



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño



**Sistema informativo nutricional móvil usando realidad aumentada
para apoyar a la prevención de la obesidad en niños de 8 y 9 años**

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRO EN INGENIERÍA

Presenta

Oseas Neftali Gómez Soto

Ensenada B. C. México, Noviembre de 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
UNIDAD ENSEÑADA**



**Sistema informativo nutricional móvil usando realidad aumentada
para apoyar a la prevención de la obesidad en niños de 8 y 9 años**

TESIS

Que para obtener el grado de maestría en ingeniería presenta:

Oseas Neftali Gómez Soto

Aprobada por:

Dra. Mabel Vázquez Briseño
Directora de tesis

Dr. Juan Iván Nieto Hipólito
Miembro del comité

Dr. Juan de Dios Sánchez López
Miembro del comité

M.C. Sergio Omar Infante Prieto
Miembro del comité

Ensenada Baja California, México. Noviembre de 2016



**ASUNTO: Voto aprobatorio sobre trabajo
De tesis de grado de Maestro en ingeniería**

Dr. Miguel Enrique Martínez Rosas
Coordinador de Posgrado
Facultad de Ingeniería-Ensenada
P R E S E N T E

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por el C. Oseas Nefthali Gómez Soto para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de Maestro en Ingeniería, me permito comunicarle que he dado mi voto aprobatorio, sobre el trabajo titulado:

"Sistema informativo nutricional móvil usando realidad aumentada para apoyar a la prevención de la obesidad en niños de 8 y 9 años"

Esperando reciba la presente de conformidad, quedo de Usted.

Ensenada, B.C. a día 28 del mes de Octubre del 2016

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "MVB" o similar, sobre una línea horizontal.

Dra. Mabel Vázquez Briseño

c.c.p expediente



**ASUNTO: Voto aprobatorio sobre trabajo
De tesis de grado de Maestro en ingeniería**

Dr. Miguel Enrique Martínez Rosas
Coordinador de Posgrado
Facultad de Ingeniería-Ensenada
P R E S E N T E

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por el C. Oseas Neftali Gómez Soto para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de Maestro en Ingeniería, me permito comunicarle que he dado mi voto aprobatorio, sobre el trabajo titulado:

“Sistema informativo nutricional móvil usando realidad aumentada para apoyar a la prevención de la obesidad en niños de 8 y 9 años”

Esperando reciba la presente de conformidad, quedo de Usted.

Ensenada, B.C. a día 28 del mes de Octubre del 2016

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser "J. Nieto", sobre una línea horizontal.

Dr. Juan Iván Nieto Hipólito

c.c.p expediente



**ASUNTO: Voto aprobatorio sobre trabajo
De tesis de grado de Maestro en ingeniería**

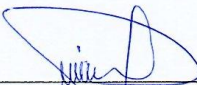
Dr. Miguel Enrique Martínez Rosas
Coordinador de Posgrado
Facultad de Ingeniería-Ensenada
P R E S E N T E

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por el C. Oseas Neftali Gómez Soto para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de Maestro en Ingeniería, me permito comunicarle que he dado mi voto aprobatorio, sobre el trabajo titulado:

“Sistema informativo nutricional móvil usando realidad aumentada para apoyar a la prevención de la obesidad en niños de 8 y 9 años”

Esperando reciba la presente de conformidad, quedo de Usted.

Ensenada, B.C. a día 28 del mes de Octubre del 2016



Dr. Juan de Dios Sánchez López

c.c.p expediente



**ASUNTO: Voto aprobatorio sobre trabajo
De tesis de grado de Maestro en ingeniería**

Dr. Miguel Enrique Martínez Rosas
Coordinador de Posgrado
Facultad de Ingeniería-Ensenada
P R E S E N T E

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo de tesis presentado por el C. Oseas Neftali Gómez Soto para poder presentar la defensa de su examen y obtener el grado de Maestro en Ingeniería, me permito comunicarle que he dado mi voto aprobatorio, sobre el trabajo titulado:

“Sistema informativo nutricional móvil usando realidad aumentada para apoyar a la prevención de la obesidad en niños de 8 y 9 años”

Esperando reciba la presente de conformidad, quedo de Usted.

Ensenada, B.C. a día 28 del mes de Octubre del 2016

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser "Sergio Omar Infante Prieto", escrita sobre una línea horizontal.

M.C. Sergio Omar Infante Prieto

c.c.p expediente

Dedicatoria

A mi familia por todo el apoyo que siempre me han dado.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme tener éste logro.

A mi directora de tesis, la Dra. Mabel Vázquez Briseño, por todo el apoyo que me brindó, tiempo dedicado, orientación y paciencia que tuvo para conmigo durante toda la maestría.

A los miembros de mi comité, Dr. Juan Iván Nieto Hipólito, Dr. Juan de Dios Sánchez López y al M.C. Sergio Omar Infante Prieto, por el tiempo dedicado, las observaciones y comentarios que hicieron durante el desarrollo de ésta tesis para la mejora de la misma.

Al Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo (IIDE) y a la Unidad de Evaluación Educativa (UEE), en especial a Julio, Joaquín y Juan Carlos, por todo el apoyo que me brindaron.

A la Nutrióloga Katia por todo el apoyo brindado, el tiempo dedicado y las asesorías que me dio.

A todas las personas que tuvieron a bien participar en este trabajo de investigación.

A mis compañeros del posgrado, gracias por su amistad y momentos de estudio.

A los maestros del MyDCI, quienes apoyaron a mi formación.

A mi familia y amigos, por su apoyo.

Resumen

Uno de los problemas más severos de salud que existe en México es la obesidad, este está presente tanto en la población adulta como en la infantil. Entre las principales causas de la obesidad se encuentran el sedentarismo y el consumo excesivo de alimentos con altos niveles calóricos (conocidos popularmente como alimentos chatarra). Uno de los principales factores que contribuyen a esta última causa es el desconocer o no entender la información nutrimental de los alimentos, principalmente en la población infantil.

Atendiendo la problemática antes descrita se han desarrollado herramientas que permiten al usuario conocer la información nutrimental de los alimentos; sin embargo, estas herramientas no están diseñadas para ser usadas por la población infantil. Tomando en cuenta lo anterior se detectó la oportunidad de desarrollar una herramienta que atienda esta falta. En este trabajo de tesis se presenta el trabajo de investigación que se realizó sobre la elaboración de un sistema que ayude a la población infantil a conocer y entender la información nutrimental de los alimentos preenvasados a través de dispositivos móviles utilizando Realidad Aumentada (RA).

Contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Indice de Figuras.....	vii
Indice de Tablas	ix
1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Propuesta	3
1.3. Objetivo general	4
1.4. Objetivos específicos.....	4
1.5. Preguntas de investigación	5
1.6. Metodología	5
1.7. Organización	7
2. Justificación	8
3. Marco teórico	11
3.1. Inicios y aplicación de la Realidad Aumentada	11
3.2. Funcionamiento e implementación de la Realidad Aumentada en dispositivos	12
3.3. Beneficios al utilizar realidad aumentada	14

3.4.	Resumen	15
4.	Estado del arte	16
4.1.	Panorámica general de trabajos que utilizan RA en la salud	17
4.2.	Trabajos encontrados que utilizan RA para mostrar información nutrimental de alimentos.	23
4.3.	Discusiones de los trabajos encontrados	25
4.4.	Resumen	27
5.	Evaluación de Plataformas de realidad aumentada.....	28
5.1.	Búsqueda, evaluación y selección de plataforma de realidad aumentada.....	28
5.2.	Resumen	35
6.	Diseño y desarrollo del sistema	35
6.1.	Técnicas de análisis de requerimientos	36
6.2.	Metodología de diseño	39
6.3.	Diseño y desarrollo del sistema.....	40
6.3.1.	Reclutamiento de los stakeholders.....	41
6.3.2.	Sesiones de diseño	42
6.3.3.	Programación y definición de funciones de primera versión del sistema.....	46
6.3.4.	Mejoras en segunda versión del sistema	50
6.3.5.	Programación y definición de funciones de segunda versión del sistema	51
6.4.	Diagramas UML.....	64

6.5.	Resumen	72
7.	Evaluación.....	73
7.1.	Primer prototipo	73
7.2.	Resultados de primer prototipo	75
7.3.	Segundo prototipo	76
7.4.	Definición y adaptación de instrumento a utilizar	76
7.5.	Pilotaje del instrumento.....	78
7.6.	Pruebas del segundo prototipo y aplicación del instrumento.	79
7.7.	Resultados	80
7.8.	Recomendaciones o implicaciones de diseño para futuros desarrollos de sistemas de realidad aumentada orientados a niños.....	81
7.9.	Resumen	82
8.	Conclusiones y trabajo futuro	83
9.	Anexos	85
9.1.	Anexo 1: Diagrama de casos de uso y tablas de descripciones de estos del actor niño.	85
9.2.	Anexo 2: Diagrama de casos de uso y tablas de descripciones de estos del actor padre.	85
	92	
10.	Glosario.....	97
11.	Referencias.....	98

