



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA FACILITAR EL MANEJO DE LA DIABETES TIPO
1 EN NIÑOS, CON EL APOYO DE EDUMED**

Jessica Karina Castillo Alay

Asesorado por el Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez

Guatemala, febrero de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA FACILITAR EL MANEJO DE LA
DIABETES TIPO 1 EN NIÑOS, CON EL APOYO DE EDUMED**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JESSICA KARINA CASTILLO ALAY

ASESORADO POR EL ING. EVEREST DARWIN MEDINILLA RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Arnaldo Méndez Aguilar
EXAMINADOR	Ing. Pedro Pablo Hernández
EXAMINADOR	Ing. Oscar Alejandro Paz Campos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA FACILITAR EL MANEJO DE LA DIABETES TIPO 1 EN NIÑOS, CON EL APOYO DE EDUMED

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha octubre de 2017.



Jessica Karina Castillo Alay

Guatemala, 23 de julio de 2018

Señor
Ing. Carlos Azurdía
Facultad de Ingeniería
Universidad San Carlos de Guatemala
Guatemala, Ciudad

Respetable Ing. Azurdía:

Por este medio hago de su conocimiento que como asesor de la estudiante Jessica Karina Castillo Alay la cual se identifica con el CUI 2791 33065 0101, he revisado el trabajo de graduación titulado "CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA FACILITAR EL MANEJO DE LA DIABETES TIPO 1 EN NIÑOS, CON EL APOYO DE EDUMED"; de acuerdo a mi criterio este cumple con los objetivos propuestos en el protocolo y se encuentra concluido.

Sin otro particular, me suscribo de usted.


Everest Medinilla
Ingeniero en Ciencias y Sistemas
Asesor de Trabajo de Graduación

Everest Darwin Medinilla Rodríguez
Ingeniero en Ciencias y Sistemas
Colegiado 4,332



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 7 de agosto de 2018

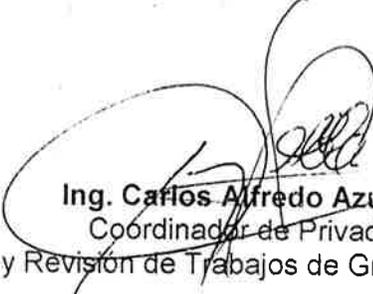
Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación de la estudiante **JESSICA KARINA CASTILLO ALAY** con carné **200614896** y **CUI 2791 33065 0101**, titulado **“CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA FACILITAR EL MANEJO DE LA DIABETES TIPO 1 EN NIÑOS, CON EL APOYO DE EDUMED”** y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo aprobado.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



E
S
C
U
E
L
A

D
E

I
N
G
E
N
I
E
R
Í
A

E
N

C
I
E
N
C
I
A
S

Y

S
I
S
T
E
M
A
S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **“CREACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA FACILITAR EL MANEJO DE LA DIABETES TIPO 1 EN NIÑOS, CON EL APOYO DE EDUMED”**, realizado por la estudiante, **JESSICA KARINA CASTILLO ALAY** aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mordon Antonio Pérez Türk', written over a large, faint circular stamp.

Ing. Mordon Antonio Pérez Türk
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 30 de enero de 2019



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del trabajo de graduación titulado: **“CREACION DE UNA APLICACIÓN PARA FACILITAR EL MANEJO DE LA DIABETES TIPO 1 EN NIÑOS, CON EL APOYO DE EDUMED”** presentado por la estudiante universitaria: **Jessica Karina Castillo Alay** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

5/27/2019
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Febrero de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la fuente de toda dadiva buena en mi vida, porque sus principios y valores son para mi beneficio y porque seguir su senda es todo el deber de todo hombre y el mío.
- Mi madre** Aura Beatriz Alay, por estar allí para mí no importa qué, por proporcionarme una guía que me permite caminar firmemente sobre mis pies sin miedo a perderme; por dar todo por mí, su amor siempre ha sido incondicional.
- Mi hermana** Edith Marjorie Castillo Alay, por apoyarme a pesar de las dificultades que esto signifique para ella, por estar siempre allí para mí, por cuidarme.
- Mi hermano** Robson Alexander Castillo Alay, por darme aliento y reír conmigo siempre que lo necesité, por cuidarme y defenderme siempre.
- Mis catedráticos** Porque todos y cada uno de ustedes dio lo mejor de sí en las aulas de la Tricentenaria, dándome así la invaluable oportunidad de ver un nuevo horizonte, crecer como profesional o aprender de su intachable ética.

Mi asesor de tesis

Ingeniero Everest Medinilla, por darme su apoyo en la creación de este trabajo de graduación, ayudarme en mi crecimiento como un futuro profesional y proporcionarme un ejemplo al lado de la Inga. Floriza Ávila de cómo poner nuestro granito de arena como profesionales para contribuir a nuestra sociedad guatemalteca.

Mi novio

Carlos Ruperto Rodríguez Zea, por apoyarme cuando no era fácil y cuando nadie más lo hizo; por animarme y caminar a mi lado.

Mis amigos

Por todos ustedes a los que encontré en cada una de las aulas que pisé, si alguno de ustedes hubiese faltado, creo que no podría estar donde estoy; no podría terminar de mencionarlos. Deseo agradecer a Cintya Lily Ortiz Lima por nunca fallarme.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA Y SU IMPACTO EN GUATEMALA.....	1
1.1. Teoría que soporta la investigación.....	1
1.2. Technology Acceptance Model.....	1
1.2.1. Teoría y la relación con la tecnología escogida.....	2
2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMA Y SOLUCIÓN QUE LA APLICACIÓN REALIZARÁ.....	3
2.1. Situación actual	3
2.1.1. Aplicaciones móviles disponibles.....	3
2.1.1.1. Aplicación cuyo objetivo son niños con diabetes “Carb Counting with Lenny”	3
2.1.1.2. Mascota Virtual “DiNostalgia Widget”	4
2.2. Complicación	5
2.3. Solución propuesta.....	6
2.3.1. Mercado objetivo	7
2.3.2. Plataforma objetivo de la solución	7

3.	DISEÑO DE LA APLICACIÓN BAJO LA NECESIDAD IDENTIFICADA.....	13
3.1.	Prototipo.....	13
3.1.1.	Pantalla principal.....	13
3.1.2.	Pantalla de medición de la glucosa.....	14
3.1.3.	Pantallas de selección de alimentos.....	15
3.1.4.	Pantalla de selección de unidades de insulina.....	17
3.1.5.	Pantalla de cálculo de unidades de insulina.....	18
3.1.6.	Pantalla regla de los 15.....	19
3.1.7.	Pantalla de atención médica.....	20
3.1.8.	Pantallas de configuración.....	21
3.2.	Validaciones.....	24
3.3.	Diseño intuitivo y usabilidad.....	25
4.	DOCUMENTACIÓN Y TUTORIAL DE PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN.....	27
4.1.	Requisitos.....	27
4.1.1.	Herramientas.....	27
4.1.2.	Hardware.....	27
4.1.3.	Software.....	28
4.2.	Tutorial de desarrollo y referencias.....	28
4.2.1.	Unity 5.5.2f Personal.....	28
4.2.2.	Android SDK Tools.....	29
4.2.3.	Unity 5.5.2 Android Support.....	30
4.2.4.	Configuración de plataforma Android en Unity.....	30
4.3.	Diagramas de flujo del comportamiento de la aplicación.....	32
4.3.1.	Diagrama de flujo de los niveles de glucosa.....	33
4.3.2.	Diagrama de flujo de validación de la dosis de insulina.....	35

5.	VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN.....	37
5.1.	Método de validación de la aplicación	37
5.2.	Resultados e interpretación	38
5.2.1.	Aplicabilidad y utilidad de la aplicación	38
5.2.2.	Experiencia de usuario	44
	CONCLUSIONES	49
	RECOMENDACIONES	51
	BIBLIOGRAFÍA	53
	APÉNDICES	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de TAM	2
2.	Aplicación Carb Counting with Lenny	4
3.	Aplicación DiNostalgia Widget	5
4.	Tabla comparativa de alternativas	8
5.	Game Engines Utilizadas para el desarrollo de los mejores 1 000 juegos gratuitos en Android.....	10
6.	Comparativa de Game Engine para un juego gratuito en Android	11
7.	Pantalla principal de la aplicación	14
8.	Pantalla de medición de la glucosa.....	15
9.	Pantallas de selección de alimentos	16
10.	Pantallas de selección de unidades de insulina	18
11.	Pantallas de cálculo de unidades de insulina.....	19
12.	Pantalla regla de los 15.....	20
13.	Pantalla de atención médica	21
14.	Pantallas de configuración	22
15.	Unity 5.5.2f	29
16.	Android SDK Tools.....	29
17.	Unity 5.5.2 Android Support	30
18.	Cambio de plataforma objetivo en Unity.....	31
19.	Configuración de Android SDK Tools en Unity.....	32
20.	Diagrama de flujo de los niveles de glucosa	34

21.	Diagrama de flujo de los niveles de glucosa.....	35
22.	Gráfica que representa la evaluación de la aplicabilidad de la idea principal de la aplicación.....	39
23.	Resultados de la pregunta 4 de la boleta de evaluación.....	40
24.	Resultados de la pregunta 5 de la boleta de evaluación.....	41
25.	Resultados de la pregunta 9 de la boleta de evaluación.....	42
26.	Resultados de la pregunta 11 de la boleta de evaluación.....	43
27.	Resultados de la pregunta 9 de la boleta de evaluación.....	44
28.	Respuestas a la pregunta 2 de la boleta de evaluación, sobre la sencillez o dificultad de la aplicación	45
29.	Respuestas a la pregunta 8 de la boleta de evaluación.....	46
30.	Respuestas a la pregunta 10 de la boleta de evaluación.....	47

GLOSARIO

<i>Tamagotchi</i>	Mascota digital creada por Bandai.
<i>Sitio Web Responsive</i>	Sitio web diseñado para que se ajuste a las dimensiones de la pantalla del dispositivo en el cual se muestre.

RESUMEN

Un reporte de 2009 indica que la diabetes tipo 1 tiene una prevalencia de 1,93 de cada 1 000 niños y adolescentes y la diabetes de tipo dos afecta a 0,24 de cada 1 000, sin embargo se estima que el diagnóstico de diabetes tipo 2 se ha incrementado de forma significativa entre los niños y adolescentes estadounidenses.

Debido a que un paciente diagnosticado con diabetes tipo 1 requiere de atención y monitoreo constante de sus niveles de glucosa en la sangre, los cuales debe regular con la ayuda de insulina e hidratos de carbono (dependiendo del nivel de glucosa en sangre), es importante que los niños que padecen dicha enfermedad aprendan a monitorear sus niveles de glucosa en sangre y a tomar las acciones correctivas necesarias, además de entender la relación entre su consumo de hidratos de carbono y los niveles de glucosa en sangre.

