, tantos días de juego implicaba que

el tiempo de juego de las partidas incrementase considerablemente, algo que impedía conseguir la duración media de las partidas deseada y escrita en el *Game Concept*. El número de días entre pruebas de HbA1c se cambió a siete para agilizar el tiempo de juego, pero surgió otro problema: a través de la entrevista, el experto puntualizó que las pruebas de HbA1c se realizan cada tres meses para obtener resultados precisos, por lo que un resultado obtenido cada siete días contendría información insuficiente para hacer un diagnóstico correcto sobre el seguimiento de la enfermedad en el prototipo. Finalmente, se sustituyó el objetivo principal por uno distinto: “mejorar el resultado de la glucemia media”. Este apartado se detalló en un apartado de *game flow* y un apartado de variables principales de *gameplay*.

El apartado de *game flow* se usó para entrar en detalle sobre el flujo de juego. Se diseñó un sistema de paso del tiempo por días dividido en tres fases según las tres comidas diarias básicas: desayuno, comida y cena. Se dibujó un diagrama para simplificar la explicación del orden de los eventos que ocurrirían por día empezando por la inserción de insulina basal, siguiendo por el análisis y cálculo e inyección de la dosis de insulina de bolo por cada comida y terminando con la prueba de glucemia media realizada cada siete días. Se diseñó un sistema de evaluación que consiste en dar al jugador *feedback* en base al resultado obtenido en la prueba para indicar al jugador qué tan bien está realizando la terapia.

Se diseñó un sistema de guardado de datos automático para evitar que el jugador pierda los datos de su partida, además de la opción de empezar una nueva partida. Esta sección se detalló en el apartado de variables principales de *gameplay*.

Los controles de juego se detallaron en su propio apartado: se diseñó un sistema de controles táctiles simple, basado en la pulsación de botones para la navegación entre menús y en el movimiento (*sliding*) para la inyección de dosis de insulina, y se creó un apartado para explicar las características específicas de la plataforma que se tendrían en cuenta para la configuración táctil.

Se dedicó una sección breve para hablar de las características principales de los personajes del juego: además del protagonista, se diseñó un personaje especialista en endocrinología encargado de llevar a cabo la prueba de glucemia media y dar el

feedback correspondiente al jugador. En el apartado de mundo de juego se prepararon dos *mock-ups* para enseñar los escenarios que formarían el prototipo. Se diseñaron dos escenarios estáticos y no conectados entre ellos.

Por lo que respecta a la interfaz de usuario, esta se diseñó para formar parte del *gameplay* principal del prototipo. Se diseñaron cinco menús de juego: un menú principal para acceder a la partida (guardada o por crear), un menú de opciones para cambiar los ajustes de volumen, una pantalla de comida para visualizar la comida determinada en cada momento del día, un menú para introducir los carbohidratos de la comida y calcular la dosis de bolo y, por último, un menú para administrar la insulina adecuada al protagonista. Considerando algunos de los referentes, se diseñó un menú de ayuda para que el jugador pudiera familiarizarse con los conceptos sobre la diabetes que usa el prototipo.

A partir de los manuales de uso para el aprendizaje de conteo de hidratos de carbono en comidas, se clasificaron los alimentos que aparecerían en el prototipo en tablas. En vez de utilizar un sistema basado en tres alimentos por comida, se planteó un sistema de alimentación que dividiese la comida del protagonista en dos platos para agilizar el proceso de conteo de carbohidratos: el plato principal (alimentos grandes, normalmente primeros o segundos platos) y el plato secundario (alimentos pequeños, normalmente postres o aperitivos). Los alimentos se clasificaron según: un número de identificación, el nombre del alimento, el tamaño (pequeño, mediano o grande) y los hidratos de carbono tanto en gramos como en raciones. El sistema de alimentación también se encargaría de generar los alimentos para cada comida de manera aleatoria para aumentar la cantidad de posibles combinaciones de alimentos con el objetivo de hacer que el jugador tuviese en cuenta los hidratos de carbono de los alimentos no solo según el tipo, sino también según la cantidad de estos.

Se consideró la posibilidad de introducir varios desafíos para incrementar la dificultad del prototipo, de los cuáles se acabaron seleccionando dos: las hipoglucemias y las hiperglucemias. Estos desafíos se implementarían para empeorar los resultados de las pruebas de glucemia media semanales.

Se creó un apartado de competencia para explicar qué videojuegos de los referentes debería tomar como referencia el prototipo en cuanto a apartado mecánico y estético

visual y sonoro y, por el otro lado, a qué videojuegos de los disponibles no debería parecerse. Los dos videojuegos a seguir que se seleccionaron fueron Battle of Didi (por su conexión entre las mecánicas y la diabetes y su propósito general) y Diabegame (por su aspecto visual sencillo). Los dos videojuegos a evitar seleccionados fueron Knock 'Em Downs: World's Fair y Magi and the Sleeping Star, ambos porque tenían una implicación mayor con la parte entretenida que con la parte seria y porque el aspecto visual de estos era lo opuesto a lo que se buscaba.

En cuanto al apartado estético del prototipo, se deseaba un estilo visual que permitiese al jugador aprender a medida que juego leyendo la menor cantidad de información posible, por lo que se escogió un estilo basado en iconos sencillos que representaran las funciones más importantes del prototipo como el cálculo de dosis o la inyección de insulina.

Finalmente, se redactó un *elevator pitch* para explicar en qué consiste la propuesta de videojuego de manera resumida.

7.5.Resultados: entrevista

Previamente a la entrevista, se realizó una búsqueda de personas con un perfil profesional vinculado a la diabetes, principalmente enfermeros endocrinos y dietistas, para conocer su opinión sobre la propuesta de videojuego sobre la que se basó originalmente el prototipo. Entre todos los individuos a los que se preguntó, un experto accedió a ser entrevistado de manera telemática. La entrevista sirvió como apoyo para proponer iteraciones de varios elementos del *Game Proposal* y del prototipo:

- Ayuda al jugador: la ayuda que ofrecía el videojuego al jugador en ese momento era insuficiente para que este pudiera acostumbrarse al *gameplay* del prototipo (considerando el tipo de audiencia al que el videojuego está enfocado), por lo que se decidió realizar una iteración del menú de ayuda.
- Simulación de diabetes: los cálculos y variables para simular un caso de diabetes tipo 1 eran muy complejos y estaban enfocados a una simulación realista, por lo que se propuso plantear un sistema de simulación de la enfermedad basado en una lista limitada de valores determinados según los que realmente obtenía el jugador a través de los análisis de glucemia capilar.

- Pruebas de HbA1c: se concluyó a través de la entrevista que las pruebas de hemoglobina glicosilada ofrecerían una información irrelevante debido a la frecuencia con la que originalmente se había planteado que el jugador las hiciese. Como el conocimiento que enseñaba ese objetivo podría afectar de manera dañina el aprendizaje del jugador, se decidió considerar cambiarlo por otro aplicable a la propuesta de videojuego.
- Ausencia de sensor: en la propuesta de videojuego se planteó una terapia que implica el uso de un glucómetro pero no el de un sensor, a pesar de que los sensores son una tecnología más novedosa. Sin embargo, se decidió mantener el glucómetro como herramienta para el cálculo de dosis de bolo debido a que se consideró que era el más adecuado para el tipo de jugador al cuál va dirigido el prototipo.

7.6.Resultados: prototipo de videojuego

Antes de comenzar a trabajar sobre el prototipo, se creó un proyecto de Unity de la versión mencionada en el apartado de objetivos. Como se había decidido que la plataforma final de prototipo fuese Android, se instaló en la versión de Unity el módulo para el soporte de *builds* de Android.