Indice de Figuras

1. Resultados de ENSANUT (ENSANUT, 2012)	1
2. Metodología de desarrollo	7
3. Componentes de RA (Imagen adaptada de Daponte, De Vito, Picariello, y Riccio, 2014)	12
4. RA a través de diferentes dispositivos	14
5. Mapa general del estado del arte	18
6. Juego para rehabilitación de deltoides y bíceps (Aung y Al-Jumaily, 2012)	20
7. Juegos para rehabilitación de tobillo (Garcia y Navarro, 2014)	21
8. Sistema para controlar la ingesta de alimentos (Narumi et al., 2012)	22
9. Sistema Calory Battle AR (Kim et al., 2014)	22
10. Sistemas para mostrar información nutrimental	25
11. Pruebas de Vuforia.....	31
12. Pruebas de Wikitude	32
13. Marcadores utilizados con NyARToolkit	32
14. Detección de marcadores	33
15. Principales encabezados de diagrama de afinidad	41
16. Sketches creados en la sesión de Visioning	43
17. Prototipo de sketch.....	45
18. Pantallas principales de prototipo de baja fidelidad.....	45
19. Diagrama del sistema	46
20. Pantalla de configuración de primer prototipo de alta fidelidad	47
21. Pantalla de RA de primer prototipo de alta fidelidad.....	47

22. Nomenclatura de la norma NOM-051-SCFI/SSA1-2010.....	48
23. Ejemplo de interfaz al identificar un alimento.....	59
24. Mensajes de equivalencias.....	60
25. Pantalla de Login	61
26. Pantalla de explicación de la aplicación	61
27. Pantalla del Menú	62
28. Sección Perfil	62
29. Sección Historial.....	63
30. Sección Glotonario.....	63
31. Pantalla principal de aplicación para el padre.....	64
32. Diagrama de paquetes del sistema	65
33. Diagrama de clases de paquete modelo y chatarrometroWebService	67
34. Diagrama de clases de paquete conexiónBD y control.....	68
35. Diagrama de clases de paquete pojo, sqlite, apiRetrofit y layout	69
36. Diagrama de clases de paquete uiActivity	70
37. Diagrama de clases de paquete pojo, sqlite, apiRetrofit y layout	71
38. Diagrama de clases de paquete uiActivity	72
39. Resultados de primer prototipo	75
40. Primer propuesta	77
41. Segunda propuesta	77
42. Tercer propuesta.....	77
43. Pruebas piloto de cuestionario SUS	79
44. Pruebas finales	80
45. Resultados de segundo prototipo	81

46. Casos de uso del actor niño.....	85
47. Casos de uso del actor padre	92

Indice de Tablas

1. Cadenas de búsqueda.	17
2. Frecuencias de trabajos utilizados considerando el dispositivo y su área de aplicación. .	19
3. Trabajos que manejan información nutrimental a través de RA.....	23
4. Resultados de evaluación de plataformas.	34
5. Técnicas de análisis de requerimientos.	37
6. BMR para niños de tres a diez años.....	53
7. Valores de nivel de actividad física.	53
8. Escala para la clasificación de los nutrientes.....	56
9. Mensajes para cada <i>emoji</i>	58
10. Imagen para productos saludables y no saludables.....	58
11. Mensajes de equivalencias.....	60
12. Descripción de caso de uso iniciar sesión.....	85
13. Descripción de caso de uso cerrar sesión.....	86
14. Descripción de caso de uso crear cuenta.....	86
15. Descripción de caso de uso modificar perfil.....	87
16. Descripción de caso de uso registrar consumo.	88
17. Descripción de caso de uso consultar información nutrimental.	89
18. Descripción de caso de uso ver historial de consumo de alimentos.	89
19. Descripción de caso de uso borrar consumo de alimento.	90
20. Descripción de caso de uso ver <i>Glotonario</i>	90

21. Descripción de caso de uso Borrar perfil padre.	91
22. Descripción de caso de uso iniciar sesión.	92
23. Descripción de caso de uso cerrar sesión.	93
24. Descripción de caso de uso crear cuenta.	93
25. Descripción de caso de uso modificar perfil.	94
26. Descripción de caso de uso agregar perfil niño.	95
27. Descripción de caso de uso borrar perfil niño.	95
28. Descripción de caso de uso ver historial de consumos de alimentos.	96

1. Introducción

1.1. Planteamiento del problema

Entre los problemas de salud más graves que se presentan hoy en día se encuentra la obesidad, mismo que está presente en México. De acuerdo al Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, s.f.) México ocupa el primer lugar en obesidad infantil y segundo lugar en obesidad en adultos, así mismo según los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2012) se tiene una prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y niñas de 5-11 años de edad de 36.9 % (17.4 en obesidad y 19.5 en sobrepeso), (ver Figura 1).

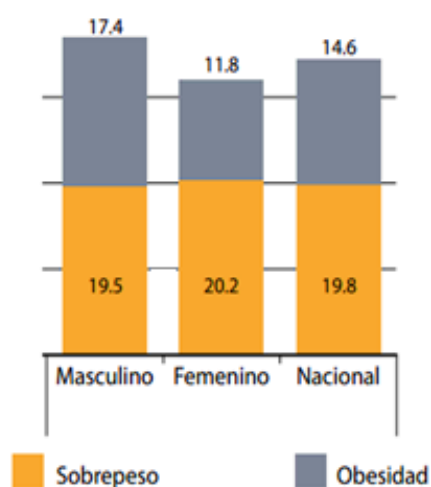


Figura 1. Resultados de ENSANUT (ENSANUT, 2012)

La obesidad infantil debe ser atendida en edades tempranas ya que si no es tratada a tiempo puede ocasionar más problemas de salud en la edad adulta. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014) la obesidad infantil se asocia con una mayor probabilidad de obesidad en edad adulta, muerte prematura y discapacidad en la edad adulta. Pero además de estos riesgos futuros, los niños obesos sufren dificultad respiratoria, mayor riesgo de fracturas e hipertensión, y presentan

marcadores tempranos de enfermedad cardiovascular, resistencia a la insulina y efectos psicológicos.

Existen diversas causas que ocasionan la obesidad, de acuerdo a la OMS (s.f.) una de ellas es el consumo de alimentos hipercalóricos ricos en grasas, sal y azúcares, además pobres en vitaminas, minerales y otros nutrientes.

El uso de herramientas computacionales es solo una de las posibles formas de apoyo para ayudar a resolver el problema de obesidad. Tomando en cuenta lo anterior y la problemática del consumo excesivo de alimentos altos en calorías, en los últimos años se han desarrollado herramientas computacionales que brindan información nutrimental de los alimentos al usuario, sin embargo, hasta donde sabemos no existen herramientas diseñadas de acuerdo a las necesidades y habilidades de los niños, que sigan normativas o recomendaciones para el diseño de éstas, es decir esas herramientas están desarrolladas generalmente para ser usadas por personas adultas. De acuerdo a la problemática descrita y la falta de herramientas orientadas a ser usadas por niños es necesario desarrollar herramientas que atiendan esta problemática.

Las herramientas o propuestas que se desarrollen para atender la problemática descrita anteriormente, es necesario que consideren un diseño orientado a las preferencias y capacidades de los niños, con las que puedan interactuar de manera entendible y amigable, mostrando información nutrimental acerca de los alimentos. Debido a la complejidad del problema, en este trabajo se consideran solamente los alimentos preenvasados que pueden propiciar la obesidad infantil, entre estos están galletas, botanas y otras golosinas que los niños suelen consumir.

1.2. Propuesta

Atendiendo la problemática descrita anteriormente se propuso un sistema enfocado a niños con el cual, mediante dispositivos móviles, puedan consultar la información nutrimental más relevante de los alimentos empaquetados o preenvasados (p.ej. galletas, botanas, etc.), con la finalidad de que el usuario tenga la manera de informarse sobre el contenido nutricional del mismo. El sistema que se propone contempla utilizar Realidad Aumentada (RA), esta última servirá para mostrar información virtual (en este caso información nutrimental) acerca de los alimentos empaquetados de tamaño individual, mostrando sí es recomendable su consumo o no, la información que se mostrará será personalizada, es decir de acuerdo al alimento detectado (a través de la cámara) y las necesidades nutrimentales del usuario. Para realizar lo anterior, el sistema manejará una base de datos para la información nutrimental de los alimentos y un perfil de usuario (nombre, peso, edad, etc.) para conocer sus necesidades nutrimentales. Además de lo anterior el sistema permitirá manejar un historial de consumo de alimentos el cual podrá ser consultado a través de otra aplicación que será utilizada por sus padres o tutores.

Para lograr que el sistema pueda ser de utilidad y agrado para los niños se propone realizar su diseño a través de una técnica de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), esto es con el objetivo de contemplar sus necesidades, habilidades y conocimientos.

1.3. Objetivo general

Desarrollar un sistema informativo nutricional que utilice realidad aumentada para apoyar a la prevención de la obesidad en niños de 8 y 9 años.

1.4. Objetivos específicos

- Identificar las plataformas de desarrollo de Realidad Aumentada más adecuadas para la implementación del sistema de salud móvil.
- Definir una metodología computacional de diseño aplicable para el desarrollo del sistema.
- Diseñar y desarrollar un sistema de salud capaz de funcionar en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes o tabletas que utilicen Android como Sistema Operativo.
- Realizar pruebas de funcionamiento y usabilidad del sistema.
- Identificar y determinar recomendaciones o implicaciones de diseño para futuros desarrollos de sistemas de Realidad Aumentada orientados a niños.