Al considerar que actualmente no existen aplicaciones que apoyen a los niños en el aprendizaje del cuidado de su condición, se creó una aplicación que consiste en una mascota virtual (o *tamagotchi*), en la que los niños podrán realizar las siguientes acciones: alimentar, monitorear sus niveles de glucosa y administrar insulina; con el objetivo de que la mascota mantenga niveles de glucosa óptimos.

Dado que se desea validar que dicha aplicación cumpla los propósitos para los cuales fue creada, se diseñó una boleta de validación con una escala

de Likert que fue utilizada en una muestra significativa de la población (en este caso niños con diabetes tipo 1, cuidadores de ellos y profesionales de la salud).

OBJETIVOS

General

Desarrollar una aplicación que incentive a los niños con diabetes tipo 1 a aprender a proporcionar los cuidados que su condición requiere a un ente virtual; cuyo fin mayor es que los niños entiendan la importancia y los beneficios de estos cuidados de su propia condición.

Específicos

1. Enseñar a través del aprendizaje incidental, producto de la interacción con una mascota virtual diabética cómo realizar el correcto conteo de carbohidratos de un tiempo de comida, dado que dicho conteo es la base fundamental para suministrar al niño con diabetes tipo 1 una dosis adecuada de insulina.
2. Crear una aplicación que enseñe a los niños con diabetes tipo 1 cómo se debe realizar el cálculo de la dosis de insulina; esto les permitirá controlar los niveles de glucosa en sangre y mantenerlos en niveles que sean saludables.
3. Crear una aplicación que sea útil, intuitiva y que considere las necesidades de los niños guatemaltecos con diabetes tipo 1, creando una buena experiencia de usuario.

INTRODUCCIÓN

Se desea apoyar a la población infantil guatemalteca diagnosticada con diabetes tipo 1 haciendo uso de herramientas tecnológicas para retribuir a la sociedad guatemalteca, razón por la que se acudió a Edumed, por ser una institución que se dedica a informar a la población sobre los cuidados de las personas con diabetes tipo 1, además de apoyar a los niños recién diagnosticados con diabetes y a sus padres, para conocer métodos de control de los niveles de glucosa, cuidados, entre otros.

A través del aprendizaje incidental producto del uso de una aplicación, se busca facilitar el aprendizaje de los niños con diabetes tipo 1, de los cuidados y consideraciones que su condición médica requiere.

Se diseñó una aplicación llamada Sugar, que mezcla los conceptos de un *tamagotchi* y de una herramienta para conteo de carbohidratos y de cálculo de dosis de insulina; dicha aplicación presenta a una mascota virtual que se puede configurar con información personalizada que se ajustará a las necesidades del paciente que usa la aplicación, de tal manera que la mascota virtual recibirá cuidados virtuales similares a los de un paciente con diabetes tipo 1.

Luego del diseño y desarrollo de la aplicación, fue validada con un instrumento de evaluación que permitió determinar si se logró cumplir con los objetivos expuestos en el presente informe.

1. ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA Y SU IMPACTO EN GUATEMALA

1.1. Teoría que soporta la investigación

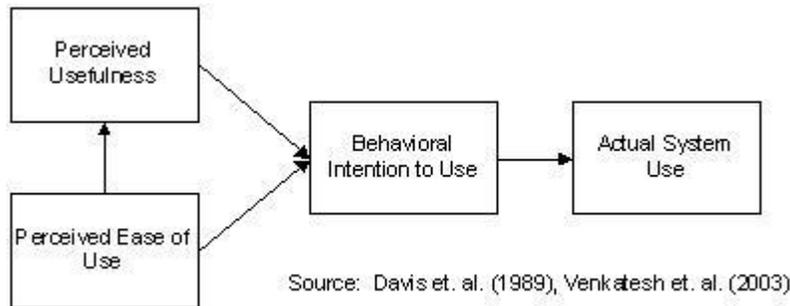
Se seleccionó como teoría que soporta la investigación *Technology Acceptance Model* (TAM).

1.2. Technology Acceptance Model

El Modelo de Aceptación de la Tecnología se considera una adaptación de *Theory of Reasoned Action* (Teoría de la Acción Razonada, TRA). La premisa sobre la que se sustenta es que un sistema será utilizado dependiendo de la percepción que tengan sus usuarios sobre lo útil y simple de usar.

Tanto la Teoría de la Acción Razonada como el Modelo de Aceptación de la Tecnología presentan un fuerte elemento de comportamiento, la idea es que cuando alguien desea actuar, esta persona actuará libre sin limitaciones.

Figura 1. **Diagrama de TAM**



Fuente: Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Technology_acceptance_model. Consulta: agosto de 2018.

1.2.1. **Teoría y la relación con la tecnología escogida**

Se desea que la aplicación, consistente en la mascota virtual, sea simple de utilizar, porque su público objetivo son los niños; y se espera que sea percibida como un juego para incentivar a los niños a jugar. El objetivo es que los niños aprendan a cuidar a la mascota virtual. El modelo de aceptación de la tecnología (TAM) es la teoría idónea para dicho fin.

2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMA Y SOLUCIÓN QUE LA APLICACIÓN REALIZARÁ

2.1. Situación actual

El cuidado de la diabetes tipo 1 consiste en el monitoreo de los niveles de glucosa en la sangre, la regulación de los mismos a través del uso de insulina y el consumo controlado de los hidratos de carbono en los alimentos. Dicho cuidado es crítico para el bienestar del paciente, por lo que los niños que padecen dicha enfermedad deben aprender a proporcionarse dichos cuidados.

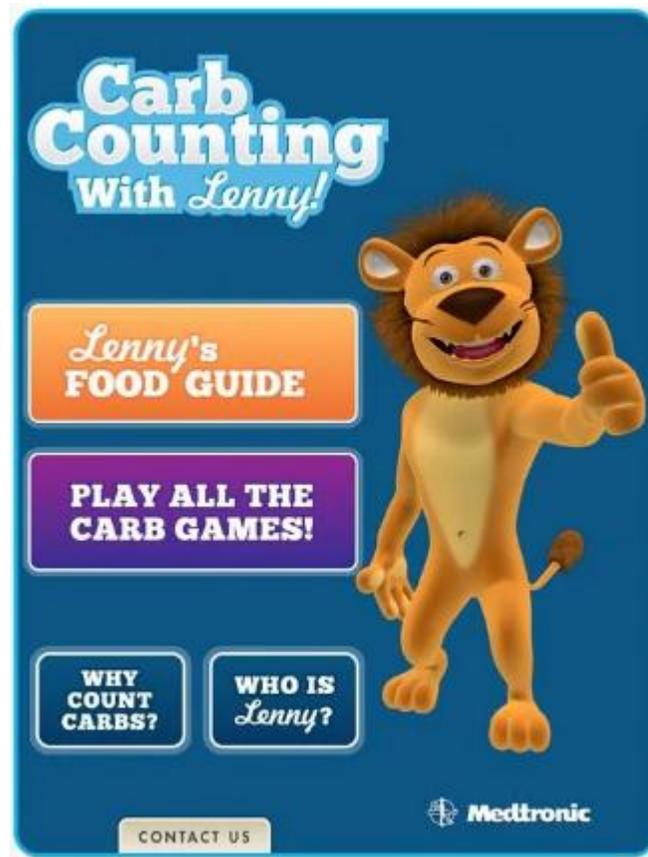
2.1.1. Aplicaciones móviles disponibles

En la actualidad existen en el mercado muy pocas aplicaciones cuyo público objetivo sean los niños con diabetes tipo 1, sin embargo en el caso de aplicaciones cuyo modo de juego sea el cuidado de una mascota virtual existe un abanico de alternativas. A continuación se identifican dos aplicaciones que sobresalen en dichos rubros:

2.1.1.1. Aplicación cuyo objetivo son niños con diabetes “CarbCounting with Lenny”

Esta aplicación ayuda a los niños a contar la cantidad de hidratos de carbono en sus alimentos.

Figura 2. **Aplicación CarbCounting with Lenny**



Fuente: Google Play.

2.1.1.2. **Mascota Virtual “DiNostalgiaWidget”**

Esta aplicación recrea al *tamagotchi* original, solicitando que se alimente, ejercite, juegue, bañe y eduque a una mascota a fin de propiciar su correcto desarrollo.

Figura 3. Aplicación DiNostalgiaWidget



Fuente: Google Play.

2.2. Complicación

Cuando un niño es diagnosticado con diabetes tipo 1 la familia necesita adaptarse a un nuevo estilo de vida, uno que tenga siempre en mente la salud del niño; necesitan cambiar hábitos alimenticios. Esto implica: ser conscientes de la cantidad de carbohidratos de cada alimento, el horario en el que se deben

de tomar los alimentos, el horario de aplicación de las unidades de insulina, el cálculo matemático de las unidades de insulina, el aprendizaje de los síntomas de hiperglicemias e hipoglucemias, la atención a una hiperglucemia y a una hipoglucemia, entre otros.

Debido a todos los aspectos que necesitan atención constante, tanto los padres como los niños necesitan atravesar un proceso de capacitación para proporcionar los cuidados apropiados al niño, muchos enfrentan serias dificultades para realizar los cálculos algebraicos para suministrar las unidades de insulina adecuadas; no todos los involucrados en los cuidados del niño cuentan con el mismo grado de educación. Esto genera una constante e importante preocupación, porque una dosis mal calculada de unidades de insulina representa una potencial crisis médica que puede poner en riesgo la vida de los niños con diabetes tipo 1.

2.3. Solución propuesta

Una vez identificada la necesidad de apoyar a los padres y niños en el aprendizaje de los cuidados básicos, a fin de mejorar la transición al nuevo estilo de vida, y de proporcionarles las herramientas que les permitan aprender a realizar correctamente el cálculo de las unidades de insulina.

Dichas herramientas les permitirán a los padres disfrutar de la seguridad de que administran a los niños una dosis de insulina que contribuirá a su bienestar y les permitirá iniciar el aprendizaje de los cuidados básicos que deberán de proporcionarse en un futuro ellos mismos.

En concreto se crea una herramienta hecha a la medida de estas necesidades con el apoyo de la asociación Edumed, dicha asociación se especializa en niños con diabetes tipo 1 en Guatemala.

En las siguientes secciones se detallarán las condiciones y factores que se tomaron en cuenta para el diseño de dicha aplicación.