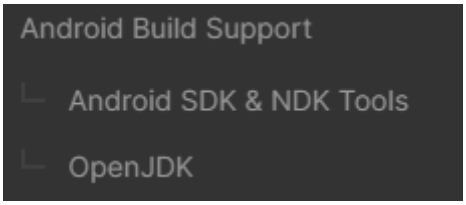


Figura 22: Módulo de soporte para *builds* de Android. Fuente: Unity, 2022.

Primeramente, se hizo una estimación de la cantidad de *assets* que necesitaría el prototipo para saber qué nivel de profundidad tendría que tener el sistema de navegación de juego. Se estimó que el videojuego final no tendría un peso mayor de 50 MB debido a los pocos *assets* que este requería, por lo que en vez de implementar un sistema de navegación de juego por escenas propio de Unity (para evitar la sobrecarga de archivos pesados en una misma escena), se elaboró un sistema basado en la navegación por paneles de UI. El resultado fue una escena única en la que se encuentran todos los *assets* del prototipo y que se activan (o desactivan) en

base a eventos *trigger* que activa el jugador al ir de un menú de juego a otro (como, por ejemplo, del menú principal al menú de opciones).

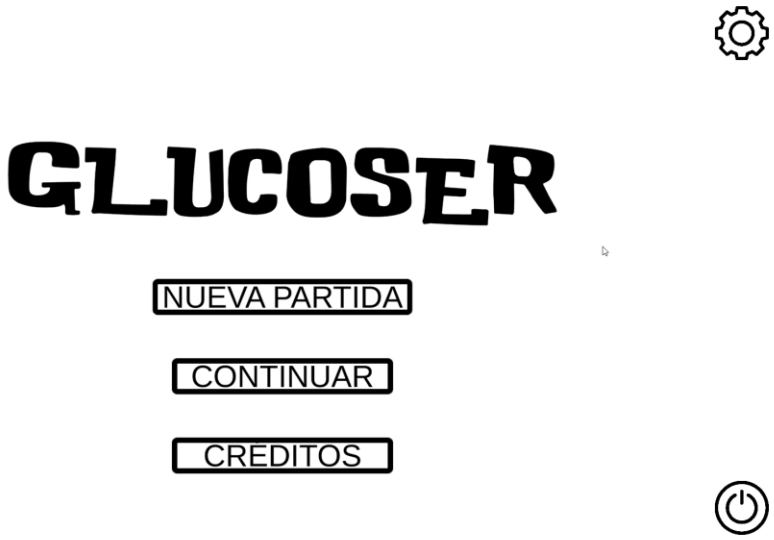


Figura 23: Menú principal del prototipo. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se desarrolló un sistema de guardado de partida automático para almacenar la información de las variables del prototipo en un archivo. Se diseñó de esta manera para que el jugador tuviese la posibilidad de reanudar su partida en caso de que apagase la aplicación por cualquier motivo, además de darle la opción para empezar una partida desde el comienzo y de borrar el archivo de datos desde un menú de opciones.

Se programó un sistema sencillo de reproducción de archivos de audio que permitía clasificar los archivos de audio en dos grupos: música y efectos de sonido. Con el sistema anterior, se implementó un controlador para editar el nivel de volumen de cada grupo por separado a través de *sliders*.

Para el sistema de avance de tiempo diario, se implementó una máquina de estados para controlar en qué comida se encuentra el jugador en cada momento del *gameplay*. Se creó una clase única para almacenar información de cada alimento según la clasificación redactada en el *Game Proposal*, lo que permitió más adelante poder crear instancias de las comidas para generarlas de manera aleatoria, tal y como se había planteado en la documentación de diseño.

Figura 24: Menú de visualización de alimentos. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Por lo que respecta al sistema que controla la terapia de insulina, se desarrolló uno distinto al que originalmente se había diseñado, teniendo en cuenta el *feedback* obtenido de la entrevista.

En primer lugar, se hizo un panel de UI con el cual el jugador podría operar el glucómetro: al introducir las raciones de hidratos de carbono, el aparato muestra la dosis de bolo correcta que el jugador debería inyectarse. En segundo lugar, se creó otro panel de UI para mostrar la insulina que el jugador tiene que administrarse en cada situación: por un lado, la insulina basal aparece una vez por día y el jugador solo puede administrarse su dosis antes de la primera comida. Por el otro, la insulina de bolo se programó para ser solo visible después de calcular la dosis de bolo para que el jugador solo tuviese acceso a ella una vez en cada comida.

Se programó un sistema que en vez de calcular de manera precisa la glucemia del jugador como se había planeado originalmente, utilizase un cálculo más sencillo pero suficiente.

En medio del proceso del cálculo de la dosis de bolo, se le indicó al prototipo que almacenase dos dosis:

- Dosis real: se trata de la dosis que el glucómetro recomienda al jugador después de que este introduzca el valor de las raciones.
- Dosis ideal: se trata de la dosis que daría el glucómetro al introducirle el valor de raciones correcto.

Finalmente, se completó un sistema de cálculo de glucemia que comparase los dos valores para obtener el nivel de glucemia final del jugador después de cada comida. De esta manera, si los dos valores fuesen idénticos en uno de los análisis, significaría que el jugador habría introducido la cantidad de raciones correcta, por lo que obtendría un nivel de glucemia bueno. Por el otro lado, cuanto mayor fuese la diferencia entre los dos valores, peor sería el resultado.

Diferencia de dosis (dosis real – dosis ideal)	Glucemia
0	120
Entre 1 y 2	80
Mayor que 2	60
Entre -2 y -1	180
Menor que -2	250

Figura 25: Valor del nivel de glucemia después de la comparación. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Para que la insulina basal afectase también al nivel de glucemia, se planeó que, en cada comida, al resultado final se le restara una tercera parte de la insulina basal administrada.

Para la prueba de glucosa media, se creó una lista para alojar todos los resultados de glucemia capilar que obtiene el jugador a lo largo de la semana, con los cuales se calcula el valor de glucosa media, acompañado de una frase para indicar al jugador el rendimiento de su terapia. Sin embargo, este cálculo no se diseñó para que pudiese hacer una valoración de los valores de glucemia obtenidos antes de cada comida, por lo que el prototipo no cuenta con la capacidad de hacer una distinción entre valores correctos y valores anormales.

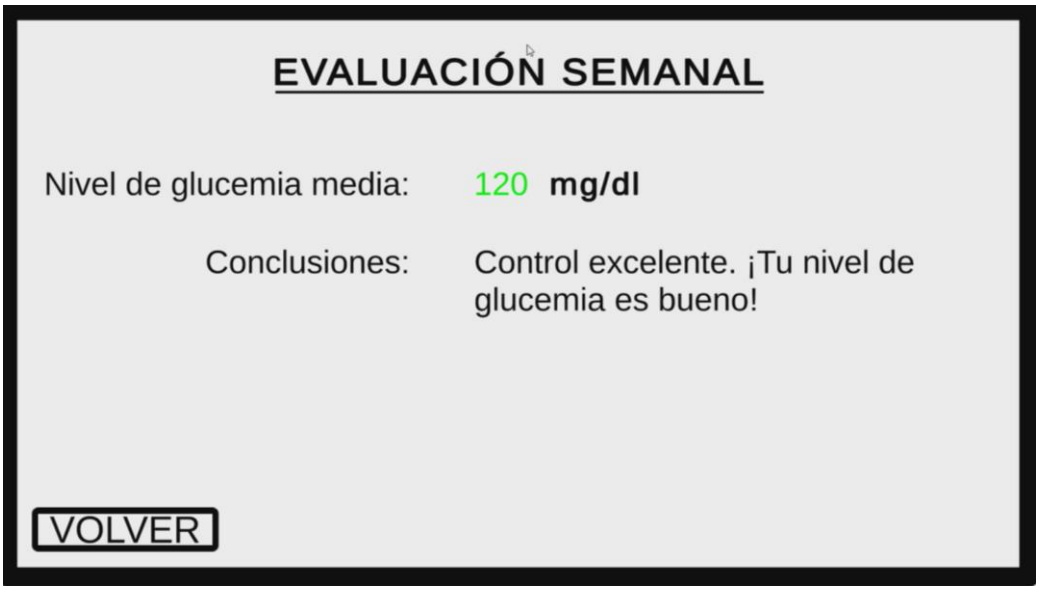


Figura 26: Resultado de prueba de glucosa media. Fuente: Elaboración propia, 2022.