1.5. Preguntas de investigación

Tomando la propuesta planteada en la sección 1.2, surgieron y obtuvieron respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- › ¿Qué técnicas o plataformas de Realidad Aumentada son las más adecuadas para la implementación de un sistema de salud móvil orientado a niños?
- › ¿Cómo debe ser el diseño e implementación de un sistema de salud móvil para la prevención de obesidad infantil que utilice Realidad Aumentada?
- › ¿Qué aceptación por los usuarios tiene el sistema desarrollado con Realidad Aumentada para educar a una mejor alimentación?
- › ¿Qué resultados tiene el sistema en cuanto a usabilidad?

1.6. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo la metodología que se usó se muestra en la Figura 2, ésta consta de seis etapas, las últimas cuatro etapas fueron iterativas desde un primer prototipo hasta la versión final. Las etapas de la metodología se describen brevemente a continuación:

- › **Investigación del estado del arte:** Con el fin de conocer los trabajos relacionados en el área de investigación se elaboró una revisión de la literatura. Esta revisión se realizó siguiendo un análisis sistemático de la literatura, en la cual se tomaron en cuenta bases de datos en el área de computación. La temática que se abordó en el análisis fue RA en la salud.
- › **Análisis de requerimientos:** Existen diferentes herramientas que se pueden utilizar para obtener requerimientos de un sistema, cada una de ellas tienen ventajas y debilidades, las cuales deben considerarse para su elección de acuerdo al contexto en el cual se aplicarán.

De acuerdo a un análisis de esas herramientas, en éste trabajo se utilizaron tres, estas son, entrevistas, prototipado y cuestionarios.

- › **Investigación de plataformas de desarrollo de RA:** Para desarrollar RA en dispositivos móviles existen diferentes plataformas, las cuales fueron evaluadas para determinar cuál de ellas es la apropiada para desarrollar el sistema. De acuerdo a criterios de inclusión establecidos para la elección de plataformas, fueron consideradas tres para realizar pruebas, éstas son Vuforia, ArtToolKit y Wikitude.
- › **Diseño del sistema:** Se realizó primeramente un diseño de la interfaz de usuario, la cual fue utilizada en el primer prototipo funcional, para llegar a este diseño se realizaron entrevistas con los *stakeholders* y sesiones de diseño participativo con expertos en el área de computación. Posteriormente se diseñó una segunda versión, ésta fue producto de las mejoras realizadas al primer prototipo, estas mejoras se obtuvieron mediante los resultados obtenidos en las pruebas que se le realizaron con usuarios potenciales.
- **Desarrollo del sistema:** Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la etapa de diseño se prosiguió a desarrollar el sistema. Este sistema consta de dos versiones, una versión prototipo y la versión final. El sistema se desarrolló para dispositivos móviles como teléfonos inteligentes o tabletas que utilicen Android como Sistema Operativo.
- › **Pruebas y evaluación:** Con el fin de mejorar el sistema y conocer la aceptación del mismo, éste fue evaluado por los usuarios. Su evaluación consistió en aplicarle pruebas de usabilidad, para ello se utilizó como base el cuestionario llamado *System Usability Scale* (SUS). Se realizó una adaptación al cuestionario SUS con el fin de poder utilizarlo, ésta consistió primeramente en traducirlo al español, posteriormente adaptar el lenguaje para niños tanto las preguntas como la escala de respuesta y finalmente hacer una prueba piloto

del cuestionario. Una vez teniendo el cuestionario adaptado se prosiguió a realizar pruebas del sistema, se realizaron dos pruebas y evaluaciones en el desarrollo de este trabajo.

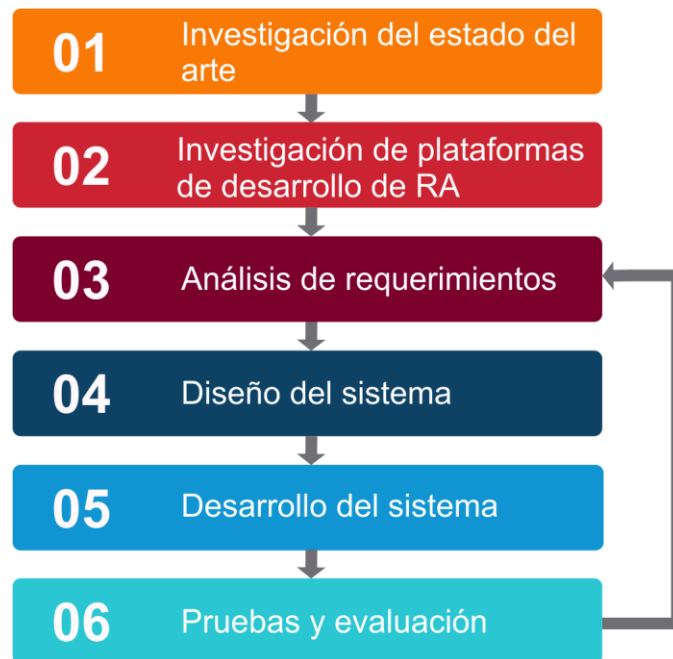


Figura 2. Metodología de desarrollo

1.7. Organización

Este trabajo está constituido por ocho secciones principalmente. En esta primera sección se da una visión panorámica acerca del contenido del trabajo, en la cual se describe el problema que se abordará, la propuesta de apoyo a la solución de éste, los objetivos del trabajo y el proceso que se llevará a cabo en el trabajo. En la segunda sección (Justificación) se dan argumentos que respalden la importancia de este trabajo y la manera en que se abordó el problema. En la tercera sección (Marco teórico) se describe de forma general el funcionamiento y el uso de la RA. En la cuarta sección se presenta el estado del arte donde se mencionan los trabajos más recientes y relevantes de la temática manejada en este trabajo, de acuerdo a la revisión de la literatura que se realizó. En la quinta sección (Evaluación de plataformas de RA) se describen el procedimiento que se realizó

para determinar que plataforma de desarrollo de RA se utilizaría en este trabajo. En la sexta sección (Diseño y desarrollo del sistema) se describe cual fue el procedimiento que se realizó para realizar el sistema desde la versión prototipo hasta la versión final. En la sección número siete se menciona cual fue el proceso que se llevó a cabo para la evaluación del prototipo, es decir la evaluación con los usuarios potenciales. Posteriormente, en la sección número ocho se describen las conclusiones del trabajo, en las cuales se abordan los resultados obtenidos, las limitaciones del sistema y mejoras para un trabajo futuro.

2. Justificación

Debido a la problemática de obesidad infantil que se presenta en México y a la falta de herramientas para ayudar a la solución de esta, se considera pertinente desarrollar herramientas computacionales que apoyen a la solución de la misma. Un medio por el cual se pueden desarrollar éstas herramientas es a través de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes o tabletas).

Los dispositivos móviles cuentan con características o funcionalidades apropiadas para el desarrollo del sistema, algunas de estas son, movilidad, fácil alcance, poder de procesamiento, conectividad, accesibilidad a herramientas para el desarrollo de software y posibilidad de desarrollo de RA.

En los teléfonos inteligentes o tabletas existe una variedad de sistemas operativos con los cuales pueden funcionar, como por ejemplo dispositivos que utilizan iOS, Android, Blackberry OS, Windows Phone, entre otros. Para este trabajo se decidió utilizar aquel que tuviera mayor número de usuarios (más usado), con la finalidad de tener una compatibilidad con el mayor número de dispositivos móviles. Tomando en cuenta lo anterior se decidió utilizar Android ya que con base

en IDC (2015) es el sistema operativo que domina el mercado teniendo 341.5 millones de unidades vendidas y que vendió el 82.8% de teléfonos inteligentes en el segundo cuatrimestre de 2015.

Los dispositivos Android han tenido gran auge en los últimos años en muchos usuarios, entre ellos los niños, para los cuales es propuesto el sistema descrito en éste trabajo, estos están dentro de la generación denominada generación Z (nacidos después del año 2000). De acuerdo a Ozkan y Solmaz (2015), el uso de los teléfonos móviles se ha vuelto más común en esta generación, presentando una necesidad hacia éstos teniendo un efecto en gran parte de su vida social y psicológica. Esta tendencia se puede aprovechar de forma positiva en los usuarios, por ejemplo, al apoyar a disminuir la problemática de salud como la obesidad a través de los dispositivos móviles como se describe en éste trabajo. Además, menciona que los teléfonos móviles se han convertido en una parte importante de la vida cotidiana de las personas siendo la generación Z la más competente para el uso de estos, ésta generación es aceptada como los primeros genios del uso de móviles.

Por otra parte el acceso a los dispositivos móviles cada vez es mayor, incluso para la población infantil. En México no hay un estudio de la cantidad de niños que tienen acceso a dispositivos móviles, sin embargo, de acuerdo a Commonsense (2013) en Estados Unidos se realizó un estudio en 2013 en el cual los resultados muestran que el 75% de los niños tienen acceso a un dispositivo inteligente.