2.3.1. Mercado objetivo

Los usuarios identificados comparten las siguientes características:

- Edad: a partir de los 6 años en adelante, dado que necesitan ser capaces de realizar cálculos algebraicos básicos.
- Género: masculino y femenino
- Nivel socioeconómico: desde bajo-medio, con un dispositivo con sistema operativo Android.
- Ocupación: indiferente
- Idioma: español

2.3.2. Plataforma objetivo de la solución

Se realizó el análisis de las potenciales plataformas para las cuales se podría desarrollar una solución de software que atienda a las necesidades previamente expuestas. En la siguiente tabla se sintetizan los aspectos considerados y las alternativas analizadas como plataformas objetivo de la aplicación.

Figura 4. **Tabla comparativa de alternativas**

Ventajas	Alternativas		
	Aplicación de escritorio	Aplicación web responsive	Aplicación móvil
<p>No requiere del uso de un servidor para alojar la aplicación. Ahorro de recursos económicos y de almacenamiento de dicho servidor.</p>			
<p>Capacidad de utilizar la aplicación con un dispositivo móvil. Posibilidad de utilizarla en el hogar, trabajo, escuela, día festivo.</p>			
<p>No requiere el desarrollo adicional de módulos de manejo de usuarios y credenciales. Menor complejidad en el desarrollo, lo que se traduce en menor tiempo de desarrollo. Permite a los usuarios acceder sin la necesidad de usar credenciales de acceso.</p>			
<p>Sin necesidad de un experto en tecnología para realizar la instalación.</p>			
<p>No requiere uso de una base de datos. Ahorro de tiempo en la instalación. Desaparece la necesidad de requerimientos especiales de hardware para la instalación y de conocimientos técnicos.</p>			

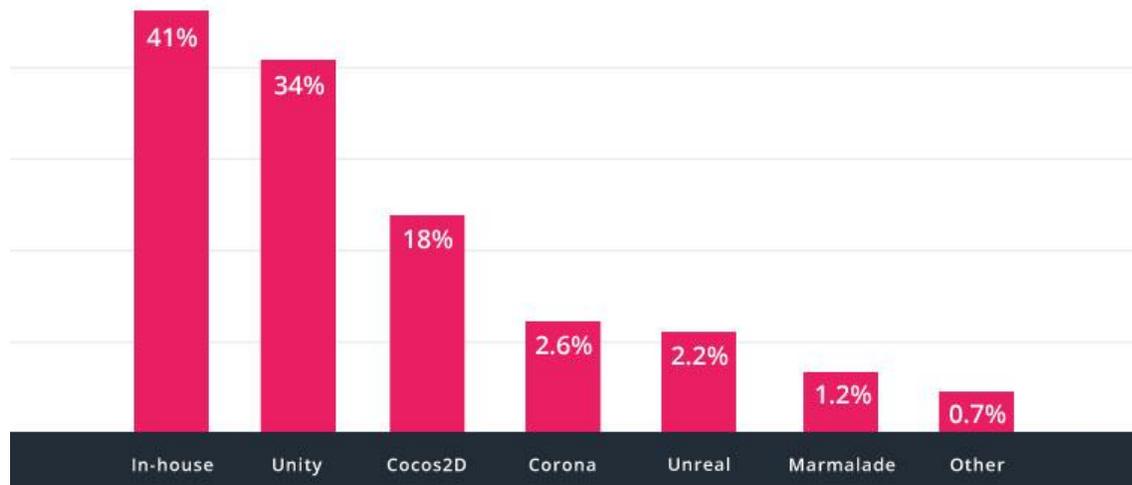
Fuente: elaboración propia, empleando Google Drawings.

Después del análisis expuesto en la tabla comparativa se puede apreciar que una aplicación desarrollada para una plataforma móvil ofrece más bondades sobre las otras alternativas analizadas, por ese motivo se seleccionó dicha plataforma como objetivo de la aplicación.

Según un estudio de Gartner en el segundo trimestre del año 2016, la plataforma móvil con más teléfonos vendidos es Android, con el 86,2 % del mercado; por lo que la plataforma móvil seleccionada es Android a fin de que la aplicación esté disponible para la mayor cantidad de usuarios posibles.

Se ha seleccionado a Android como plataforma objetivo y se plantea la necesidad de la creación de un juego para ayudar a los niños, el siguiente paso consiste en seleccionar el *GameEngine* que se utilizará para el desarrollo de dicho juego. Se consideraron las opciones más robustas y populares para el desarrollo de juegos en Android; como punto de partida, se tomará la información publicada en el sitio de Unity, donde se muestra el resultado de un estudio realizado por SourceDNA sobre las plataformas que dominan el desarrollo de juegos en Android (para dicho estudio se consideraron los mejores 1 000 juegos gratuitos), la siguiente imagen muestra qué plataformas de desarrollo dominan ese segmento de mercado.

Figura 5. **GameEngines Utilizadas para el desarrollo de los mejores 1 000 juegos gratuitos en Android**



Fuente: SourceDNA, Q1 2016: publicada en el sitio de Unity.

En la figura anterior se puede apreciar que los GameEngine más utilizados para la creación de los mejores 1 000 juegos gratuitos en Android son: Unity, Cocos2D, Corona, Unreal y Marmalade.

Se realizará una comparativa sobre las primeras tres opciones, para definir el *GameEngine* más apropiado para la creación de un juego gratuito para Android que ayude a los niños con diabetes tipo 1; dicha comparativa se muestra en la siguiente tabla.

Figura 6. **Comparativa de GameEngine para un juego gratuito en Android**

¿Cuál es la mejor opción de Game Engine para un juego gratuito en Android?

	Unity	Cocos2D	Corona
Usabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicidad en el desarrollo • Entorno amigable • Múltiples recursos para aprendizaje • Permite la integración de recursos visuales de Photoshop, Blender, Maya, etc. <p style="text-align: right;">25</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No es simple el manejo de recursos gráficos • No permite la integración con recursos de programas populares para la creación de recursos visuales. <p style="text-align: right;">5</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere el aprendizaje de un nuevo lenguaje de programación • Requiere siempre una conexión a internet para la construcción de una versión para un dispositivo. <p style="text-align: right;">10</p>
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Permite desarrollos 2D y 3D • Cuenta con múltiples recursos disponibles para agregar características al proyecto <p style="text-align: right;">25</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Solo permite desarrollos 2D • El cambiar los recursos gráficos desencadena la revisión de todo el código fuente. <p style="text-align: right;">10</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden lograr buenos resultados, sin embargo a veces se debe recurrir a la compra de plugins que tienen costos muy elevados. <p style="text-align: right;">5</p>
Plataformas Soportadas	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas Móviles: 4 • Plataformas VR y AR: 9 • Plataformas para Desktop: 5 • Plataformas de Consola: 5 • Plataformas Web: 1 <p style="text-align: right;">25</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta plataformas móviles, de escritorio y web; mas no consolas de videojuegos. <p style="text-align: right;">20</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas Móviles: 2 <p style="text-align: right;">10</p>
Precio	<ul style="list-style-type: none"> • Gratis siempre que no se generen ganancias mayores o iguales a \$100,000.00 <p style="text-align: right;">20</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Open Source (sin costo) <p style="text-align: right;">25</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La versión profesional trae bastantes plugins importantes pero tiene un costo de \$699/año. <p style="text-align: right;">10</p>
Total	95	60	35

Fuente: elaboración propia, empleando Google Drawings.

De la tabla anterior se entiende que la mejor opción para el desarrollo en este caso en particular es Unity, debido a las ventajas que presenta sobre las otras alternativas.

3. DISEÑO DE LA APLICACIÓN BAJO LA NECESIDAD IDENTIFICADA

3.1. Prototipo

Estos cumplen el propósito de expresar de forma gráfica las funciones de la aplicación, a fin de facilitar la comprensión, interrelación entre las distintas pantallas y proporcionar una guía para el desarrollo de la aplicación. La intención de los prototipos es la de proporcionar un lenguaje común para expresar el comportamiento de una aplicación, se debe considerar que no reflejan el diseño final que dicha aplicación tendrá.

3.1.1. Pantalla principal

En esta se mostrarán los accesos a las distintas opciones de la aplicación.

Figura 7. **Pantalla principal de la aplicación**



Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

3.1.2. **Pantalla de medición de la glucosa**

En esta pantalla se mostrará la medición de los niveles actuales de glucosa de la mascota virtual.

Figura 8. **Pantalla de medición de la glucosa**



Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

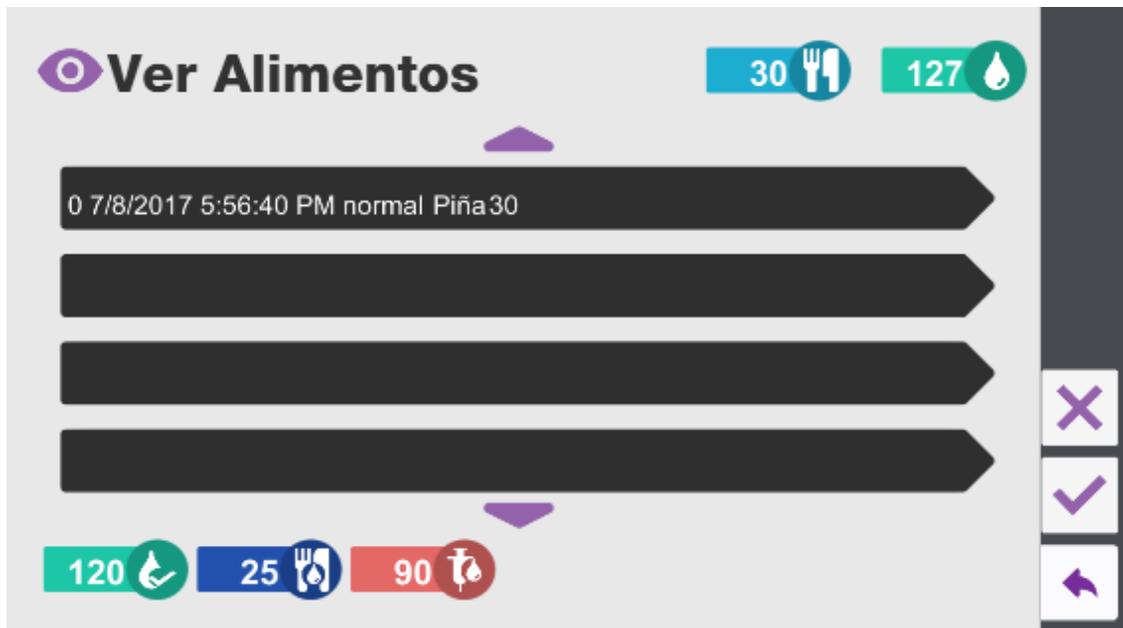
3.1.3. **Pantallas de selección de alimentos**

En estas pantallas se mostrará al usuario la posibilidad de seleccionar los alimentos que desea que ingiera la mascota.