En cuanto a la ayuda que proporciona el prototipo al jugador, se creó un panel de UI que funcionase como una enciclopedia para que el jugador pudiese consultar en cualquier momento de la terapia sus dudas sobre las raciones de los alimentos, la glucemia, el uso del glucómetro y la insulina. Los elementos de tutorial se idearon de esta manera para evitar enseñar al jugador a través de tutoriales activos que alargarían el tiempo de juego total de las partidas.

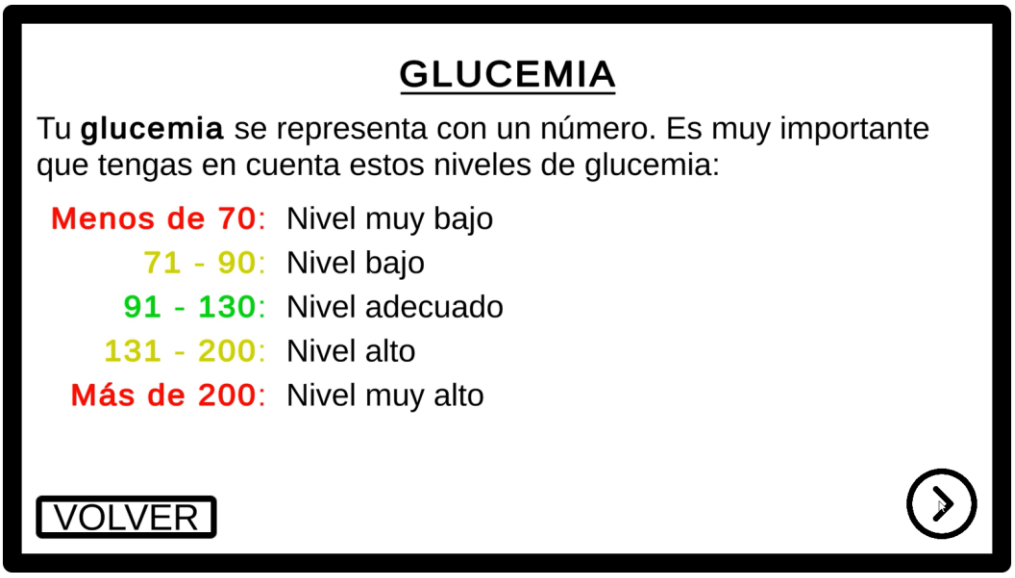


Figura 27: Panel de ayuda: explicación sobre la glucemia. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Una vez terminada la fase de desarrollo, se dedicó parte del tiempo a realizar sesiones de *testing* con el objetivo de encontrar y corregir errores visuales y mecánicos en el prototipo. Finalmente, se creó la primera *build* del prototipo con los ajustes recomendados por el módulo de Android.

8.Conclusiones

La gran mayoría de los objetivos principales y secundarios propuestos en el proyecto se han cumplido de manera eficiente. Se ha realizado una valoración individual de cada objetivo propuesto según su nivel de cumplimiento y ejecución:

El objetivo primordial de este proyecto fue diseñar y desarrollar un prototipo de videojuego *serious game* para teléfonos Android basado en gestionar un caso de diabetes *mellitus* tipo 1. Al finalizar este proyecto, se ha obtenido un prototipo con un propósito serio y divulgativo sobre la DM1 funcional en dispositivos móviles Android y cuyo diseño se ha redactado en un documento de *Game Proposal*.

El primer objetivo secundario fue realizar una búsqueda de información sobre el género de los *serious games* y sus características. Para ello, se estudiaron diversas definiciones y tipologías usadas a lo largo de la historia que sirvieron para crear una definición y clasificación propias que se usarían en este proyecto.

El segundo objetivo secundario consistió en describir y clasificar la diabetes. Se realizó una investigación en las variedades el las cuales se divide la diabetes que profundizó en la DM1, la que mayor importancia suponía para el proyecto.

El tercer objetivo secundario implicó la redacción de la documentación de diseño para el prototipo. Para ello, se siguieron las directrices descritas en el apartado de metodología, que consistieron en escribir un *Game Concept* y expandirlo en un *Game Proposal*. En el caso particular del prototipo, se necesitaba almacenar información de diseño específica que la metodología pasaba por alto, por lo que se añadieron y transformaron apartados del *Game Proposal* para explicar aspectos de diseño como la clasificación de los alimentos.

El cuarto objetivo secundario fue buscar profesionales sanitarios que pudiesen valorar la documentación de diseño y el prototipo desarrollado hasta ese punto. Para cumplir con esta parte, se encontraron varios profesionales de entre los cuales uno accedió a ser entrevistado. El experto en cuestión tenía conocimientos y experiencia relacionados con la diabetes y los *serious games* que sirvieron como soporte para iterar elementos de diseño del *Game Proposal*. Sin embargo, contar con un mayor

número de entrevistas podría haber mejorado todavía más la calidad final del *Game Proposal*.

El quinto y último objetivo consistió en desarrollar el prototipo del videojuego. Este objetivo se completó con la información redactada en el marco teórico y en la documentación de diseño.

Aunque este proyecto no ha contemplado más objetivos que los ya descritos, no significa que deberían ser los únicos a realizar; para comprobar la eficacia del prototipo, los siguientes pasos a seguir serían, por un lado, realizar múltiples sesiones de *testing* en personas pertenecientes a la audiencia y, por el otro, realizar nuevas iteraciones en base a los resultados obtenidos en las pruebas.

Finalmente, se concluye que los objetivos principales y secundarios planteados en este proyecto se han cumplido, en su mayoría, de manera eficaz.

9.Referencias

9.1.Bibliografía

Abbott. (2022). *Guía para usuarios Freestyle Libre*. Recuperado de https://www.manualslib.es/manual/10264/Abbott-Freestyle-Libre.html

Abt, C. (1970). *Serious games*. Nueva York: Viking Press.

Alcântara C., Queiroz M., Serafim A. y Silva A. (2019). Construction of serious games for adolescents with type 1 diabetes mellitus. *Acta Paulista de Enfermagem*, *32*(4), 374-381. doi: https://doi.org/10.1590/1982-0194201900052

Alvarez, J. y Djaouti, D. (2011). An introduction to Serious game Definitions and concepts. *Serious Games & Simulation for Risks Management, 11*(1), 11-15.

American Diabetes Association. (2015). *The Diabetes Dictionary: What Every Person with Diabetes Needs to Know* (2ª ed.). Arlington: American Diabetes Association.

ANADI. (2021). *Asociación Navarra de Diabetes*. Recuperado de https://anadi.es/

Bergeron, B. (2006). *Developing Serious Games*. Hingham: Charles River Media.