Tomando en cuenta las ventajas que se tienen al utilizar teléfonos inteligentes, las capacidades que tienen los niños en el uso de estos y que en México se concentra más severamente la problemática de la obesidad en la población infantil, se desarrolló éste sistema, el cual tiene como propósito apoyar a atender este problema desde edades tempranas, el sistema que se propone está enfocado a niños de edades de 8 y 9 años, lo anterior tomando en cuenta lo siguiente:

- Según los resultados que presenta ENSANUT (2012) los niños de 8 y 9 años presentan una prevalencia alta en sobrepeso y obesidad.
- A partir de estas edades los niños cuentan con la habilidad lectora y de comprensión del lenguaje, esto es requerido para el uso del sistema y los instrumentos de captura de datos (cuestionarios). Estos últimos son necesarios para realizar pruebas de usabilidad y análisis de requerimientos.

El sistema descrito en éste trabajo utiliza RA, siendo ésta de gran ayuda para mostrar información al usuario de acuerdo a un contexto en específico, esta puede ser desarrollada en distintos dispositivos como los son HMDs (del inglés *Head-Mounted Display*), computadoras y dispositivos móviles, siendo este último el que contempla usar el sistema para su funcionamiento. Los dispositivos móviles tienen algunas ventajas sobre los otros dispositivos antes mencionados, por ejemplo, Gjørøster (2014) menciona que el hardware especial (p. ej. Google Glass, es un HMD) es menos accesible que dispositivos comunes, tales como teléfonos inteligentes, debido a que es caro para los usuarios normales y no puede ser usada para personas que usan lentes. Así mismo, Grandi, Maciel, Debarba y Zanchet (2014) apoyan lo anterior y mencionan que contrario a los HMDs, el uso de dispositivos tales como tabletas y teléfonos inteligentes ofrecen soluciones prácticas, de bajo costo y ampliamente disponibles.

La RA tiene muchos *affordances* o ventajas al ser utilizada, apoyando lo anterior Bayu, Arshad y Ali (2013) mencionan que la visualización de la información con RA es un método muy eficaz en la expansión del proceso de información visual, sobre todo en el área relacionada con la salud usando dispositivos móviles, facilitando la comprensión de la información presentada visualmente al usuario.

En los alimentos preenvasados se presenta información nutrimental del alimento pero esta no es clara y por ende no es comprensible para la mayoría de los consumidores, entre ellos los niños. Apoyando lo anterior Escárcega-Centeno, Hernández-Briones, Ochoa-Ortiz y Gutiérrez-Gómez (2015) mencionan que los consumidores experimentan dificultad en la interpretación de la información en las etiquetas y que la información mostrada al frente del paquete requiere habilidades matemáticas, tiempo para analizar y datos personales para poder utilizarla adecuadamente. Así mismo, dicen que es necesario reducir la complejidad de la etiqueta y transmitir información nutricional numérica de manera más simple y significativa para ayudar a los consumidores a entender la información nutricional. Atendiendo esta problemática el sistema que se desarrolló utiliza RA para proveer información nutrimental de forma clara a los niños, principalmente de alimentos chatarra, de tal manera que puedan consultar si es saludable consumir cierto alimento. Escárcega-Centeno et al. (2015) mencionan que por medio de los teléfonos inteligentes y aplicaciones móviles es posible ayudar a personas a cambiar patrones de nutrición.

3. Marco teórico

3.1. Inicios y aplicación de la Realidad Aumentada

El sistema que se realizó en este trabajo utiliza RA, ésta de acuerdo a Azuma (1997) es una variación de la Realidad Virtual (RV). La RV sumerge completamente al usuario dentro de un entorno sintético y mientras se está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real a su alrededor. En contraste la RA permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos sobre o mezclados con el mundo real.

La RA tiene aplicación en diferentes industrias y campos de la actividad humana. Adhani y Awang (2012) presentan cinco campos de aplicación de la RA basados en teléfonos inteligentes: (i) los

deportes, juegos y entretenimiento educativo, (ii) el patrimonio cultural, (iii) medicina, (iv) la educación y la formación, y (v) la comercialización. Así mismo, según Kipper y Rampolla (2012) mencionan que técnicamente se puede utilizar para mejorar los cinco sentidos, pero su uso más común hoy en día es el visual.

La RA tuvo sus inicios en 1962, cuando Morton Heilig, un director de fotografía, diseña un simulador llamado Sensorama que se erige como uno de los ejemplos conocidos más antiguos, tenía efectos visuales, sonido, vibración, y estimulación al olfato. En este simulador se producía la sensación de pasear en una bicicleta por las calles de Brooklyn.

3.2. Funcionamiento e implementación de la Realidad Aumentada en dispositivos

Para poder implementar RA en un dispositivo se necesita que cuente con algunos componentes, éstos son: módulo de seguimiento, cámara, módulo de procesamiento gráfico y pantalla. El módulo de seguimiento tiene como función captar información del entorno a través de sensores, ésta información es enviada al módulo de procesamiento gráfico el cual crea información virtual de acuerdo a la información recibida y la mezcla con el entorno real captado por la cámara, y finalmente la información producida es mostrada en una pantalla. Estos componentes se muestran en la Figura 3.

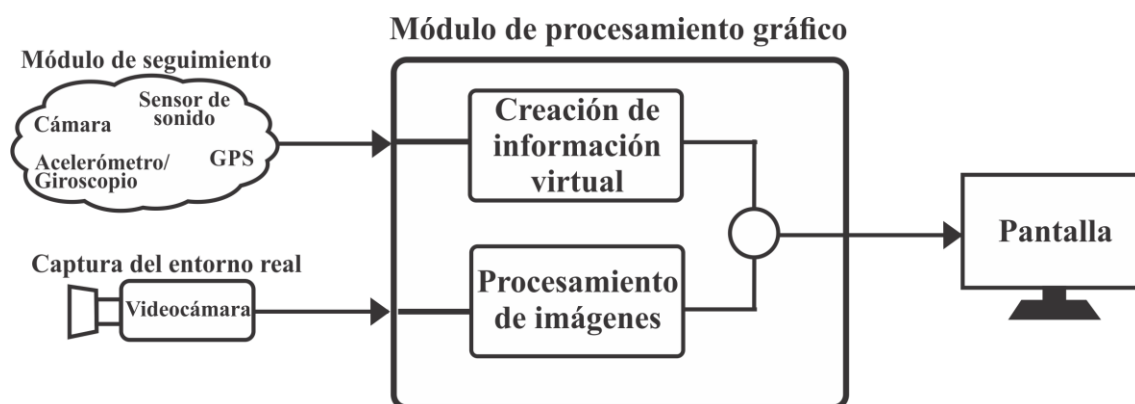


Figura 3. Componentes de RA (Imagen adaptada de Daponte, De Vito, Picariello, y Riccio, 2014)

Existen diferentes dispositivos en los cuales se ha aplicado la RA, como por ejemplo dispositivos móviles (p. ej. teléfonos inteligentes), computadoras y HMDs, teniendo cada uno de ellos su forma de funcionar. Por ejemplo, en el caso de las computadoras, éstas necesitan contar con una cámara y una pantalla de proyección como puede ser un monitor o un proyector, éstas se han usado para realizar actividades grupales con RA y cuando su uso general va a ser en un lugar estacionario. Por otra parte, cuando se desarrolla en dispositivos móviles, su enfoque es que el usuario pueda tenerlo a la mano en cualquier momento, pudiendo llevarlo consigo sin necesidad de añadirle algún dispositivo externo. En el caso de HMDs, éstos pueden o no requerir de una computadora externa para su funcionamiento, en algunos casos ya incluyen todos los componentes necesarios para su funcionamiento, como es el caso de *Google Glass*, de no ser así es requerida una computadora para el procesamiento de los datos y la creación de la RA.

En los dispositivos descritos anteriormente el modo de operación de la RA es muy similar, el entorno real se captura por medio de una cámara, a través de esta misma o de otros sensores (p. ej. Micrófono, GPS, etc.) se obtienen datos que se procesarán y de acuerdo a éstos se lanzará un *trigger* para visualizar información virtual en una pantalla. En el caso de utilizar la cámara, ésta detecta marcadores ya establecidos por la aplicación de RA para lanzar el *trigger*. Estos marcadores pueden ser códigos QR, código de barras, imágenes (p. ej. fotografías), etc. En la Figura 4 se muestra el funcionamiento descrito anteriormente de cada uno de los dispositivos.