Figura 9. Pantallas de selección de alimentos



Continuación figura 9.

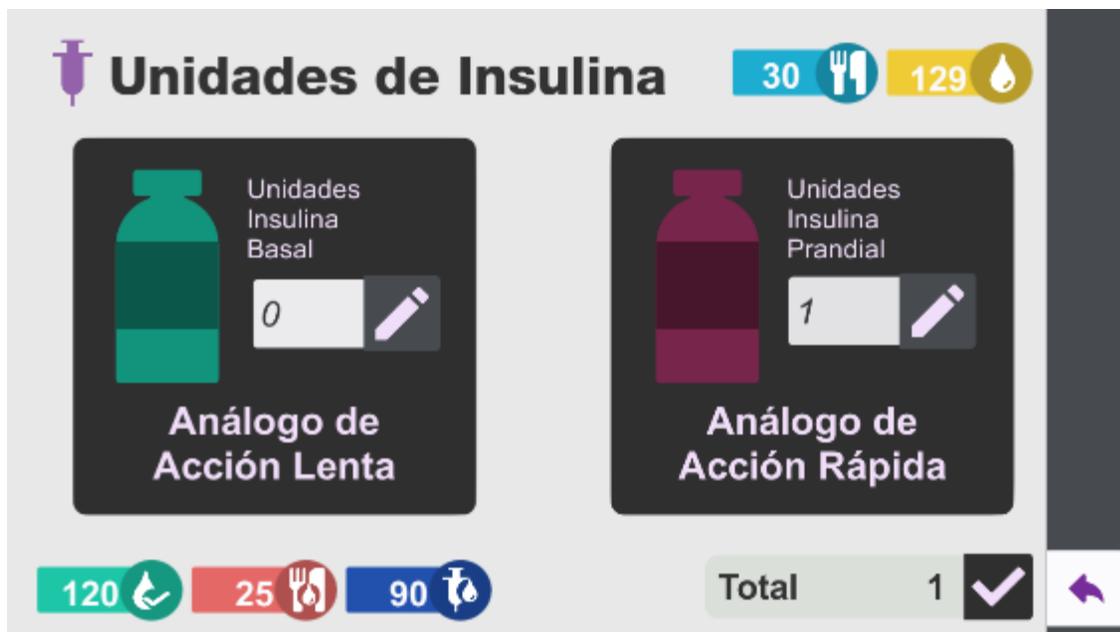


Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

3.1.4. Pantalla de selección de unidades de insulina

Las pantallas correspondientes a la selección de las unidades de insulina son las siguientes.

Figura 10. **Pantallas de selección de unidades de insulina**

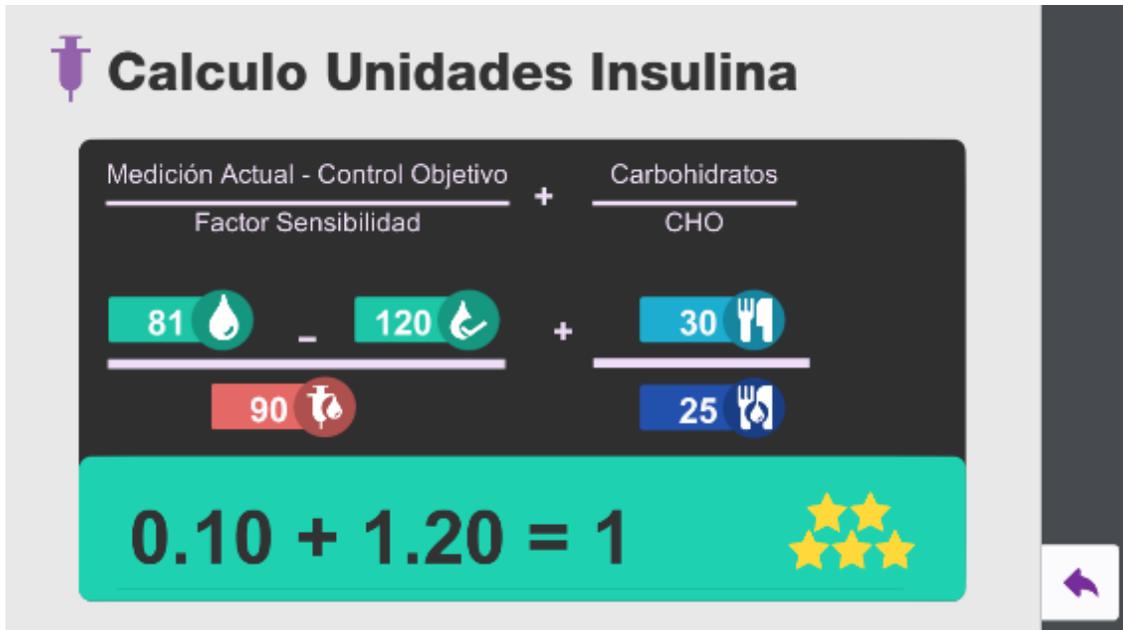


Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

3.1.5. **Pantalla de cálculo de unidades de insulina**

Dependiendo de si fueron seleccionados alimentos, se realizará el cálculo de las unidades de insulina tomando en consideración los hidratos de carbono de estos; por lo que existen dos versiones del cálculo de unidades de insulina.

Figura 11. Pantallas de cálculo de unidades de insulina

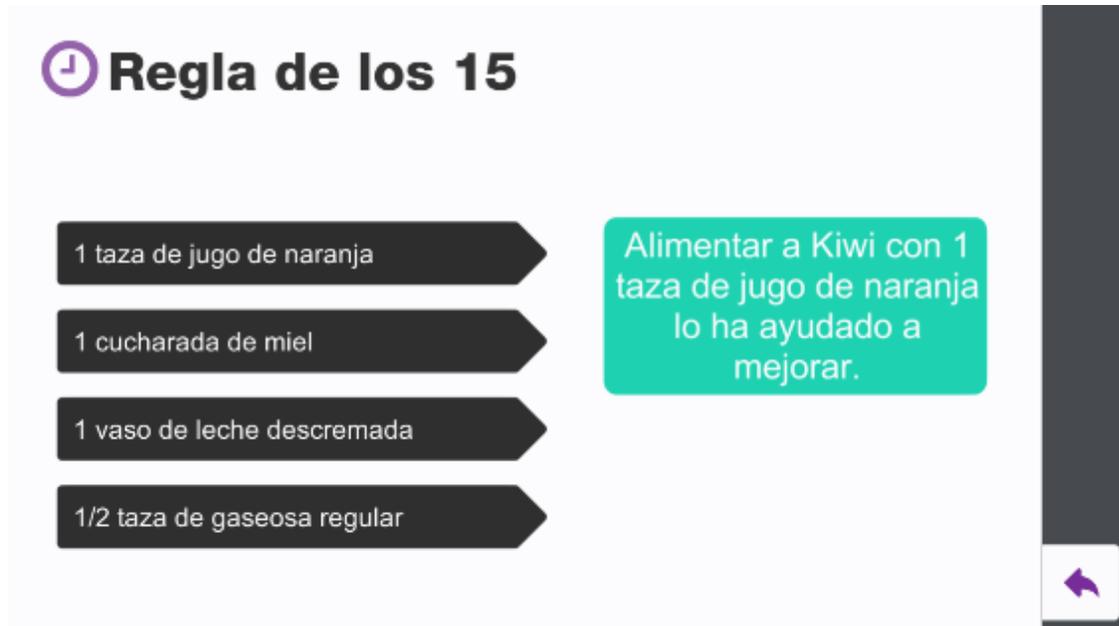


Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

3.1.6. Pantalla regla de los 15

Para la implementación de la regla de los 15 se utilizará la siguiente pantalla.

Figura 12. **Pantalla regla de los 15**



Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

3.1.7. **Pantalla de atención médica**

Para la implementación de la atención médica a la mascota se utilizará la siguiente pantalla.

Figura 13. **Pantalla de atención médica**



Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

3.1.8. **Pantallas de configuración**

Para la configuración de la aplicación se hará uso de las siguientes pantallas, estas permiten ajustar la configuración de la mascota.

Figura 14. Pantallas de configuración



Continuación figura 14.

Insulinoterapia

NPH + Rápida

Análogo de Acción Lenta + Análogo de Acción Rápida

 Horario(s)
06 00
18 00

Unid. Dosis Aplicacion
10

 Carbohidratos Recomendados
25

Unid. Dosis Aplicacion
1

Insulinoterapia

NPH + Rápida

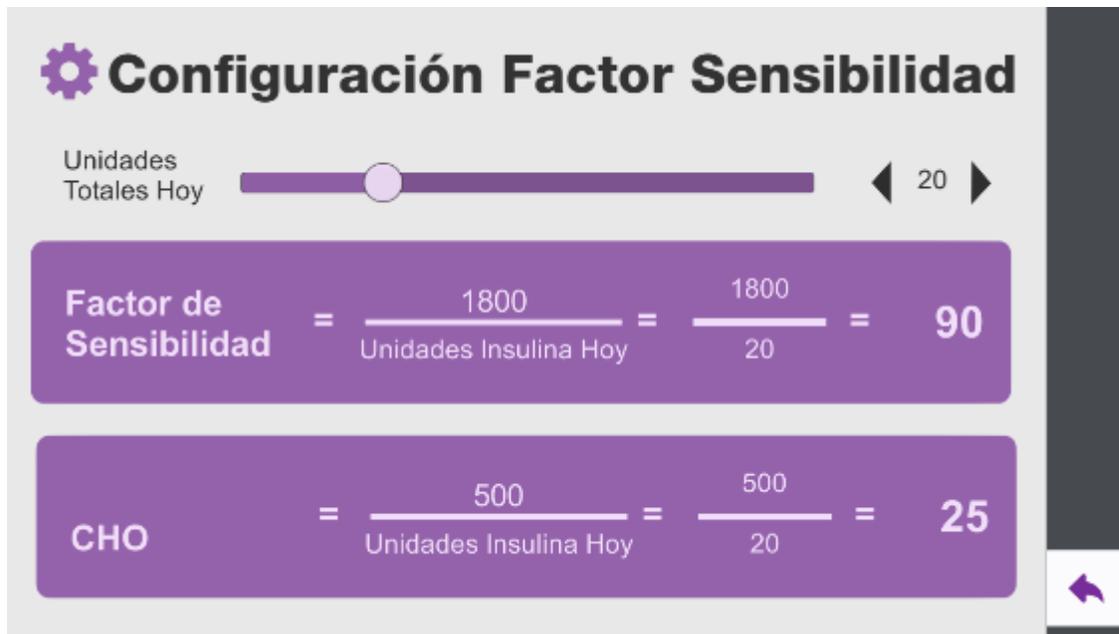
Análogo de Acción Lenta + Análogo de Acción Rápida

 Horario(s)
06 00

Unid. Dosis Aplicacion
10



Continuación figura 14.



Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

3.2. Validaciones

La aplicación tomará en consideración las siguientes validaciones:

- Es necesario ingresar una configuración inicial para la mascota, siendo esta el punto de partida para el cálculo del factor de sensibilidad a la insulina, horarios de alimentación, rangos de glucosa y otros.
- Dado que la intención de la aplicación es que los usuarios aprendan a proveer de los cuidados básicos de alimentación y cálculo de unidades de insulina, se crea un sistema de recompensas a fin de premiar el mantener niveles de glucosa adecuados y el cálculo de las unidades de insulina necesarias.

- Se dará títulos al usuario dependiendo de la acumulación de estrellas, que serán regaladas al usuario cuando proporcione cuidados a la mascota.

3.3. Diseño intuitivo y usabilidad

Toda aplicación móvil se enfrenta a los desafíos propios de esta plataforma, se ha identificado que la aplicación se enfrenta a lo siguiente:

- El tamaño de la pantalla puede limitar el área disponible para los elementos visuales.
- El lanzamiento constante de nuevas versiones del sistema operativo Android hace necesario que el desarrollo se realice en una versión diferente de la última lanzada, a fin de maximizar la capacidad de la aplicación para ser instalada en versiones anteriores.

La aplicación busca permitir al usuario el aprendizaje de los cuidados de alimentación y administración de dosis apropiadas de insulina a fin de mantener niveles apropiados de glucosa a lo largo del día, se considera que las plataformas móviles son la selección apropiada para el desarrollo de dicha aplicación, porque los dispositivos móviles permiten atender a la mascota de forma conveniente para el usuario, y obtener una retroalimentación sobre lo acertado de las decisiones relativas al cuidado de la mascota.

4. DOCUMENTACIÓN Y TUTORIAL DE PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN

4.1. Requisitos

Para el desarrollo de un juego para la plataforma Android se seleccionó un conjunto de herramientas especialmente orientadas al desarrollo de juegos, las cuales permiten que dichos juegos sean exportados a distintas plataformas, siendo una de estas Android.

4.1.1. Herramientas

Las herramientas utilizadas para el desarrollo del juego son descritas a continuación, en las secciones de Hardware y Software.

4.1.2. Hardware

Para la ejecución del entorno de desarrollo de Unity es necesario contar con hardware que cuente con las siguientes especificaciones como mínimo, porque requiere del sistema operativo Windows 7 SP1+:

- 1 gigahertz (GHz) o más para procesadores de 32-bit (x86) o 64-bit (x64)
- 1 gigabyte (GB) de RAM (32-bit) o 2 GB de RAM (64-bit)
- 16 GB disponibles de disco duro (32-bit) o 20 GB (64-bit)
- Dispositivo con gráficos DirectX 9 con driver WDDM 1.0 o mayor

Requisitos obtenidos de la página de Requisitos del Sistema Windows 7.

Para las pruebas del juego es necesario el uso de dispositivos físicos con el sistema operativo Android.

4.1.3. Software

Para el entorno de desarrollo se hizo uso del siguiente software:

- Unity Versión 5.5.2f Personal
- Android SDK
- Microsoft Visual Studio Community 2015
- Sistema Operativo Windows 7

4.2. Tutorial de desarrollo y referencias

Se describe a continuación cómo configurar el software para el desarrollo de la aplicación.

4.2.1. Unity 5.5.2f Personal

Para el desarrollo se seleccionó Unity como plataforma porque esta herramienta está diseñada para la creación de juegos, y ofrece soporte para exportar dichos juegos a la plataforma Android.

Figura 15. **Unity 5.5.2f**



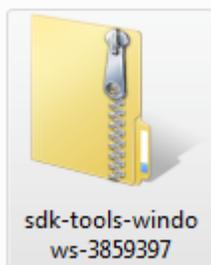
Fuente: elaboración propia, empleando el administrador de archivos Windows 10.

La instalación de dicha herramienta consiste en una serie de pantallas que guían al usuario, permitiéndole realizar una instalación relativamente sencilla.

4.2.2. Android SDK Tools

Para la exportación a la plataforma Android desde Unity es necesario contar con la instalación del Android SDK Tools; estas herramientas se pueden adquirir en el sitio de Desarrollo de Android de forma gratuita.

Figura 16. **Android SDK Tools**



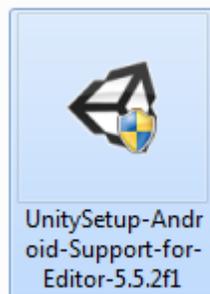
Fuente: elaboración propia, empleando administrador de archivos Windows 10.

Estas herramientas deben descomprimirse en un directorio del sistema.

4.2.3. Unity 5.5.2 Android Support

Para exportar de Unity a la plataforma Android es necesario instalar un componente adicional que proporciona dicho soporte. Este también está disponible desde el sitio de Unity.

Figura 17. **Unity 5.5.2 Android Support**

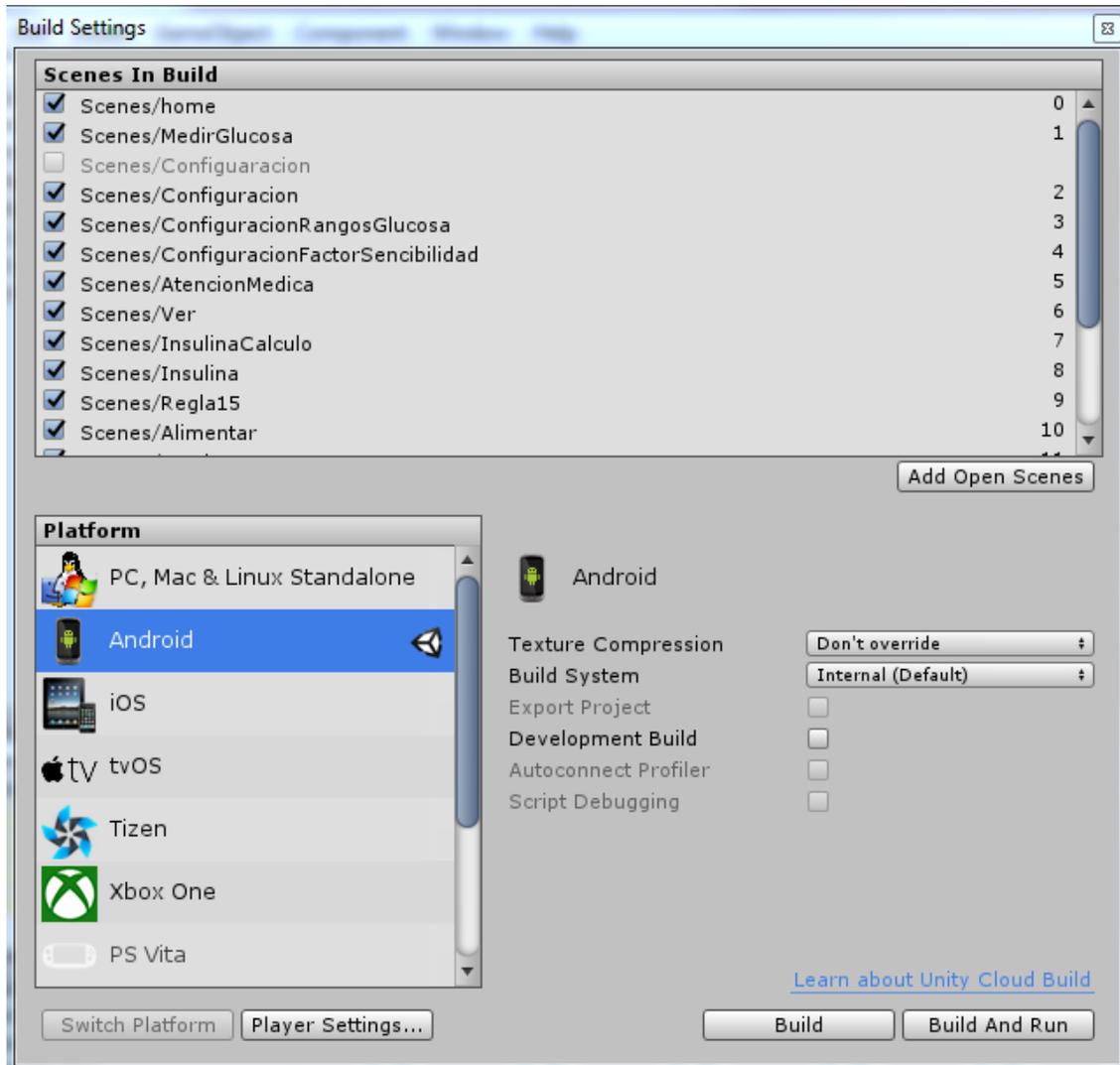


Fuente: elaboración propia, empleando administrador de archivos Windows 10.

4.2.4. Configuración de plataforma Android en Unity

Para configurar la plataforma objetivo para el ejecutable es necesario ir a la opción File >Build Settings y cambiar la plataforma a Android.