Biblioteca Nacional de Medicina. (2022). *MedlinePlus: Información de salud para usted*. Recuperado de https://medlineplus.gov/spanish/

Céspedes, C., Forero C., y Giraldo, G. (2015). Síndromes genéticos asociados a diabetes mellitus. *Revista Española Endocrinología Pediátrica, 6*(2), 60-77. Recuperado de https://www.endocrinologiapediatrica.org/revistas/P1-E16/P1-E16-S595-A266.pdf

Children's Wisconsin. (2020*). Diabetes: Drug or chemical induced (DCID)*. Recuperado de https://childrenswi.org/-/media/chwlibrary/publication-media-library/2020/03/30/20/25/1604en.pdf

Colleen, M. y Sharp, J. (2016). *Games, Design and Play: A Detailed Approach to Iterative Game Design*. Boston: Addison-Wesley Professional.

Desmond, K., Allen, P., Demizio, D., Kovesi, T., y Coates, A. (1997). Redefining end of test (EOT) criteria for pulmonary function testing in children. *American journal of respiratory and critical care medicine, 156*(2), 542-545. doi: 10.1164/ajrccm.156.2.9610116

Deterding S., Dixon D., Khaled R. y Nacke L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 11*, 9-15. doi: 10.1145/2181037.2181040

DEV. (2022). *DEV, Asociación Española de Empresas Productoras y Desarrolladoras de Videojuegos y Software de Entretenimiento*. Recuperado de https://dev.org.es

Diabetes Hands Foundation. (2010, octubre 25). *HealthSeeker: un juego saludable en Facebook* [Vídeo]. Recuperado de https://vimeo.com/16186600

Eysenbach, G. (2001). What is e-health?. *Journal of medical Internet research, 3*(2), e20. doi: 10.2196/jmir.3.2.e20

Hospital San Eloy. (2013). *Guía de Tratamiento con Insulina en Pacientes Diabéticos*. Recuperado de https://urgenciasaneloy.files.wordpress.com/2013/05/guia-de-tratamiento-con-insulina-en-pacientes-diabc3a9ticos.pdf

Hospital Sant Juan de Déu Barcelona. (2022). *Guía Diabetes Tipo 1*. Recuperado de https://diabetes.sjdhospitalbarcelona.org/es

Kamel, M. (2015). Digital Games for Type 1 and Type 2 Diabetes: Underpinning Theory With Three Illustrative Examples. *JMIR Serious Games, 3*(1), e3. doi: 10.2196/games.3930

Kankaanranta, M. y Neittaanmäki, P. (2009). *Design and Use of Serious Games*. Nueva York: Springer.

Katsarou, A., Gudbjörnsdottir, S., Rawshani, A., Dabelea, D., Bonifacio, E., Anderson, B. J., ... y Lernmark, Å. (2017). Type 1 diabetes mellitus. *Nature reviews Disease primers*, *3*(1), 1-17.

Kretchmer, S. (2004). Advertainment: The evolution of product placement as a mass media marketing strategy. *Journal of Promotion Management, 10*(1-2), 37-54.

Kiryakova, G., Angelova, N., y Yordanova, L. (2014). Gamification in education. *Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference*.

Laboratorio Clínico Hematológico. (2011). *Diabetes: Utilidad de la hemoglobina glicada (HbA1c) en el diagnóstico y control de la diabetes*. Medellín: Edimeco S.A..

Levy, D. (2016). *Type 1 diabetes* (2ª ed.). Oxford: Oxford University Press.

Lieberman, A. (2012). Video Games for Diabetes Self-Management: Examples and Design Strategies. *Journal of Diabetes Science and Technology, 6*(4), 802-806. Recuperado de https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/193229681200600410

Liu, C. (2011). *Type 1 Diabetes - Complications, Pathogenesis, and Alternative Treatments*. Londres: IntechOpen.

Maraschin, J. (2013). *Diabetes: An Old Disease, a New Insight*. Rio Grande City: Springer, Landes Bioscience.

Marsh, T. (2011). Serious games continuum: Between games for purpose and experiential environments for purpose. *Entertainment Computing*, 2(2), 61-68.

Michael, D. y Chen, S. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.

Murray, N. (2006). Pepsiman! Toward a theory of symbolic morphosis in global advertising. *The Journal of Popular Culture, 39*(6), 1077-1092.

mySugr. (2022). *mySugr: Your diabetes data, simply there*. Recuperado de https://www.mysugr.com/en/

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado de https://www.who.int/es

Orji, R., Vassileva, J., y Mandryk, R. (2014). Modeling the efficacy of persuasive strategies for different gamer types in serious games for health. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 24*(5), 453-498. doi: 10.1007/s11257-014-9149-8

Petrovic, O., Brand, A. (2009). *Serious Games on the Move*. Viena: SpringerWienNewYork.

Ramachandran, A. (2014). *Know the signs and symptoms of diabetes*. Recuperado de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4311308/pdf/IJMR-140-579.pdf

Roche Diabetes Care. (2015). *ACCU-CHEK Aviva Expert: Medidor de glucemia: Instrucciones de uso estándares*. Recuperado de https://www.accu-chek.es/download/file/fid/13006

Roche Diabetes Care. (2018). *Contar Hidratos de Carbono: Guía práctica con Accu-Chek Aviva Expert*. Recuperado de http://www.aprendizdediabetes.es/guia-roche-2018

Roche Diabetes Care. (2020). *ACCU-CHEK Instant: Instrucciones de uso: Medidor de glucemia*. Recuperado de https://support.rochediabetes.com/sites/g/files/iut1261/f/medidor_instant_s.pdf

Rogers, S. (2010). *Level Up!: The Guide to Great Videogame Design*. Hoboken: Wiley.

Sanitaria 2000. (2018, noviembre 7). El apoyo familiar, ingrediente clave para un buen control de la diabetes: Quienes cuentan con él tienen el triple de probabilidades de controlar el metabolismo. *Redacción Médica*. Recuperado de https://www.redaccionmedica.com/secciones/industria/el-apoyo-familiar-ingrediente-clave-para-un-buen-control-de-la-diabetes-9782

Sanz, J. (2016, noviembre 13). *Advergaming case study: Heroes of Java: One of our last published games is a great example of advergaming's potential. We would like to take this opportunity to speak about our project and introduce a topic we'll be glad to cover in the future*. Recuperado de https://www.ravalmatic.com/advergaming-case-study-heroes-java/

U.S. Department of Health and Human Services. (2022). *National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases*. Recuperado de https://www.niddk.nih.gov/

Vidal, M. y Jansà, M. (2006). Entrenamiento del paciente y de la familia en el cálculo de raciones de hidratos de carbono. Av Diabetol, 22(4), 262-268.

&ranj. (2022). *Dé studio voor serious games en gamification | &ranj*. Recuperado de https://www.ranj.com

9.2.Ludografía

Alcântara C., Queiroz M., Serafim A. y Silva A. (2019). Battle of Didi (Software de ordenador) [Videojuego]. Fortaleza, BR: Acta Paulista de Enfermagem.

ANADI. (2021). *Diabegame* (Navegador Web) [Videojuego]. Pamplona, ES: InnovaSocial.

Bayer (2010). *Knock 'Em Downs: World's Fair* (Nintendo DS) [Videojuego]. Leverkusen, DEs: Nintendo.

Diabetes Hands Foundation (2011). *Healthseeker* (Navegador web) [Videojuego]. Berkeley, US: Facebook.

Game Equals Life (no publicado). *Magi and The Sleeping Star* (proyecto de Kickstarter) [Videojuego]. El Segundo, CA: Game Equals Life.

Konami (1987). Castlevania II: Simon's Quest (Famicom) [Videojuego]. Tokio, JP: Konami.

Raya Systems (1992). *Captain Novolin* (SNES) [Videojuego]. Mountain View, US: Nintendo.