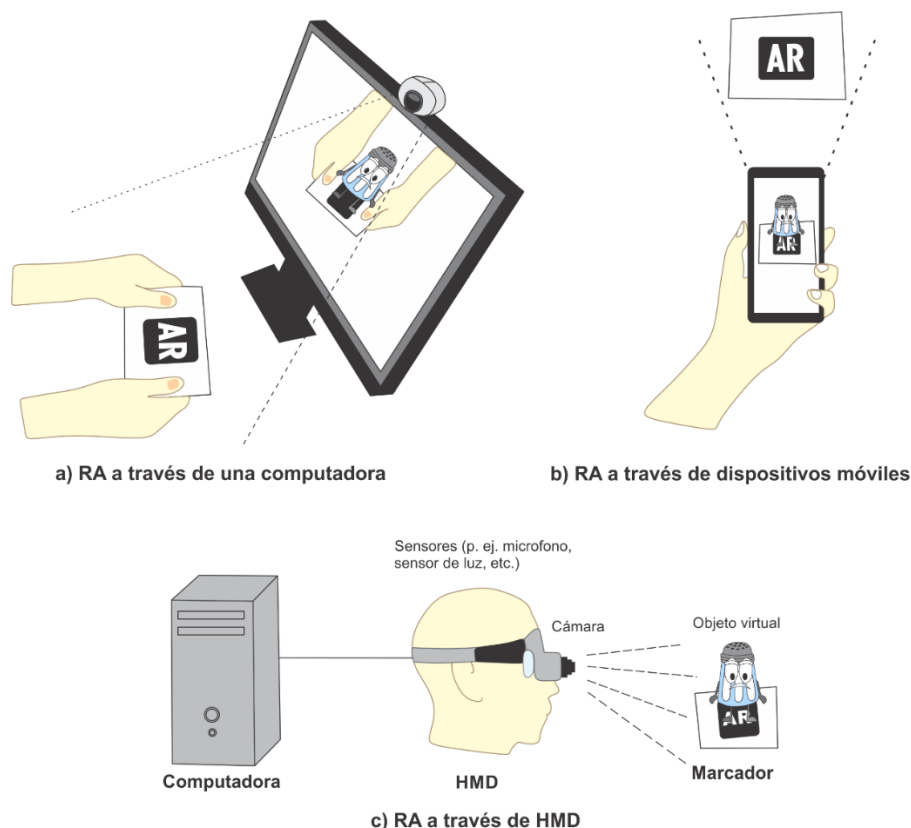


Figura 4. RA a través de diferentes dispositivos

Tomando en cuenta las características de los teléfonos inteligentes y tabletas, como accesibilidad y portabilidad, consideramos que son un instrumento idóneo para el desarrollo de herramientas de RA, éstas pueden ser de utilidad en diferentes áreas, por ejemplo, la salud y educación.

3.3. Beneficios al utilizar realidad aumentada

De acuerdo a estudios que se han realizado, la RA es una tecnología que permite interactuar con los usuarios de manera atractiva, pudiendo ser usada para diferentes fines como entretenimiento, aprendizaje, informativa, etc. Entre los diferentes tipos de usuarios, existe un grupo que particularmente pudiera beneficiarse de esta tecnología, los niños, ya que se les puede dar a conocer información importante o de su interés de una forma atractiva. Según estudios anteriores utilizar RA tiene muchas ventajas, algunas de ellas son las siguientes:

- › Desde la perspectiva de Narumi, Ban, Kajinami, Tanikawa, y Hirose (2012) tiene un gran potencial para mejorar y modificar nuestra percepción de las experiencias de la vida real.
- › Erkoyuncu, Steenstra, Salbrechter y Roy (2013) señalan que al ser utilizada en dispositivos móviles éstos ofrecen portabilidad de software para un uso diario, pudiendo ser llevados a la ubicación que sea necesaria. Por otra parte mencionan que si se utilizan en el contexto adecuado puede ser muy útil.
- › De acuerdo a Wrzesien, Burkhardt, Alcañiz Raya y Botella (2011) proporciona a un mejor *engagement*.
- › Proporciona un mejor impulso y motivación según Aung y Al-Jumaily (2012).
- › Lamounier, Bucioli, Cardoso, Andrade, y Soares (2010) mencionan que su investigación confirma su idoneidad para aplicaciones de salud debido a que su interfaz es más natural e intuitiva simplificando la comprensión de los conceptos.
- › Desde la postura de Kim et al. (2014) puede proporcionar información contextual adicional y permitir que la experiencia de interacción sea más realista con contenido virtual.
- › Gjørseter (2014) encontró en su estudio que crea experiencias de usuario atractivas, agradables y emocionantes.

A través de la RA se han desarrollado muchos sistemas, estos han sido aplicados en diferentes áreas como el entretenimiento, turismo, educación, salud, etc. Al realizar este trabajo se hizo una investigación acerca de su aplicación en la salud, donde pudimos conocer su uso y necesidades de aplicación, esta investigación se describe más detalladamente en la sección siguiente.

3.4. Resumen

En esta sección se describe de forma general la tecnología de realidad aumentada. Dentro de los principales puntos que se abordan en esta sección se define que es la realidad aumenta, cuales son

los componentes principales que se requieren para desarrollarla, como funciona, en que dispositivos se ha implementado y finalmente cuáles son los beneficios que ofrece al ser utilizada de acuerdo a la literatura.

4. Estado del arte

Con el fin de conocer los trabajos documentados que se han realizado en la temática de obesidad y RA se hizo un análisis de la literatura, éste consistió en hacer una búsqueda sistemática de trabajos en bases de datos del área de computación, las bases de datos que se utilizaron fueron *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), Elsevier y *Association for Computing Machinery* (ACM). A través de este análisis se buscó conocer las áreas de la salud en las que se ha aplicado, que herramientas se han usado y como se ha aplicado.

Al realizar la búsqueda y analizar los trabajos se tomaron en cuenta criterios de inclusión, estos son:

- › Trabajos de tipo *journal* o de conferencia.
- › Escritos en inglés.
- › Enfocados al área de salud.
- › Presenten un prototipo o concepto aplicable de uso.

Al realizar la búsqueda en las tres bases de datos, se cuidó que fuera lo más equivalente posible en cada una de ellas, ya que cada base de datos cuenta con una forma propia de hacerlo. Esta se realizó con la opción de búsqueda avanzada limitándola a buscar solo en los metadatos, las palabras claves que se usaron en la búsqueda fueron *Augmented Reality*, *obesity*, *nutritional information*, *health*, *mobile device*, *children*, *mobile application*, *system* y *smartphone*. Con las palabras claves

mencionadas formamos las cadenas de búsqueda (palabras claves unidas con operadores lógicos) mostradas en la Tabla 1

Tabla 1

Cadenas de búsqueda

Cadena de búsqueda
<i>((augmented reality) AND obesity)</i>
<i>((augmented reality) AND health)</i>
<i>((augmented reality) AND health) AND mobile device)</i>
<i>((augmented reality) AND health) AND mobile application)</i>
<i>((augmented reality) AND health) AND system)</i>
<i>((augmented and reality) AND (nutritional and information))</i>
<i>((augmented reality) AND health) AND children)</i>
<i>((augmented reality) AND health) AND smartphone)</i>

Aplicando las cadenas de búsqueda anteriores se obtuvieron 349 trabajos, posteriormente aplicando los criterios de inclusión antes mencionados se obtuvieron 31 trabajos de nuestro interés.

4.1. Panorámica general de trabajos que utilizan RA en la salud

En el análisis de la literatura realizado, se encontró una visión general acerca de las características de los trabajos existentes, entre esas características se encontraron qué dispositivos son los que se han utilizado, qué plataformas de RA se utilizaron y las diferentes áreas de la salud en las que se ha aplicado. La Figura 5 muestra lo anterior.

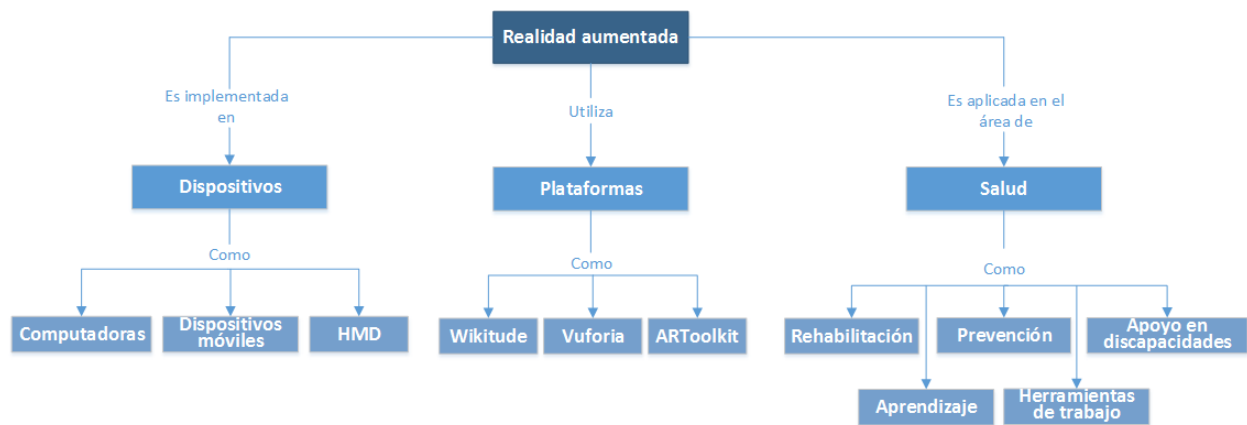


Figura 5. Mapa general del estado del arte

Como se puede ver en la Figura 5 la RA se ha implementado con computadoras, dispositivos móviles y HMDs, en el caso de las computadoras, la principal área de la salud en la que se ha usado es la rehabilitación, por otra parte, la principal aplicación de los dispositivos móviles y HMDs es en el área de prevención. En la Tabla 2 se muestra una relación de lo mencionado anteriormente.