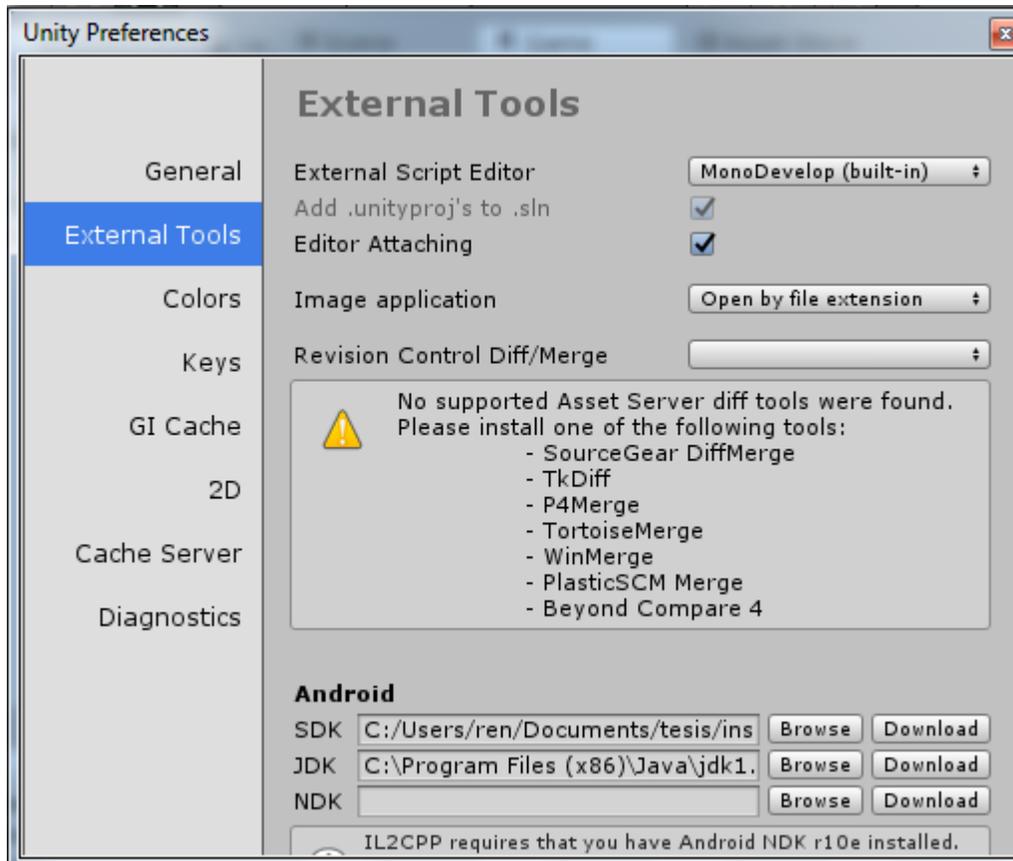
Figura 18. Cambio de plataforma objetivo en Unity



Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

Es necesario indicar la ubicación del Android SDK en el sistema en la opción Edit>Preferences>External Tools.

Figura 19. Configuración de Android SDK Tools en Unity



Fuente: elaboración propia, empleando Unity.

4.3. Diagramas de flujo del comportamiento de la aplicación

Los diagramas de flujo pueden ser utilizados para la representación del comportamiento de un programa, a continuación se presentaran los diagramas de flujo que representan las dos rutinas que modelan el comportamiento de la aplicación.

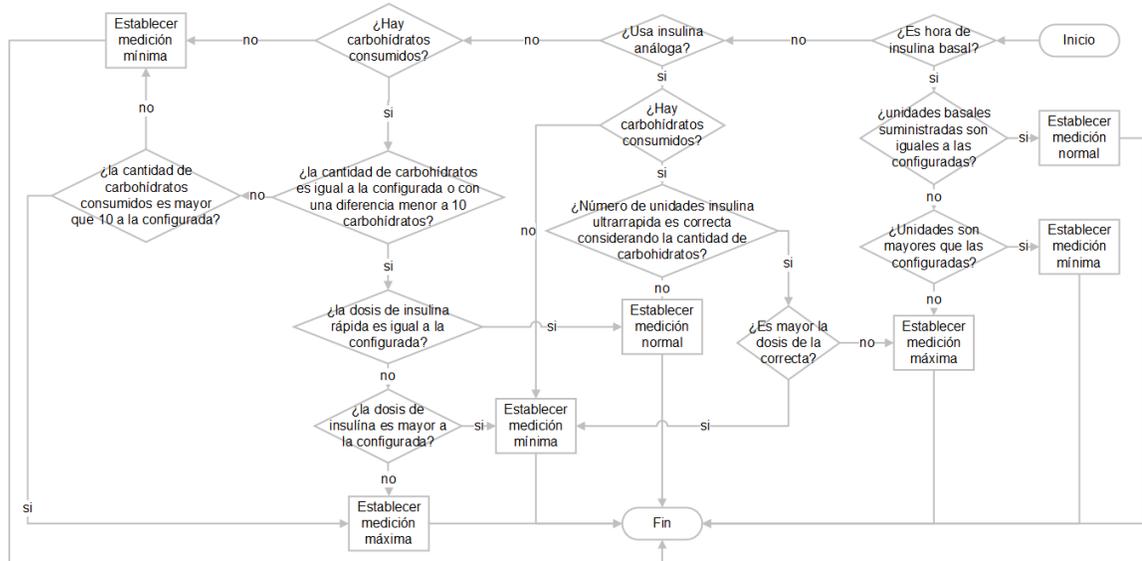
4.3.1. Diagrama de flujo de los niveles de glucosa

Se presenta en la siguiente imagen el diagrama de flujo que muestra el comportamiento de los niveles de glucosa de la mascota virtual, dependiendo de distintas condiciones.

4.3.2. Diagrama de flujo de validación de la dosis de insulina

Se presenta en la siguiente imagen el diagrama de flujo que muestra cómo se valida si la dosis de insulina suministrada es la correcta, y como esta afecta los niveles de glucosa de la mascota virtual.

Figura 21. Diagrama de flujo de los niveles de glucosa



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

5. VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN

5.1. Método de validación de la aplicación

A fin de validar el funcionamiento de la aplicación y la aceptabilidad del concepto, se recurrió al apoyo de profesionales en área de la alimentación con especialidad en pacientes con diabetes tipo 1, niños con diabetes tipo 1, padres y cuidadores de niños con diabetes tipo 1; dichas personas evaluaron la aplicación y luego llenaron una encuesta donde expresaron su opinión al respecto.

La boleta hizo uso de la escala Likert para evaluar la percepción de los usuarios de la aplicación de forma objetiva y medir su nivel de aceptación. Dicha boleta de validación fue llenada por cuarenta y siete personas, entre las que se cuentan: profesionales de la salud especializados en diabetes tipo 1, niños, padres y cuidadores de niños con diabetes tipo 1.

Considerando el Teorema del Límite Central citado por el autor J. L. Devore en el libro “Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias” en su séptima edición (página 217), se puede establecer que una muestra mayor a treinta personas es suficiente para sacar conclusiones sobre la población; las cuarenta y siete personas que evaluaron la aplicación constituyen un tamaño de muestra significativo, y permite realizar interpretaciones a partir de dicha muestra.

5.2. Resultados e interpretación

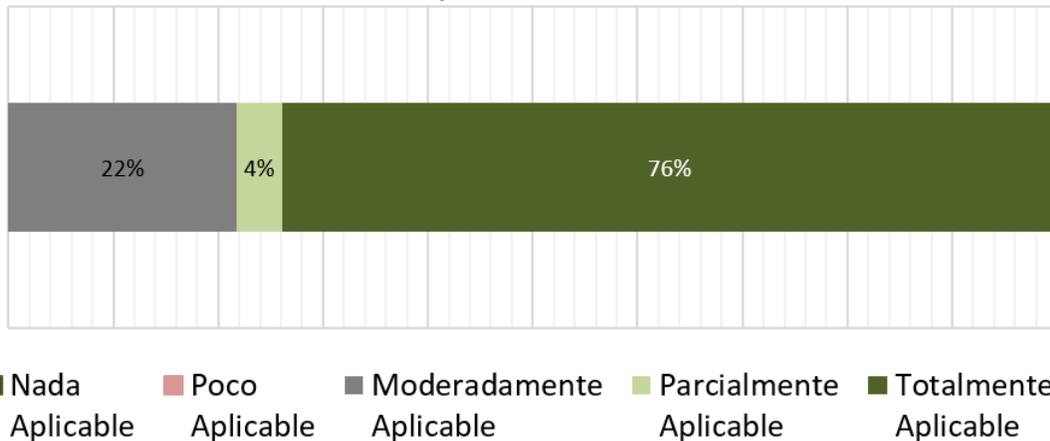
Se presentan los resultados de la encuesta recopilados con la boleta de validación y la interpretación de los mismos.

5.2.1. Aplicabilidad y utilidad de la aplicación

Según las respuestas proporcionadas por los profesionales de la salud de la pregunta 1, la idea principal de la aplicación, el 73 % de ellos opina que es “Totalmente Aplicable”; el 4 % indica que la aplicación es “Parcialmente Aplicable”, el 21 % indica que es “Moderadamente Aplicable” y el 2 % no contestó la pregunta. Dicho resultado se muestra de forma gráfica en la siguiente figura; vale la pena resaltar que ninguno de los encuestados consideró la idea principal de la aplicación “Nada Aplicable” o “Poco Aplicable”, lo que indica que la aplicación es percibida como “Aplicable”.

Figura 22. **Gráfica que representa la evaluación de la aplicabilidad de la idea principal de la aplicación**

¿Qué tan aplicable considera usted la idea principal de la aplicación?

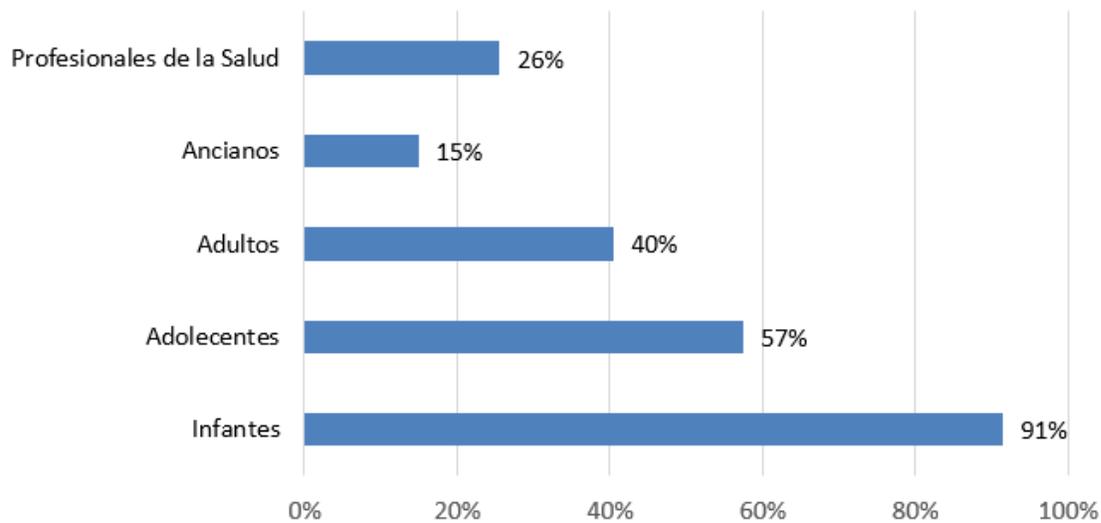


Fuente: elaboración propia.

Las respuestas a la pregunta 4 de la boleta de validación permite entender quienes podrían hacer uso de la aplicación; según se puede apreciar en la siguiente imagen, el 91 % cree que los infantes pueden hacer uso de la aplicación, el 57 % cree que los adolescentes, 40 % que los adultos podrían usar la aplicación, el 15 % cree que los ancianos, y el 26 % considera que los profesionales de la salud podrían hacer uso de la aplicación.