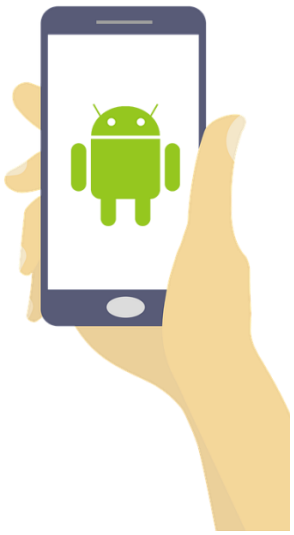
Raya Systems (1994). *Packy & Marlon* (SNES) [Videojuego]. Mountain View, US: Nintendo.

&ranj (2009). *GRIP* (Navegador web) [Videojuego]. Róterdam, NL: &ranj.

Anexo

Game Concept

GLUCOSER: GAME CONCEPT

<table>
<tr><th>PLATAFORMA</th><th>GÉNERO</th><th>PÚBLICO</th></tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>Edutainment
Simulación
Toma de decisiones</td>
<td>Audiencia (quién juega)
• Hispanohablantes.
• 14+ años.
• Familiares/Amigos de personas con DM1.
• Conocimiento escaso o nulo sobre DM1.
Cliente (quién compra)
• Usuarios de smartphone Android.
Clasificación por edad
 </td>
</tr>
<tr><th>MODELO DE NEGOCIO</th><th colspan="2">SELLING POINTS</th></tr>
<tr>
<td>Free-To-Play
Sin fuentes de ingresos
 </td>
<td colspan="2">• Poca competencia.
• Platos variados.
• Partidas cortas (5-10 min.).
• Conocer tratamiento de DM1 de primera mano.</td>
</tr>
<tr><th colspan="3">TRAMA Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES</th></tr>
<tr><td colspan="3">GLUCOSER es un simulador 2D de gestión de diabetes tipo 1. Los resultados de una analítica te han diagnosticado DM1, una problemática enfermedad que hay que tratar mediante una terapia especial. Aprende a identificar las raciones de carbohidratos en tus comidas. Usa tu glucómetro para analizar tu azúcar en sangre e inyéctate las dosis de insulina adecuadas. ¡Ten cuidado con las hiperglucemias y los bajones de azúcar! ¡Consigue buenos resultados en pruebas de HbA1c y conviértete en todo un experto en DM1!</td></tr>
<tr><th colspan="2">REFERENCIAS VISUALES</th><th>REFERENCIAS SONORAS</th></tr>
<tr>
<td colspan="2">Battle of Didi (UI)

 </td>
<td><u>Transport Tycoon Deluxe</u>

<u>Rusty Lake Hotel</u>

<u>Phoenix Wright: Ace Attorney</u></td>
</tr>
</table>

Game Proposal

GLUCOSER

Diseño por Víctor Sabaté

Plataformas: *smartphones* Android

Calificación de edad: PEGI 3

Fecha de entrega: 14 de junio de 2022

Historia de juego:

Todo comienza cuando un día una analítica diagnostica a Stick (el protagonista de la historia) diabetes tipo 1, una enfermedad problemática que no tiene cura. Sin embargo, los médicos enseñan a Stick que puede convivir con ella si sigue una terapia especial. El protagonista deberá aprender todo el proceso del tratamiento que siguen los pacientes con DM1: esto incluirá saber identificar la cantidad de carbohidratos antes de comer, analizar su glucosa en sangre e inyectarse las dosis de insulina que Stick crea conveniente. ¡Pero no será tan fácil, pues tendrá que evitar las peligrosas subidas y bajadas de azúcar! ¿Conseguirá Stick mejorar sus resultados en pruebas de glucemia media y convertirse en un experto en DM1?

Gameplay:

En GLUCOSER, el objetivo principal es mejorar los resultados de las pruebas de glucemia media que Stick hace una vez a la semana. Para ello, debe ponerse en la piel del personaje y gestionar el tratamiento de Stick diariamente. La terapia consiste en la inyección de insulina basal (entre comidas) y de bolo (antes de cada comida). Para saber la cantidad correcta de la insulina que necesita administrar a Stick, el jugador tiene que calcularla con su glucómetro, introduciendo la cantidad de carbohidratos deducida a ojo tras ver los platos que Stick comerá en cada comida. Al final de cada semana, el jugador recibe *feedback* de la terapia basado en el resultado de la prueba de glucemia media. La semana se reinicia y el jugador sigue con el tratamiento volviendo a jugar a partir de un nuevo día 1. GLUCOSER no tiene final: independientemente del resultado de las pruebas de glucemia media, el jugador puede seguir jugando su partida. El jugador puede consultar información relacionada con los conceptos vitales para jugar GLUCOSER a través de un menú de explicaciones.

Elevator pitch:

“Aprende el tratamiento para la diabetes tipo 1 a través de una experiencia sencilla en tu móvil en menos de diez minutos”.

Game flow:

Justo después de levantarse, lo primero que hace Stick es inyectarse su dosis diaria de insulina basal.

Cada día, en cada una de las tres comidas principales (desayuno, comida, cena), Stick escoge de manera aleatoria dos alimentos: el tipo y la cantidad (pequeña, mediana, grande) son escogidos de manera aleatoria. Después de que Stick haga su elección, el jugador tiene que aplicar la terapia de insulina de bolo en el siguiente orden:

1. Deducir e introducir raciones de carbohidratos en el glucómetro: cada alimento que aparece en el juego tiene una cantidad de carbohidratos determinada, por lo que el jugador tiene que deducir el valor correcto en cada comida y convertirlo en raciones. El jugador puede encontrar en el bloc de notas de Stick anotaciones que le ayuden a saber si un alimento concreto contiene más hidratos de carbono que otro.
2. Inyectarse la insulina de bolo calculada: tras introducir el valor de carbohidratos, el glucómetro ofrece al jugador un número: se trata de las unidades de insulina de bolo que el jugador debería inyectar a Stick.

Cuando Stick acaba de comer, pasa a la siguiente comida y así hasta la cena. Después de cenar, si el jugador se encuentra en el último día de cada semana (día 7), Stick va al hospital para hacerse la prueba de glucemia media (el jugador no aplica la terapia de insulina en ningún momento del día). El jugador recibe *feedback* sobre el nivel con el que ha realizado la terapia en base al resultado de la prueba:

Glucemia media	**Frase**
Menos de 70	*Control insuficiente. ¡Tu nivel de glucemia es MUY bajo!*
70 - 90	*Control mediocre. ¡Tu nivel de glucemia es bajo!*
91 - 130	*Control excelente. ¡Tu nivel de glucemia es bueno!*
131 - 200	*Control mediocre. ¡Tu nivel de glucemia es alto!*
Más de 200	*Control insuficiente. ¡Tu nivel de glucemia es MUY alto!*

Cuando se acaba el día 7, se restablece el tiempo y Stick comienza de nuevo con los valores previamente obtenidos.