Profundizando en lo mostrado en la Tabla 2 se describe brevemente las áreas de salud en las que se ha aplicado la RA:

- › **Rehabilitación:** ha sido de apoyo para la rehabilitación de algunas partes del cuerpo que tienen daños, siendo estos daños causados principalmente por accidentes o enfermedades. Las partes del cuerpo en las que se ha aplicado son principalmente en las extremidades superiores e inferiores. Para ello utilizan principalmente juegos, donde su objetivo es que el usuario interactúe con el juego mediante la extremidad dañada con la finalidad de que la ejercite.

- › Prevención: la principal enfermedad en la cual se muestra más desarrollo tecnológico para su prevención es la obesidad, donde buscan principalmente promover a una adecuada alimentación y/o motivar a hacer ejercicio.
- › Aprendizaje: se ha utilizado para apoyar al aprendizaje en temáticas diversas, la salud no es la excepción. En esta apoya a temas como la anatomía humana, con la finalidad de ser de utilidad principalmente a estudiantes o pacientes.
- › Ayuda en discapacidades: en esta área se han enfocado principalmente en apoyar en discapacidades o deficiencias cognitivas de los usuarios, sirviendo de apoyo en la toma de decisiones o recordatorio de tareas.
- › Herramientas de trabajo: se ha utilizado para ser de ayuda a médicos en distintas actividades, entre ellas están asistencia en diagnósticos, facilidad de acceso a datos del paciente y asistencia remota.

Tabla 2

Frecuencias de trabajos utilizados considerando el dispositivo y su área de aplicación

Dispositivos	Áreas de la salud en las que se aplicó.				
	Rehabilitación	Prevención	Apoyo en discapacidades	Aprendizaje	Herramientas de trabajo
Computadoras	5	2	0	1	0
Dispositivos móviles	2	7	1	3	1
HMD	0	6	0	1	2

Como se mencionó anteriormente, las áreas de salud donde hay más desarrollo de herramientas utilizando RA son rehabilitación y prevención. Por ejemplo, en el caso de la rehabilitación Aung y Al-Jumaily (2012) desarrollaron un sistema que permite hacer y supervisar terapias para la

rehabilitación de las extremidades superiores del cuerpo (p. ej. deltoides y bíceps), las terapias las ofrecen a través de juegos (p. ej. *ping pong* ver Figura 6).



Figura 6. Juego para rehabilitación de deltoides y bíceps (Aung y Al-Jumaily, 2012)

Utilizando el mismo enfoque Garcia y Navarro (2014) presentan tres juegos para ayudar a rehabilitar el esguince de tobillo, el primer juego se llama ABC, su objetivo es mover el pie para dibujar la letra que aparece en la pantalla; el segundo juego se llama AR-Kanoid que se basa en Arkanoid un juego de Atari, el objetivo que se debe alcanzar es destruir ladrillos mostrados en la parte superior de la pantalla, estos se destruyen al ser golpeados por una pelota, por último el tercer juego se llama MARS basado en el juego Space Invaders de Atari, el objetivo del juego es controlar un láser con el pie para disparar. Estos juegos se pueden ver en la Figura 7.

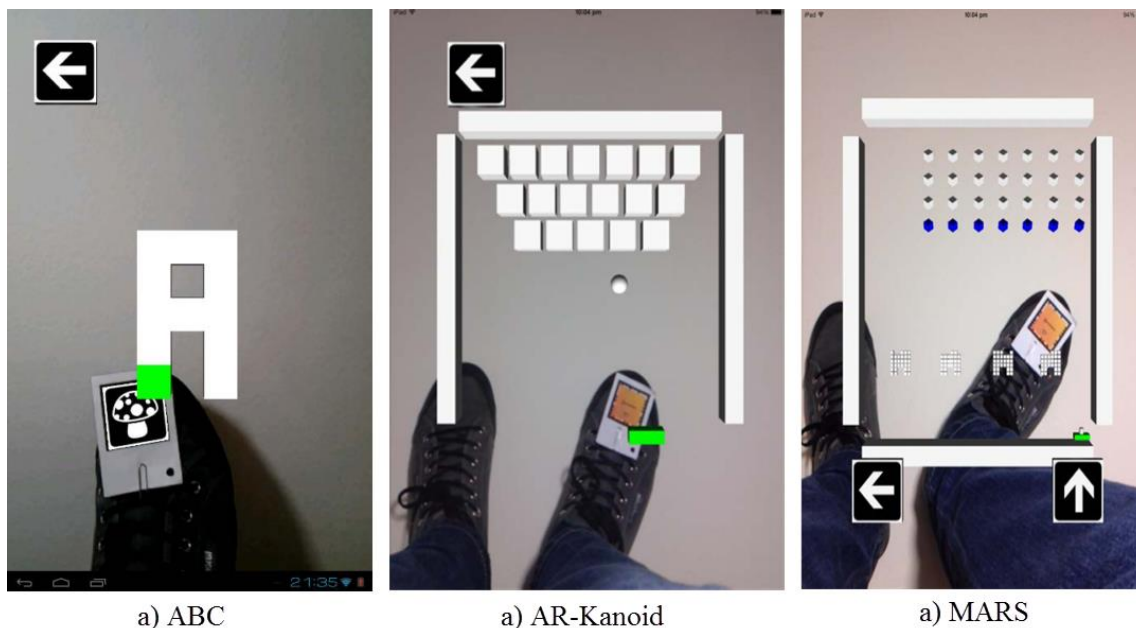


Figura 7. Juegos para rehabilitación de tobillo (García y Navarro, 2014)

En el área de prevención, por ejemplo, se desarrollaron sistemas utilizando HMDs para controlar la ingesta de alimentos para ayudar a tener una mejor dieta, Narumi et al. (2012) presentan un trabajo que cambia la percepción de la comida, siendo su enfoque en comidas que son consumidas directamente con la mano (sin cucharas o tenedores), el sistema cambia el tamaño de la comida y mano (en el caso de la mano es con la finalidad de mantener la escala), el sistema se basa en un argumento psicológico el cual establece que la percepción (tamaño) de la comida afecta la cantidad que se consume, el sistema cambia la percepción de la comida con la finalidad de que el usuario modifique su percepción de la cantidad de alimento que ingiere. Ese sistema desarrollado se puede ver en la Figura 8. Utilizando el mismo principio psicológico Suzuki, Narumi, Sakurai, Tanikawa, y Hirose (2014) desarrollaron un sistema que cambia la percepción del tamaño de tazas con la finalidad de controlar el consumo de bebidas azucaradas.



Figura 8. Sistema para controlar la ingesta de alimentos (Narumi et al., 2012)

Por otra parte también se han desarrollado herramientas para motivar a hacer ejercicio, por ejemplo Kim et al. (2014) desarrollaron un *exergame* llamado *Calory Battle AR*, su objetivo es promover la actividad física para ayudar a controlar la obesidad infantil mediante dispositivos móviles, la dinámica del juego consiste en desplazarse a distintas ubicaciones de un mapa (usa GPS) para desactivar bombas, en el mapa es mostrada la posición del usuario y la bomba, al llegar al lugar el usuario interactúa con el dispositivo móvil a través de RA para desactivar la bomba. Este sistema se puede ver en la Figura 9.

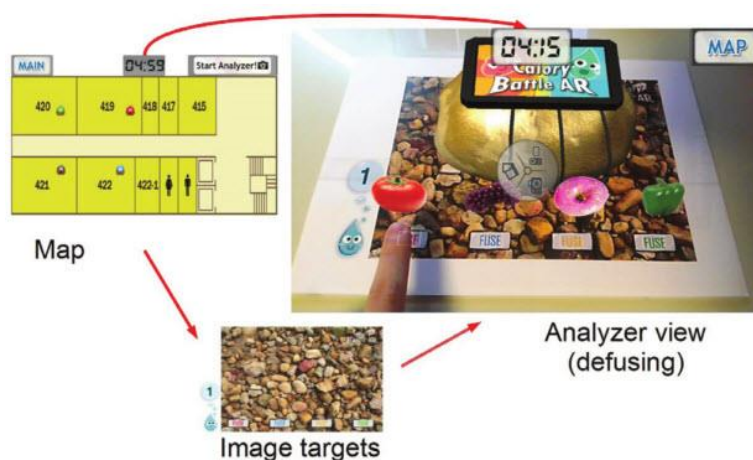


Figura 9. Sistema Calory Battle AR (Kim et al., 2014)

Los trabajos descritos anteriormente son solo algunos de los que se encontraron en la revisión de la literatura, todos ellos tienen el propósito de ayudar a un área de la salud en específico, dentro de estos se encontraron algunos trabajos que se centran en ayudar a mostrar la información nutrimental de los alimentos, mismos que describiremos posteriormente.

4.2. Trabajos encontrados que utilizan RA para mostrar información nutrimental de alimentos.

Entre los trabajos que se analizaron en la revisión de la literatura se encontraron cuatro trabajos que sirven para apoyar al usuario a conocer la información nutrimental de los alimentos, estos fueron analizados más detalladamente ya que manejan de una forma más cercana la temática de nuestra investigación, en la Tabla 3 se muestra cuáles son estos trabajos, que propósito tienen y las debilidades que presentan desde nuestra perspectiva.