Figura 23. **Resultados de la pregunta 4 de la boleta de evaluación**

En su opinión, ¿A quién va dirigida dicha aplicación educativa? (Seleccione las respuestas que apliquen)

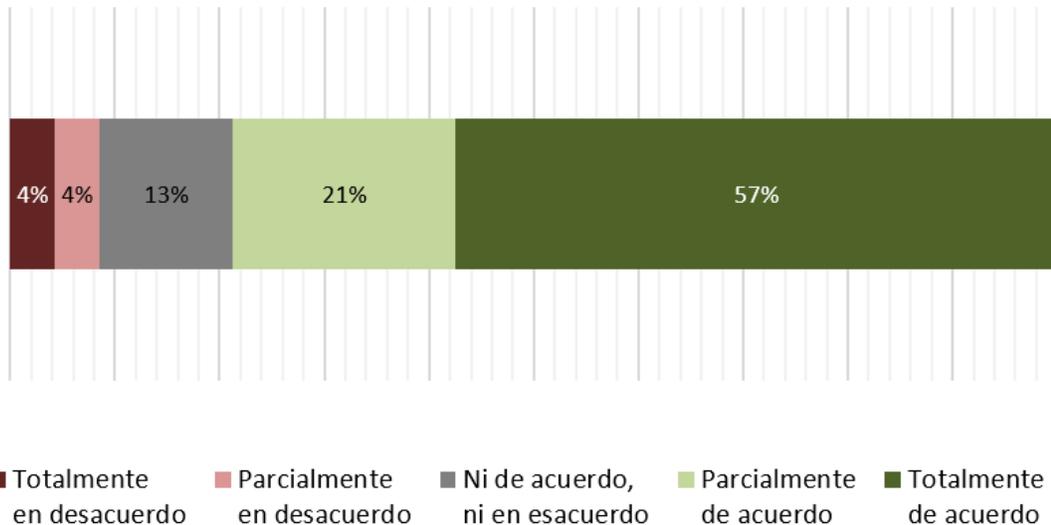


Fuente: elaboración propia.

El 57 % de los profesionales está totalmente de acuerdo en que la aplicación toma en consideración las necesidades del paciente guatemalteco con diabetes tipo 1, el 21 % está parcialmente de acuerdo, el 13 % no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 4 % está parcialmente en desacuerdo y el 4 % está totalmente en desacuerdo; en la siguiente gráfica se puede apreciar estos resultados, producto de las respuestas a la pregunta 5 de la boleta de validación. Se puede concluir que la mayoría de las personas entrevistadas creen que la aplicación considera las necesidades del paciente guatemalteco con diabetes tipo 1.

Figura 24. **Resultados de la pregunta 5 de la boleta de evaluación**

¿Considera que dicha aplicación toma en consideración las necesidades del paciente guatemalteco con diabetes tipo 1?

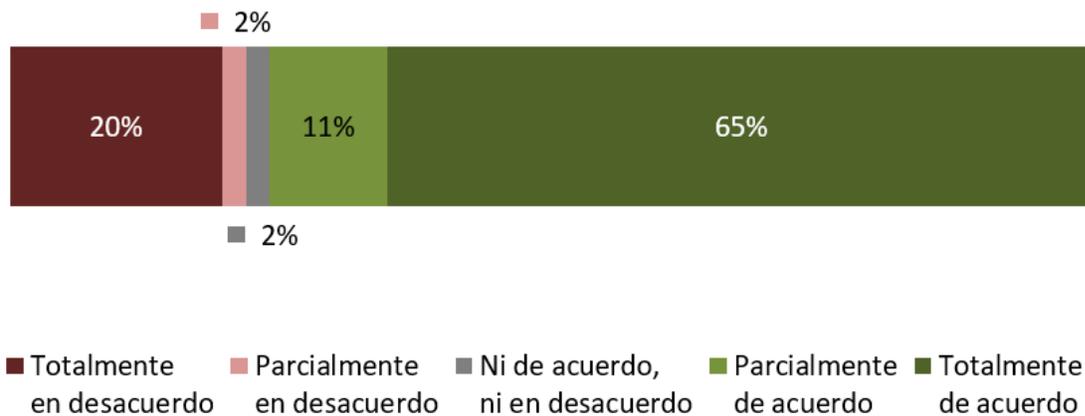


Fuente: elaboración propia.

Un aspecto importante de la aplicación es enseñar a contar carbohidratos a los usuarios, por ese motivo se consultó a los profesionales de la salud sobre dicho alimento, en la pregunta 7 de la boleta de validación; el 65 % está en total de acuerdo en que la aplicación ayudará al paciente con diabetes tipo 1 a contar carbohidratos, el 11 % está parcialmente de acuerdo con dicha afirmación, 2 % no está de acuerdo, ni en desacuerdo, el 2 % está parcialmente en desacuerdo y el 20 % está en total desacuerdo; la siguiente figura muestra la representación gráfica de dichos resultados. Se puede concluir en dicha gráfica que más de la mitad cree que la aplicación ayudará a los pacientes con diabetes tipo 1 a aprender métodos de conteo de carbohidratos.

Figura 25. Resultados de la pregunta 9 de la boleta de evaluación

¿Cree que la aplicación ayudará al paciente con diabetes tipo 1 a aprender métodos de conteo de carbohidratos?

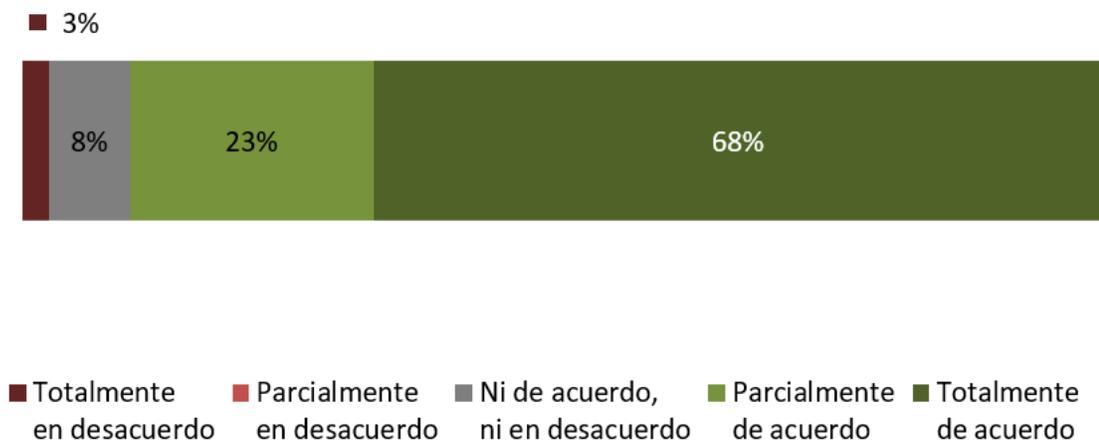


Fuente: elaboración propia.

El otro aspecto crítico de la aplicación es si esta permite a los usuarios aprender a calcular una dosis de insulina para los pacientes con diabetes tipo 1, la pregunta número 11 de la boleta de validación realiza esta consulta de forma directa. Las respuestas a dicha pregunta permiten concluir que el 68 % está totalmente de acuerdo en que la aplicación ayuda al paciente con diabetes tipo 1 a aprender a calcular la dosis de insulina, el 26 % está parcialmente de acuerdo, el 8 % no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo y el 3 % está totalmente en desacuerdo. En la siguiente imagen se muestran los resultados de forma gráfica, donde es posible apreciar que solo el 3 % está en desacuerdo con que la aplicación permite aprender al paciente con diabetes tipo 1 a calcular la dosis de insulina.

Figura 26. **Resultados de la pregunta 11 de la boleta de evaluación**

¿Cree que la aplicación ayudará al paciente con diabetes tipo 1 a aprender como calcular las dosis de insulina?



Fuente: elaboración propia.

Se consultó de forma directa a los profesionales de la salud sobre la utilidad de la aplicación en la pregunta 9 de la boleta de validación, lo que permite concluir que el 17 % califica a la aplicación como indispensable, el 41 % como muy útil y el 41 % útil, se presenta de forma gráfica a continuación las respuestas a la pregunta 9. Cabe resaltar que nadie utilizó los términos “poco útil” o “inútil” para calificar la aplicación; de dicho resultado se puede concluir que la totalidad de las personas encontró utilidad en dicha aplicación.

Figura 27. **Resultados de la pregunta 9 de la boleta de evaluación**

¿Como calificaría dicha aplicación?



■ Inútil ■ Poco útil ■ Útil ■ Muy útil ■ Indispensable

Fuente: elaboración propia.

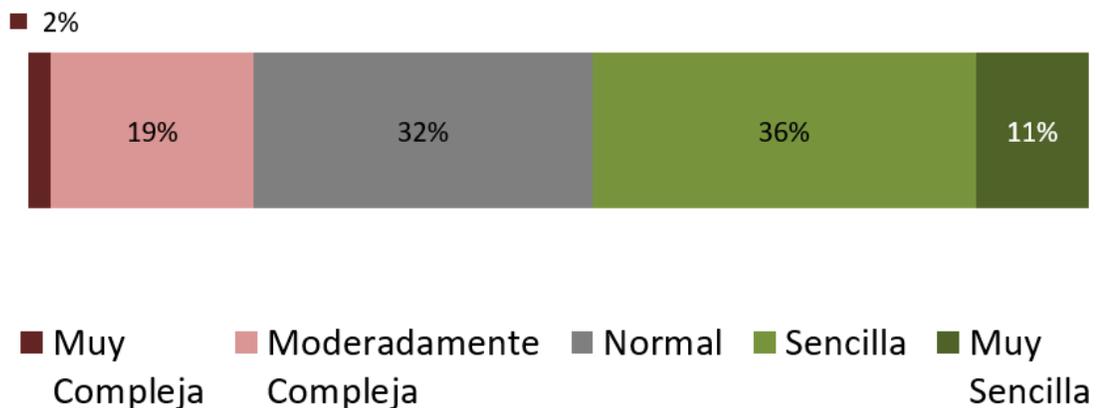
5.2.2. Experiencia de usuario

De acuerdo a las respuestas a la pregunta 2 sobre la sencillez en el uso de la aplicación, el 11 % cree que la aplicación es muy sencilla, el 36 % cree que la aplicación es sencilla, el 32 % considera que es normal, el 19 % considera que es moderadamente complicada y el 2 % que la aplicación es muy complicada.

La siguiente figura muestra el resultado del gráfico a dichos porcentajes; cabe resaltar que solo el 21% de las personas considera la aplicación complicada.