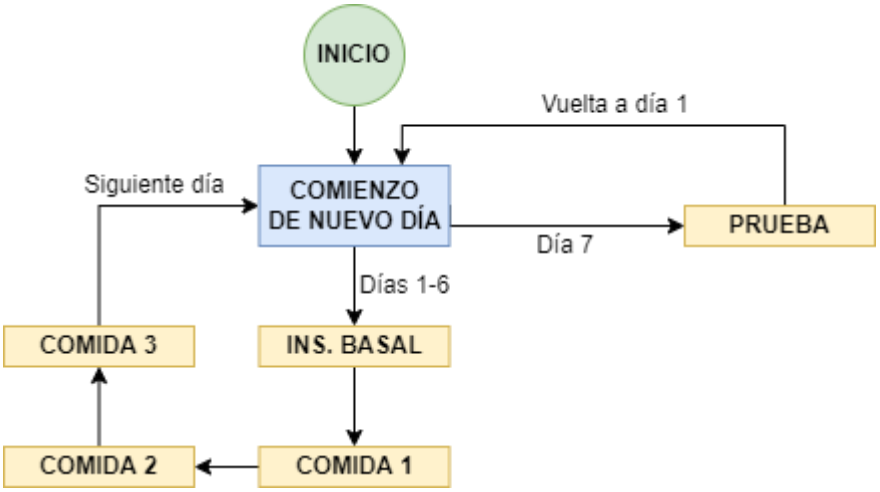


Figura 28: *Loop* de juego de GLUCOSER. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 29: Fase de comida. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Personajes:

<table>
<tr><td colspan="2">STICK

(Imagen de uso gratuito obtenida de www.flaticon.es)</td></tr>
<tr><td>Descripción</td><td>Protagonista de GLUCOSER. Padece diabetes tipo 1. Cada día sigue una terapia de insulina para controlar sus niveles de glucemia. Personaje estático y no manejable.</td></tr>
<tr><td>Glucemia Objetivo</td><td>120 mg/dl</td></tr>
<tr><td>Factor de corrección</td><td>50</td></tr>
<tr><td>Cociente (unidades insulina para 1 ración / 1 ración)</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">DOCTORA ENDOCRINA

(Imagen de uso gratuito obtenida de www.flaticon.es)</td></tr>
<tr><td>Descripción</td><td>Persona encargada de hacerle la prueba de glucemia media a Stick.</td></tr>
</table>

Controles:

Los controles son de movimiento y pulsación táctil. El jugador interactúa con GLUCOSER pulsando botones táctiles visibles en determinados momentos del juego como, por ejemplo, para seleccionar la cantidad de insulina de bolo para inyectar a Stick o para ajustar el volumen del videojuego mediante una barra deslizante.

Figura 30: Menús *placeholder* de GLUCOSER. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Variables principales de gameplay:

Las mecánicas de juego que están presentes en el *gameplay* se asemejan a las que se pueden encontrar en otros videojuegos de simulación y gestión, como lo es emular el control de un dispositivo o sistema por parte del jugador en relación a la temática del juego: en el caso de GLUCOSER, dicho dispositivo es el glucómetro, el cual es el elemento con el que el jugador se encuentra más en contacto a lo largo de la partida.

Para calcular el nivel de glucemia de Stick, GLUCOSER almacena dos dosis:

- Dosis real: la dosis que el glucómetro recomienda al jugador después de que este introduzca el valor de las raciones.
- Dosis ideal: dosis que daría el glucómetro al introducirle el valor de raciones correcto.

GLUCOSER compara los dos valores para obtener el nivel de glucemia final del jugador después de cada comida.

Diferencia de dosis (dosis real – dosis ideal)	Glucemia
0	120
Entre 1 y 2	80
Mayor que 2	60
Entre -2 y -1	180
Menor que -2	250

Figura 31: Valor final de la dosis de bolo. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Además, al resultado final se le restara una tercera parte de la insulina basal administrada.

Los datos del juego se guardan antes y después de que Stick aplique su terapia de insulina mediante un sistema de guardado de datos que almacena la información en un archivo. Los datos que se guardan son todos aquellos necesarios para llevar a cabo la simulación: datos de glucemia (glucemia actual, valor de incremento, valor de disminución, velocidad de variación de glucemia), información sobre los alimentos (identificador, tamaño, raciones) y variables relacionadas con el uso de la insulina (tipo de insulina, tamaño de la dosis administrada), entre otros.

Características específicas de plataforma:

GLUCOSER aprovecha la tecnología de los dispositivos *smartphone* para implementar un sistema de controles táctiles posible gracias a la pantalla táctil y para hacer que se puedan utilizar los botones táctiles de los mismos.

Mundo de juego:

GLUCOSER toma lugar en un espacio externo no definido. El *gameplay* se desarrolla en los siguientes espacios internos, los cuales son estáticos y no están comunicados entre ellos:

1. Sala de comer de Stick: sala en la que Stick selecciona sus comidas. En este espacio, Stick escoge sus comidas y el jugador aplica la terapia de insulina de bolo haciendo uso del glucómetro y de sus capacidades deductivas:

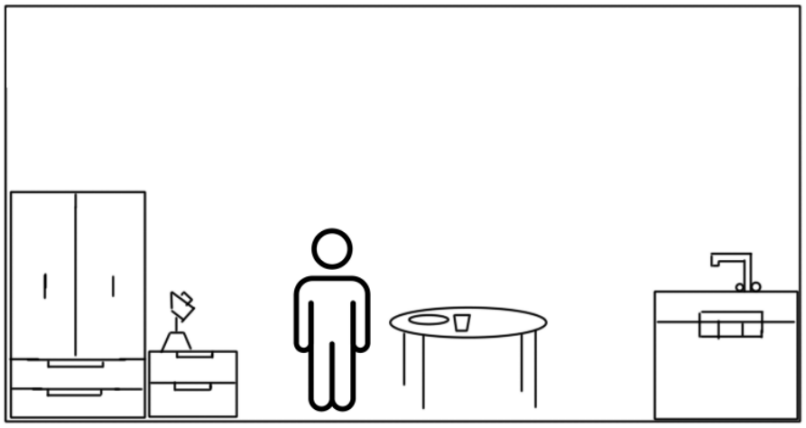


Figura 32: *Concept* de escenario 1. Fuente: Elaboración propia, 2022.

2. Hospital: cada siete días, Stick va a este establecimiento a hacerse la prueba de glucemia media.

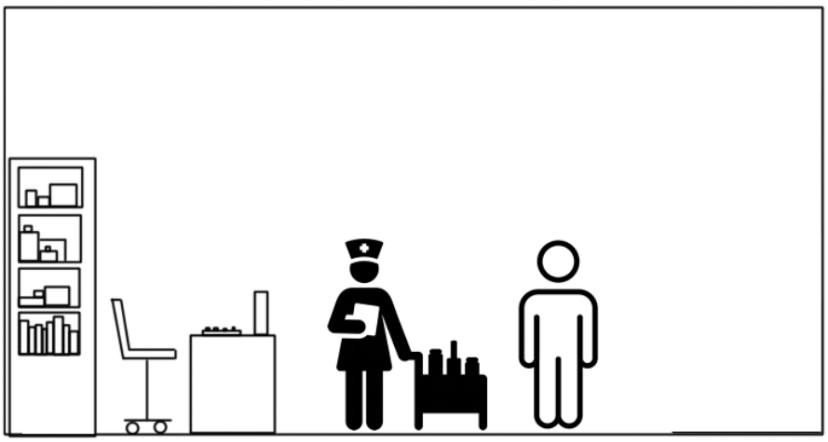


Figura 33: *Concept* de escenario 2. Fuente: Elaboración propia

Interfaz de usuario:

Todo el *gameplay* pasa por interactuar con la interfaz de usuario del videojuego, desde el menú principal hasta el menú de juego:

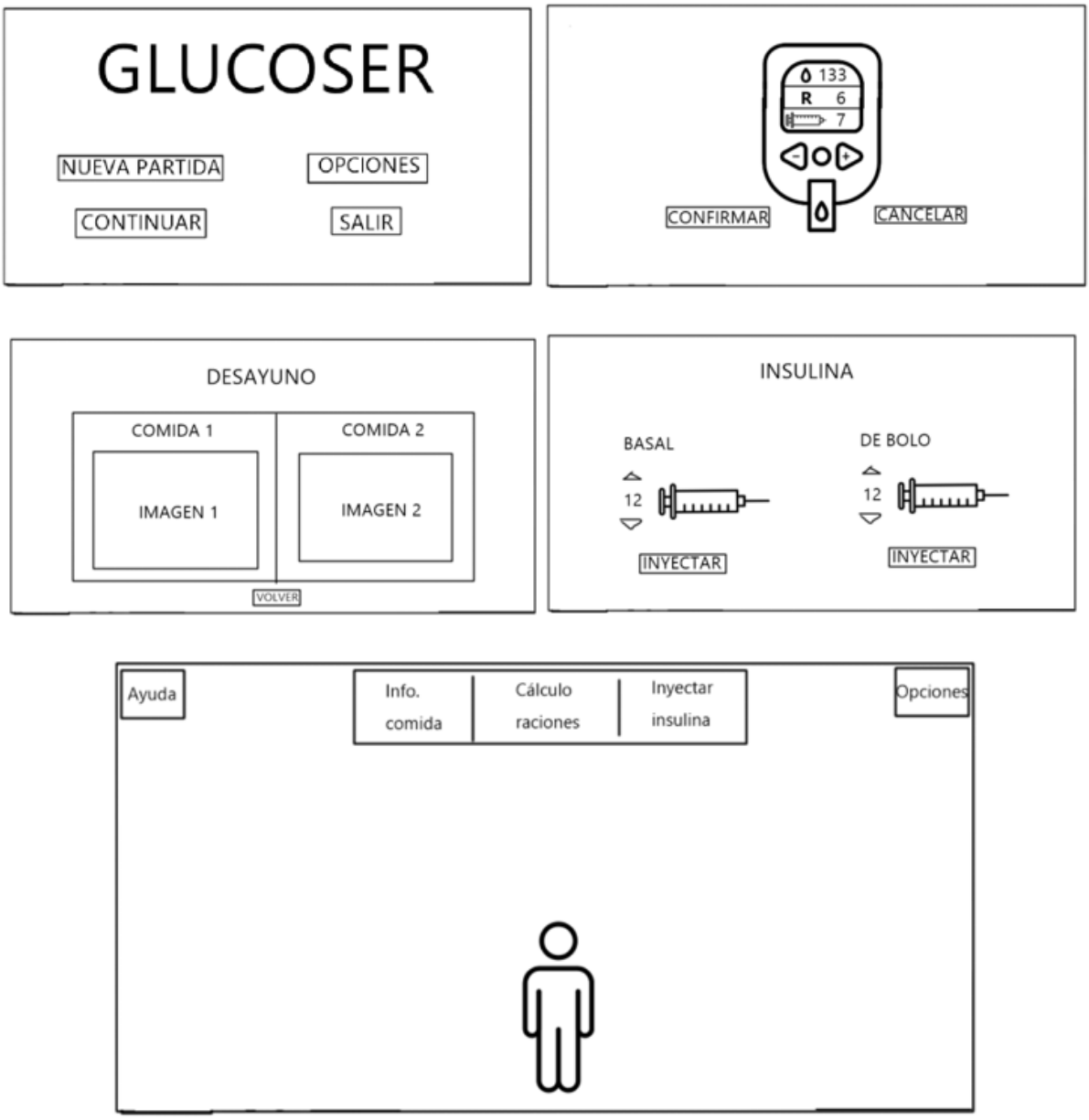


Figura 34: *Concepts* de UI de varios menús. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Estilo artístico:

El apartado visual de GLUCOSER se basa principalmente en el uso de dos colores (blanco y negro) tanto para la interfaz de usuario como para la gran mayoría de *assets*, que están representados mediante iconos vectoriales redondeados.

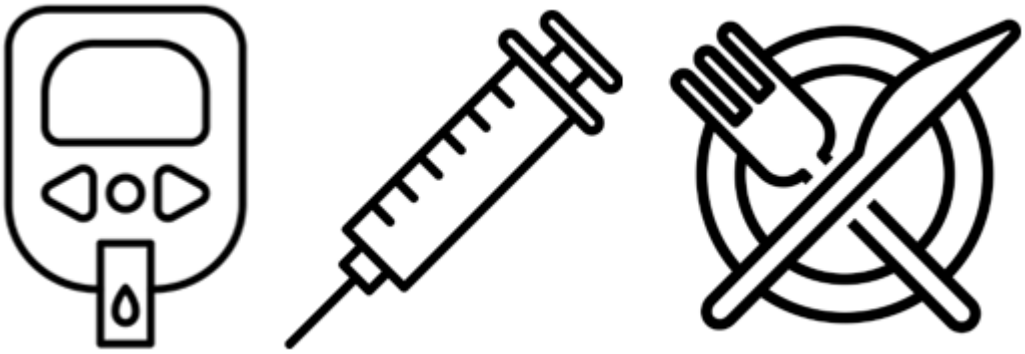


Figura 35: Ejemplos de iconos. Fuente: Flaticon, 2022.

Por otro lado, los alimentos del videojuego se muestran a través de imágenes realistas extraídas de manuales de práctica de cálculo de raciones.

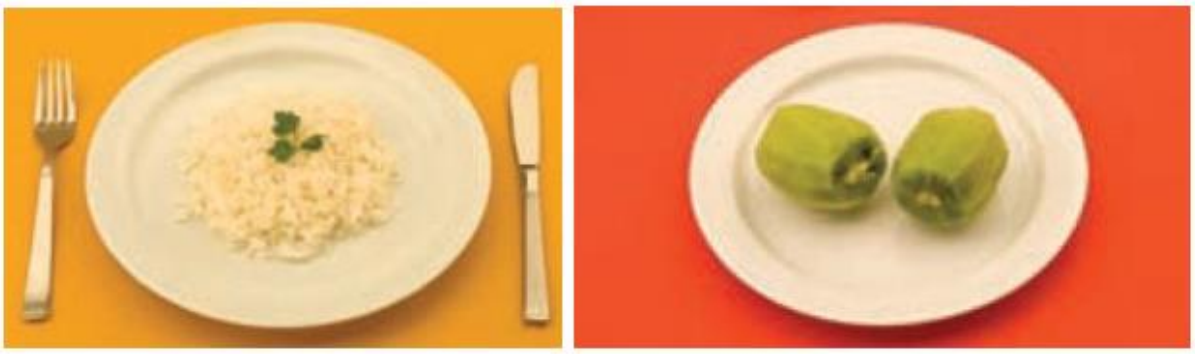


Figura 36: Imágenes de alimentos. Fuente: Roche, 2018.

Banda sonora:

El apartado sonoro de GLUCOSER está formado por melodías de *jazz* y efectos de sonido modernos alejados de aquellos usados en videojuegos arcade.

Clasificación de alimentos:

Platos con carbohidratos: platos principales				
ID	**Plato**	**Tamaño: P - Pequeño M - Mediano G - Grande**	**Hidratos de carbono (g)**	**Hidratos de carbono (raciones)**
0	Arroz hervido	P	20	2
1	Arroz hervido	M	40	4
2	Arroz hervido	G	60	6
3	Arroz a la cubana	P	25	2,5
4	Arroz a la cubana	M	47,5	5
5	Arroz a la cubana	G	70	7
6	Espaguetis con salsa de tomate	P	25	2,5
7	Espaguetis con salsa de tomate	M	47,5	5
8	Espaguetis con salsa de tomate	G	70	7
9	Lentejas hervidas	P	20	2
10	Lentejas hervidas	M	40	4
11	Lentejas hervidas	G	60	6
12	Patatas fritas	P	20	2
13	Patatas fritas	M	40	4
14	Patatas hervidas	P	20	2
15	Patatas hervidas	M	40	4
16	Patatas hervidas	G	60	6
17	Alcachofas	P	10	1
18	Coliflor	P	10	1
19	Ensalada verde	P	5	0,5
20	Ensalada mixta	P	10	1
21	Paella mixta	P	20	2
22	Paella mixta	M	40	4
23	Paella mixta	G	60	6
24	Empanadillas	P	20	2
25	Pizza de jamón y queso	P	25	2,5
26	Pizza de jamón y queso	M	50	5
27	Pizza de jamón y queso	G	100	10
28	Hamburguesa	P	45,4	4,5
29	Canelones con bechamel	P	27	2,5
30	Raviolis cocidos	P	52	5
31	Döner kebab	P	60	6
32	Durum kebab	P	40	4
33	Alubias hervidas	P	20	2
34	Alubias hervidas	M	40	4
35	Alubias hervidas	G	60	6

Figura 37: Clasificación de platos principales de GLUCOSER. Fuente: Elaboración propia.