Tabla 3

Trabajos que manejan información nutrimental a través de RA

Nombre de la publicación	Descripción	Debilidades
Can Mobile Augmented Reality Systems Assist in Portion Estimation? A User Study, publicado por Stütz, Dinic, Domhardt y Ginzinger (2014).	Ayuda a los usuarios en la evaluación nutricional de sus comidas (platillos). Se utiliza un teléfono inteligente, este con la cámara enfoca a un plato con alimentos (utiliza un marcador para la detección del plato), el usuario ingresa las posiciones del volumen de la comida (para calcular la porción) y posteriormente el sistema muestra información nutrimental.	› El usuario tiene que interactuar con el sistema para el calculo de la porción de la comida. › Solo se enfoca en platillos de comida. › No todos los platillos son compatibles con el sistema. › Es un prototipo

Nutritional Information Visualization Using Mobile Augmented Reality Technology, publicado por Bayu et al. (2013).	Describe una aplicación prototipo en la cual se muestra información nutrimental a través de dispositivos móviles, primeramente por medio de la cámara reconoce imágenes para posteriormente mostrar la información nutrimental (calorías) de esa imagen consultada, está enfocado a regular un plan de dieta para enfermos de diabetes.	› Es un prototipo, mencionan los autores que para hacer la identificación de la imagen tiene que estar en la posición correcta. › Solo se menciona que se hizo la prueba con una imagen. › Es necesario darle un enfoque más preciso al contexto en el cual se utilizará.
Augmented-Sugar Intake: A Mobile Application to Teach Population about Sugar Sweetened Beverages, publicado por Escárcega-centeno et al. (2015).	Presentan una aplicación de RA para mostrar la cantidad de azúcar de bebidas embotelladas procesadas con el fin de servir como herramienta para enseñar acerca del contenido de azúcar de bebidas, esta aplicación está enfocada para ser usada por niños y adultos.	› Solo funciona con bebidas. › Solo muestra información acerca del azúcar. › Según lo mostrado es un prototipo de baja fidelidad (solo se muestra el diseño de pantallas).
Supporting Healthy Grocery Shopping via Mobile Augmented Reality, publicado por Ahn et al. (2015).	Aplicaron la RA como un medio para ayudar a compradores a tomar decisiones saludables, hace recomendaciones personalizadas de productos saludables a los usuarios o cuales evitar. Hicieron un prototipo y fue evaluado en tiendas. Utiliza RA para mostrar etiquetas de colores para identificar productos saludables y no saludables, para saber que etiqueta mostrar utiliza localización basada en podómetro.	› Productos necesitan estar ordenados en estantes. › La localización de productos no es la misma en todas las tiendas por los que funcionarían en tiendas controladas solamente.

Los sistemas descritos anteriormente se muestran en la Figura 10.



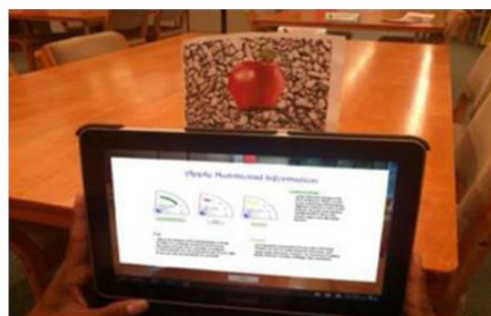
a) Realizado por Stutz et al. (2014).



b) Realizado por Escárcega-centeno et al. (2015).



c) Realizado por Ahn et al. (2015).



c) Realizado por Bayu et al. (2013).

Figura 10. Sistemas para mostrar información nutrimental

Una vez analizados los trabajos encontrados en el análisis de la literatura se confirmó la ausencia de desarrollos con RA para niños, enfocados a contribuir a la solución del problema de obesidad infantil, lo anterior reafirma la necesidad que se tuvo de desarrollar el sistema descrito en este trabajo. En la revisión de los trabajos se hizo énfasis en las limitaciones y fortalezas de éstos, lo anterior con el fin de considerar oportunidades de desarrollo o cubrir áreas que no han sido cubiertas, asimismo para tomar en cuenta recomendaciones que sean apropiadas para el diseño del sistema de éste trabajo.

4.3. Discusiones de los trabajos encontrados

Dentro de los trabajos encontrados donde es utilizada la RA en dispositivos móviles enfocados en el área de salud se encontraron cuatro que se centran en mostrar información nutrimental de

alimentos, de los cuales en la sección anterior se mencionaron sus debilidades, ahora se describirá como nuestro trabajo contempla mejorar esas debilidades.

Los alimentos consumidos que causan principalmente la obesidad son los alimentos preenvasados o procesados. Los sistemas actuales no toman en cuenta este tipo de alimentos o están muy acotados en cuanto a la variedad de alimentos para los cuales funcionan. Por ejemplo el sistema mostrado por Stütz et al. (2014) muestra información nutrimental de alimentos servidos en platos, siendo esta una ventaja sobre otros sistemas que no lo hacen, una desventaja que tiene es que fue desarrollado en esa versión para ser usado únicamente para medir porciones de arroz, siendo una limitante para un uso real. El sistema descrito en este trabajo contempla ser funcional con muchos alimentos no solamente con uno, tomando como condición que estos estén preenvasados.

Escárcega et al. (2013) desarrollaron un sistema que tiene por objetivo mostrar la información nutrimental de alimentos, en este se presenta una prueba que se realizó mediante la detección de una imagen (manzana) impresa y al ser detectada por la cámara muestra información nutrimental, este sistema tiene limitantes en cuanto a que es un prototipo y no se llevaron a cabo pruebas con más imágenes, por otra parte sería adecuado que se le diera un uso específico. Atendiendo lo anterior al sistema que se presenta en este trabajo se le realizaron varias pruebas, además el contexto de uso fue específico al ser elaborado para que funcione con productos preenvasados para ser usado por la población infantil.

Escárcega-centeno (2015) presenta un trabajo que tiene como fin ayudar a informar a las personas acerca de la cantidad de azúcar que contienen las bebidas, una mejora para ese sistema sería incluir otros tipos de alimentos que son consumidos cotidianamente y que también son malos para la salud, por ejemplo galletas y botanas (no limitarse solamente a bebidas azucaradas), esta mejora es incluida en el sistema que se presenta.

Ahn et al. (2015) desarrolló un sistema que sirve como ayuda para elegir alimentos saludables o convenientes para la salud del usuario al ir de compras al mercado, este sistema tiene la ventaja de que funciona para una gran variedad de alimentos pero su desventaja es que está diseñado para funcionar únicamente en mercados y que el acomodo de estos estén de una manera ya definida pudiendo dejar excluidos a muchos mercados, atendiendo lo anterior el sistema que se presenta no estará limitado a ser usado en un lugar en específico.

Para que el sistema tenga confiabilidad y sea de utilidad para el usuario es de importancia que la información nutrimental que se le presente sea la correcta. En algunos de estos trabajos no se mencionan como se calculó u obtuvo la información nutrimental que muestran, para atender lo anterior, al diseñar el sistema se recibieron asesorías con un experto en nutrición con la finalidad de establecer que se debe de mostrar al usuario, como mostrárselo y de qué manera calcular lo que se mostrará.

4.4. Resumen

En este capítulo se describieron los trabajos documentados más recientes y relevantes para este trabajo, estos abordan la temática de RA en el área de salud, para ello se describió la metodología que se siguió para la obtención de estos y cuáles fueron los resultados que se obtuvieron de esta búsqueda. Se obtuvo una visión general de los enfoques que manejan estos trabajos, sus debilidades y como el trabajo que se presenta va a abordar esas debilidades en su desarrollo.

5. Evaluación de Plataformas de realidad aumentada

5.1. Búsqueda, evaluación y selección de plataforma de realidad aumentada

Para desarrollar el sistema con RA es necesario utilizar una plataforma de RA, existen diferentes opciones disponibles, algunos de estos tienen un costo y otros son gratuitos con o sin limitaciones. Para seleccionar la mejor opción que se ajustara a las necesidades del trabajo se tomaron en cuenta dos aspectos, el primero considera cual es el más utilizado según la literatura y el segundo, cual tiene mejor desempeño de acuerdo a pruebas de funcionamiento propias. Para seleccionar cuales se podrían utilizar se definieron criterios de inclusión con el fin de evaluar aquellos que se adecuen a nuestras necesidades y que estén a nuestro alcance para el desarrollo del sistema, estos criterios están dados de la siguiente forma:

- Licencia gratuita que permita el acceso total a la plataforma (incluyendo aquellos con marca de agua) sin límite de tiempo.
- No descontinuado.
- Desarrollo posible en AndroidStudio o Eclipse.

Siguiendo los criterios anteriores se prosiguió a realizar la búsqueda de plataformas. Se encontraron tres que cumplieron con los criterios antes mencionados, estos fueron Vuforia, Wikitude y ARToolKit. Las características principales de cada uno de estos se describen a continuación.