Figura 28. **Respuestas a la pregunta 2 de la boleta de evaluación, sobre la sencillez o dificultad de la aplicación**

En lo particular esta aplicación educativa le pareció:

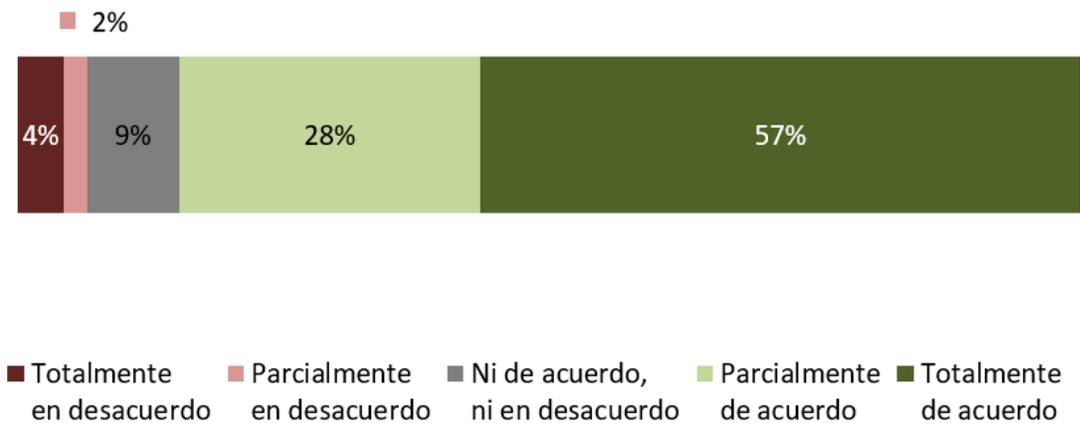


Fuente: elaboración propia.

Para el conteo de los carbohidratos se implementa el método “Zimbabwe” para enseñar cómo contar carbohidratos, por lo que se consulta a los profesionales de la salud en la boleta de validación (pregunta 8), si dicho método es entendible para el conteo de carbohidratos de un tiempo de comida, el 51 % está totalmente de acuerdo que es entendible, el 28 % está parcialmente de acuerdo con que dicho método es entendible, el 9 % no está de acuerdo ni en desacuerdo, el 2 % está parcialmente en desacuerdo y el 4 % está totalmente en desacuerdo. Se ilustra en la siguiente imagen los resultados, donde se puede apreciar que la gran mayoría considera el método utilizado para el conteo de carbohidratos entendible.

Figura 29. **Respuestas a la pregunta 8 de la boleta de evaluación**

La aplicación utiliza el método para conteo de carbohidratos "Zimbabwe", ¿Considera que las porciones con dicho método son entendibles al momento de contar los carbohidratos en un tiempo de comida?

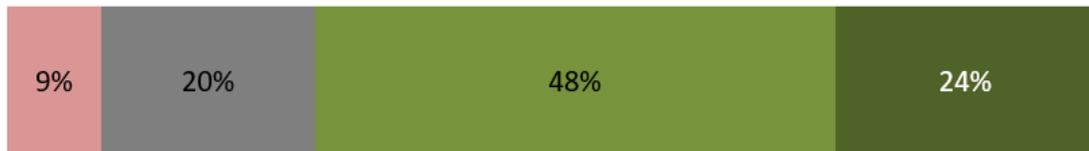


Fuente: elaboración propia.

Se consultó de forma directa a los profesionales de la salud sobre facilidad de uso de la aplicación en la pregunta 10 de la boleta de validación, de lo cual se puede concluir que el 29 % calificara a la aplicación como totalmente intuitiva, el 48 % como intuitiva, el 20 % moderadamente intuitiva y el 9 % como complicada; se representa en la siguiente gráfica dichos resultados y se puede concluir que la gran mayoría considera la aplicación intuitiva.

Figura 30. **Respuestas a la pregunta 10 de la boleta de evaluación**

¿Como calificaría la facilidad de uso de la aplicación?



■ Muy Complicada ■ Complicada ■ Moderadamente Intuitiva ■ Intuitiva ■ Totalmente Intuitiva

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con base en los resultados recopilados se concluye que la mayoría de los profesionales de la salud, niños con diabetes tipo 1, padres y cuidadores están de acuerdo en que la aplicación ayuda a los pacientes con diabetes tipo 1 a aprender métodos de conteo de carbohidratos.
2. Consultando los resultados del proceso de validación de la aplicación, se puede concluir que la gran mayoría de los profesionales de la salud, niños con diabetes tipo 1, padres y cuidadores de los mismos están de acuerdo en que la aplicación ayuda a los pacientes con diabetes tipo 1 a calcular la dosis de insulina adecuada.
3. A través de una encuesta realizada a profesionales del área de la salud, niños con diabetes tipo 1, padres y cuidadores de estos, se puede concluir que la mayoría considera que la idea principal de la aplicación es aplicable, porque considera las necesidades del paciente guatemalteco con diabetes tipo 1 y la totalidad considera que la aplicación es intuitiva y está dirigida a los infantes con diabetes tipo 1. Se puede decir de forma contundente que la aplicación es útil, está diseñada considerando las necesidades del paciente, esta dirigida a niños y es intuitiva, todo se traduce en una experiencia de usuario adecuada, que permite cumplir los objetivos bajo los cuales fue concebida.

RECOMENDACIONES

1. La creación de una versión para teléfonos móviles que no sean Android, permitiría el uso de la aplicación por parte de personas que no cuentan con un dispositivo Android.
2. Unity permite la creación de aplicaciones que pueden exportarse a distintas plataformas, lo que permite crear una única vez una aplicación, en lugar de crear una aplicación diferente para cada plataforma; lo cual requiere tener a disposición del desarrollador distintos dispositivos para realizar pruebas funcionales.
3. La creación de aplicaciones con un objetivo particular, en especial cuando es para apoyo de una causa social, que permite retribuir a la sociedad guatemalteca por los beneficios que se reciben como estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA

1. DEVORE, Jay L. *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Asociación. Estados Unidos: CENGAGE Learning, 2008. 217 p.
2. GARTNER. *Gartner Says Five of Top 10 Worldwide Mobile Phone Vendors Increased Sales in Second Quarter of 2016*. Gartner. [en línea]. <<https://www.gartner.com/newsroom/id/3415117>>. [Consulta: agosto 2018].
3. PETTITT D., TALTON J., DABELEA D., DIVERS J., IMPERATORE G., LAWRENCE J., LIESE A., LINDER B., MAYER-DAVIS E., PIHOKER C., SAYDAH S., STANDIFORD D., HAMMAN R. *Prevalence of Diabetes in U.S. Youth in 2009: The SEARCH for Diabetes in Youth Study*. The National Center for Biotechnology Information, Diabetes Care. [en línea]. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3898760/>>. [Consulta: agosto de 2018].
4. LARSEN K. R., EARGLE D. *Technology Acceptance Model*. Theories used in IS research wiki. [en línea]. <https://is.theorizeit.org/wiki/Technology_acceptance_model>. [Consulta: agosto de 2018].

APÉNDICES

A continuación se muestra la boleta de validación utilizada para la recopilación de información relativa a la aceptabilidad y utilidad percibida por los profesionales de salud especializados en diabetes tipo 1, niños con diabetes tipo 1, padres y cuidadores de niños con diabetes tipo 1.

Apéndice 1. **Encabezado e instrucciones de boleta de validación**

Boleta de validación

A continuación se le presenta un cuestionario que busca capturar su opinión sobre la aplicación móvil "Sugar" para facilitar el aprendizaje de los niños sobre los cuidados de la Diabetes Tipo 1, debe de contestar las siguientes preguntas.

Nombre: _____

Profesión: _____

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Preguntas 1, 2 y 3 de boleta de validación

1. ¿Qué tan aplicable considera usted la idea principal de la aplicación?

- Nada Aplicable Poco Aplicable Moderadamente Aplicable
 Parcialmente Aplicable Totalmente Aplicable

2. En lo particular esta aplicación educativa le pareció:

- Muy Sencilla Sencilla Normal
 Moderadamente Compleja Muy Compleja

3. ¿Opina usted que la aplicación considera el contexto guatemalteco? (la aplicación no incluye alimentos típicos guatemaltecos como: tamales, chuchitos, etc.; sin embargo sí incluye alimentos comunes como: huevos, tortillas, etc.)

- Totalmente en desacuerdo Parcialmente en desacuerdo Ni de acuerdo, ni en
 Parcialmente de acuerdo Totalmente de acuerdo desacuerdo

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Preguntas 4, 5 y 6 de boleta de validación

4. En su opinión, ¿A quién va dirigida dicha aplicación educativa? (Seleccione las respuestas que apliquen)

- Infantes Adolescentes Adultos
 Ancianos Profesionales de la Salud

5. ¿Considera que dicha aplicación toma en consideración las necesidades del paciente guatemalteco con diabetes tipo 1?

- Totalmente en desacuerdo Parcialmente en desacuerdo Ni de acuerdo, ni en
 Parcialmente de acuerdo Totalmente de acuerdo desacuerdo

6. ¿Considera que el hecho de que no se incluyan los alimentos del contexto guatemalteco podría causar inconveniente a los pacientes guatemaltecos con diabetes tipo 1? (la aplicación no incluye alimentos típicos tales como: tamales, pepian, chuchitos, etc.).

- Totalmente en desacuerdo Parcialmente en desacuerdo Ni de acuerdo, ni en
 Parcialmente de acuerdo Totalmente de acuerdo desacuerdo

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Preguntas 7, 8 y 9 de boleta de validación

7. ¿Cree que la aplicación ayudara al paciente con diabetes tipo 1 a aprender métodos de conteo de carbohidratos?

- Totalmente en desacuerdo Parcialmente en desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 Parcialmente de acuerdo Totalmente de acuerdo

8. La aplicación utiliza el método para conteo de carbohidratos "Zimbabwe", ¿Considera que las porciones con dicho método son entendibles al momento de contar los carbohidratos en un tiempo de comida?

- Totalmente en desacuerdo Parcialmente en desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 Parcialmente de acuerdo Totalmente de acuerdo

9. ¿Como calificaría dicha aplicación?

- Inútil Poco Útil Útil
 Muy Útil Indispensable

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Preguntas 10 y 11 de boleta de validación

10. ¿Cómo calificaría la facilidad de uso de la aplicación?

- Muy Complicada Complicada Moderadamente Intuitiva
 Intuitiva Totalmente Intuitiva

11. ¿Cree que la aplicación ayudara al paciente con diabetes tipo 1 a aprender como calcular las dosis de insulina?

- Totalmente en desacuerdo Parcialmente en desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 Parcialmente de acuerdo Totalmente de acuerdo

Fuente: elaboración propia.