Platos con carbohidratos: postres y otros				
ID	**Plato**	**Tamaño: P - Pequeño M - Mediano G - Grande**	**Hidratos de carbono (g)**	**Hidratos de carbono (raciones)**
0	Tortita de arroz	P	5,2	0,5
1	Cereales	P	10	1
2	Cereales	M	20	2
3	Cereales	G	30	3
4	Galletas	P	20	2
5	Galletas con chocolate	P	16	2
6	Fresas	P	5	0,5
7	Fresas	M	10	1
8	Kiwi	P	10	1
9	Kiwi	M	20	2
10	Manzana	P	20	2
11	Melón	P	10	1
12	Melón	M	20	2
13	Pera	P	20	2
14	Plátano	P	20	2
15	Sandía	P	10	1
16	Sandía	M	20	2
17	Uvas	P	10	1
18	Uvas	M	20	2
19	Avellanas	P	5	0,5
20	Nueces	P	5	0,5
21	Magdalena	P	20	2
22	Vaso de leche	P	9,2	1

Figura 38: Clasificación de platos secundarios de GLUCOSER. Fuente: Elaboración propia.

GLUCOSER tiene un sistema de alimentación basado en dos platos por comida: el plato principal y el plato secundario. A excepción de la comida y la cena, en el desayuno no hay plato principal, sino dos platos secundarios.

Desafíos:

Los desafíos son situaciones que se dan en el juego para perjudicar al jugador de distintas maneras:

Nombre	Descripción	Efecto
Hipoglucemia	Desafío que aparece cuando el jugador se inyecta una cantidad de insulina superior a la ideal.	Disminuye el valor promedio de glucosa en sangre. Esto puede perjudicar el resultado de la prueba de glucemia media.
Hiperglucemia	Desafío que aparece cuando el jugador se inyecta una cantidad de insulina inferior a la ideal.	Aumenta el valor promedio de glucosa en sangre. Esto puede perjudicar el resultado de la prueba de glucemia media.

Competencia:

2 VIDEOJUEGOS A SEGUIR	JUSTIFICACIÓN
Battle of Didi	Lo serio por encima de lo entretenido. Aprender sobre diabetes a través de las mecánicas.
Diabegame	Estética simple y moderna. *Assets* 2D e historia de juego sencilla y realista.
2 VIDEOJUEGOS A EVITAR	**JUSTIFICACIÓN**
Knock 'Em Downs: World's Fair	Relación inexistente entre mecánicas de juego y aprendizaje de diabetes. El entretenimiento recibe más atención que la parte seria. *Assets* 3D y sonidos *synth* arcade.
The Magi and The Sleeping Star	*Assets* 3D e historia de juego compleja y con elementos fantásticos.

Prototipo

Enlace de vídeo

https://youtu.be/xVY6paDeEUc

Enlace del videojuego

Versión de Android:
https://drive.google.com/file/d/14QjaaFzAU2GJwWUapXpOTY9JftTMxH4S/view?usp=sharing

Versión de PC:
https://drive.google.com/file/d/1EtY14JzZG5R8uY2wwjuxp3W1y6EaFdrp/view?usp=sharing

Entrevistas

Entrevista a Arantxa Bujanda

¿Cuál es tu relación con la diabetes?

“Soy la enfermera de la Asociación Navarra de Diabetes, llevo cinco años ya aquí. Terminé la carrera de enfermería, hice el Máster de Diabetes y luego hice el Máster de Profesorado de la ESO. Mi rama es sobre todo la educación y estos últimos tres años llevo haciendo proyectos de investigación de innovación educativa.”

¿De qué tratan esos proyectos?

“El primera año empecé con un Escape Room sobre diabetes para grados de FP”. El segundo año hice un videojuego para pacientes y este año he hecho un videojuego para estudiantes de enfermería.”

¿Por qué ANADI empezó a hacer videojuegos y estructuras de gamificación?

“Todo empezó porque organizábamos campamentos y actividades con menores y te das cuenta de que necesitan formación pero muchas veces les das una charla y no pueden prestar la atención necesaria. Al final se aburren, se cansan. No es fácil que en una charla normal alguien esté formado. Nos pasaba con menores pero luego

vimos que al dar las charlas a profesionales también pasaba un poco lo mismo. Entonces vimos esa necesidad de formar mediante el juego. Aquí en Navarra tenemos un programa que sale todos los años que nos permite económicamente hacer este tipo de proyectos."

¿Cómo de bien funcionaron esos proyectos en comparación con las charlas habituales?

"El primer año con el Escape Room lo que hicimos fue comparar una charla tradicional con un Escape Room. Dividimos un grupo en dos clases, en la primera hacíamos la charla y en la otra la Escape Room. En las dos clases se impartieron los mismos contenidos y les pasamos un examen previo y un examen posterior. Vimos que aprendían más con el Escape Room y que además la satisfacción era mucho mayor. Después de eso seguimos a través del juego formando a pacientes a través de Diabegame y a futuros profesionales con Diabenet."

¿Qué diferencias hay entre Diabegame y Diabenet?

"Diabegame va dirigido totalmente a pacientes con diabetes tipo 1, a partir de los 14 años. Lo decidimos así por la dificultad y es mucho más práctico en el sentido del paciente, que sepa desenvolverse y aprenda lo que necesita para controlar la enfermedad. Diabenet va dirigido a profesionales sanitarios, está acreditado y abarca la diabetes tipo 2, diabetes tipo 1, diabetes gestacional y diabetes tipo LADA. Es mucho más técnico, los jugadores tienen tareas a realizar y un foro donde tienen que participar para obtener el certificado."

¿Qué factores consideras que son los más importantes para desarrollar videojuegos serios y estructuras de gamificación?

"Creo que lo más importante es entender el objetivo que se busca. Qué quieres hacer con ese videojuego, qué quieres que aprendan, con qué quieres que salgan después de haber terminado el videojuego. También tiene que ser algo llamativo y dinámico, que a la gente le guste jugar. Es verdad que tiene que tener contenidos educativos, pero si no les gusta no va a haber forma de que jueguen. La experiencia me ha dicho que si haces un videojuego muy largo la tasa de abandono de jugadores es mayor. Y luego también me parece muy importante el márketing que se le hace al juego. Si el

juego empieza a salir en plataformas o en redes, es mucho más fácil que la gente lo vea. Además de eso, la población a la que va dirigida; no es lo mismo que vaya a pacientes, que vaya a familiares o que vaya a profesionales sanitarios."

¿Qué impacto han tenido los tres proyectos en sus respectivos usuarios?

"Con el Escape Room ha sido mucho más satisfactorio porque hemos comparado dos tipos de formación. En Diabegame vimos que la gente estaba muy agradecida, la satisfacción total era un 9,4 sobre 10. Y en Diabenet, las enfermeras están ahora en ello porque el proyecto aún sigue activo, pero la satisfacción con el foro y en general es bastante buena".