Vuforia¹ es una plataforma de *software* que permite crear experiencias con RA. Este tiene soporte para construir aplicaciones tanto para iOS como Android para dispositivos móviles y lentes inteligentes, permite desarrollar aplicaciones nativas que pueden llegar a la mayoría de los usuarios

¹ <https://developer.vuforia.com/downloads/sdk>

a través de una amplia gama de teléfonos inteligentes y tabletas. Esta plataforma es capaz de detectar múltiples *targets*, reconocimiento en la nube, visualización de objetos 3D, reconocimiento de texto, botones virtuales, entre otras características. Este cuenta con tres tipos de licencias, Starter, Classic y Cloud, siendo la primera gratuita (completamente funcional con marca de agua) y las otras de uso comercial.

Wikitude² permite desarrollar aplicaciones con RA, incluye el reconocimiento de imágenes y de seguimiento, renderizado de modelos 3D, superposición de vídeo, RA basado en localización, entre otras funciones. Este se puede utilizar para desarrollar aplicaciones para Android e iOS, los dispositivos en los que se puede aplicar son teléfonos inteligentes, tabletas y lentes inteligentes. Maneja varios tipos de licencia, estas son TRIAL, SDK LITE y SDK PRO, la primera es gratuita con todas las funciones disponibles, pero con marca de agua, por otra parte las otras dos licencias son de uso comercial.

NyARToolKit³ es una biblioteca que permite crear aplicaciones de RA para Android. Funciona en diversas plataformas como Java, C#, *ActionScript 3* y además algunos proyectos derivados como *Flash*, *Silverlight*, *Processing* y *Android*. Para la creación de RA utiliza marcadores. Su desarrollo contempla dos tipos de licencia, GNU *General Public License* y *Commercial Licence*. La primera es gratuita con la única condición de que si se publica el software a un tercero se debe publicar todos los archivos de origen que componen el software, por otra parte en el segundo tipo de licencia esta condición deja de aplicar.

Una vez elegidos las tres plataformas para ser evaluadas se creó una aplicación de prueba para cada una de ellas. Cada aplicación con su respectiva SDK correspondiente a la plataforma. Para

² <http://www.wikitude.com/products/wikitude-sdk/>

³ <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/>

desarrollar las aplicaciones antes mencionadas se utilizó, una computadora con plataforma Windows 7 y como entorno de desarrollo Eclipse Luna, posteriormente para realizar las pruebas de las aplicaciones se usó un teléfono inteligente Samsung Galaxy s3 sch-i535.

Para realizar las aplicaciones de prueba se tomó como base la aplicación de ejemplo que proporciona cada plataforma, realizándoles modificaciones de acuerdo a las necesidades de la evaluación en cuanto al tipo de target (imágenes a detectar) que se requería. Para cambiar los targets se modificó su base de datos, en el caso de Vuforia⁴ y Wikitude⁵ que es posible la detección de imágenes, la base de datos es creada por Web, en esta son almacenadas las imágenes a detectar. El sistema Web procesa las imágenes generando una base de datos, ésta se descarga y se implementa en la aplicación. En el caso de NyARToolkit que utiliza marcadores (similares a códigos QR) se utilizaron los que proporciona el fabricante en la aplicación de ejemplo, se utilizaron como targets dos bolsas de golosinas que comúnmente consumen los niños.

La primera plataforma evaluada fue Vuforia. Una vez lista la aplicación de prueba se pasó a evaluar su funcionamiento, el comportamiento que observamos fue el siguiente:

- › Se detectaron las dos bolsas de golosinas, en cada una de ellas se les colocó una textura diferente al objeto virtual (cafetera) para la distinción de estos, lo anterior se muestra en la Figura 11.
- › La detección de los productos fue rápida, menor a 1 segundo aproximadamente.
- › La tolerancia de detección al cambiar la posición y forma (moverla y/o doblarla) de las bolsas de golosinas fue adecuada, se hizo la detección correctamente.

⁴ <https://developer.vuforia.com/targetmanager/project/checkDeviceProjectsCreated?dataRequestedForUserId=>

⁵ <http://www.wikitude.com/developer/documentation/targetsapi>

- › El tiempo de velocidad de carga de la aplicación fue regular de 3.5 segundos aproximadamente.



Figura 11. Pruebas de Vuforia

La siguiente plataforma que se evaluó fue Wikitude, el funcionamiento observado fue el siguiente:

- › Se detectaron las dos golosinas correctamente, en cada una de ellas se mostró una imagen virtual diferente, esto se puede ver en la Figura 12.
- › Se detectaron los productos rápidamente, menos de un segundo aproximadamente.
- › Es una biblioteca ligera, el tiempo en abrir la cámara es corto, aproximadamente un segundo.
- › Al cambiar la posición y forma del producto (moverla y/o doblarla) normalmente perdía el enfoque y la detección del producto, posteriormente lo vuelve a detectar, oscilaba este comportamiento.



Figura 12. Pruebas de Wikitude

Como última plataforma se utilizó NyARToolkit⁶, ésta utiliza marcadores, los cuales son mostrados en la Figura 13. El funcionamiento observado fue el siguiente:

- › La detección de los marcadores se hizo correctamente, para cada marcador se generó un objeto distinto, estos solo difieren en su color (ver Figura 14).
- › La detección de los marcadores fue rápida, menor a un segundo aproximadamente.
- › Es una plataforma ligera, el tiempo de carga es rápido, menor a un segundo aproximadamente.



Figura 13. Marcadores utilizados con NyARToolkit

⁶ <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/>

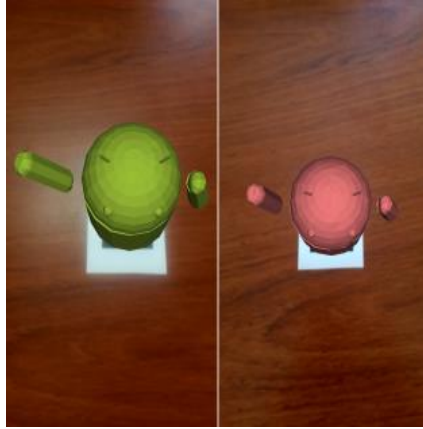


Figura 14. Detección de marcadores

Al utilizar ésta plataforma es necesario utilizar marcadores como los mostrados en la Figura 13, estos tienen ventajas y desventajas en su uso, una ventaja es su rápida detección y el ágil procesamiento, por otra parte una desventaja es que tendrían que ser añadidos (marcadores) a los productos que se deseen detectar.

En la prueba de cada uno de las plataformas se tomaron en cuenta seis aspectos para su evaluación, con el fin de determinar cuál es el adecuado para desarrollar el sistema, estos aspectos son: rapidez de detección, sencillez de desarrollo, detección al variar la forma del objeto, velocidad de carga, documentación y tipo de licencia, para la evaluación de cada aspecto se utilizó una escala del uno al cinco, donde uno significa “muy malo”, dos “malo”, tres “regular”, cuatro “bueno” y cinco “excelente”. Una vez probado cada uno a partir de una perspectiva propia se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4

Resultados de evaluación de plataformas

	Vuforia	Wikitude	NyARToolKit
Rapidez de detección	5	5	5
Sencillez de desarrollo	4	4	3
Detección al variar la forma del objeto.	5	3	3
Velocidad de carga	4	5	5
Documentación	4	4	3
Tipo de Licencia	Starter	Trial	Código Libre

Como se mencionó anteriormente, para elegir la plataforma adecuado se tomaron en cuenta dos aspectos importantes, el primero es cuál de estos tiene un mejor desempeño de acuerdo a una evaluación propia (Resultados mostrados en la Tabla 4) y el segundo cuál es el más utilizado en los trabajos analizados en la revisión de la literatura, este último con el fin de saber cuál plataforma ha funcionado en desarrollos con necesidades similares a la que este trabajo requiere. Una vez teniendo los resultados del primer aspecto se prosiguió a trabajar con el segundo aspecto, los resultados que obtuvimos fueron los siguientes:

- 1 trabajo utilizó Wikitude.
- 4 trabajos utilizaron Vuforia.
- 2 trabajos utilizaron ARToolKit.

Tomando en cuenta que Vuforia es la plataforma más usada y que tiene mejor desempeño de acuerdo a nuestra evaluación se decidió utilizarlo para el desarrollo de este trabajo.

5.2. Resumen

En esta sección se describió el proceso que se llevó a cabo para la selección de la plataforma que se usó para el desarrollo del sistema, este proceso consta primeramente de una búsqueda de estos, tomando en cuenta criterios de inclusión que fueron necesarios para su uso, una vez obtenidos se evaluaron algunas características de desempeño, soporte y licenciamiento, finalmente con los resultados obtenidos se eligió la plataforma que utilizaría el sistema propuesto en éste trabajo.

6. Diseño y desarrollo del sistema

Para el diseño y desarrollo del sistema se utilizó *Rapid Contextual Design*, el cual es un proceso ágil que utiliza la filosofía de Diseño Centrado en el Usuario (DCU). Al utilizar DCU se busca conseguir un diseño amigable, adecuado y entendible para el usuario. De acuerdo al estándar ISO 9241-210:2010 el cual provee requerimientos y recomendaciones para el diseño centrado en el usuario, el DCU es una forma de desarrollar sistemas que tengan la característica de usabilidad, sean eficientes, efectivos y que sean de satisfacción para el usuario. Así mismo desde la postura de Sánchez (2011) el DCU tiene las siguientes características:

- Está orientado a los usuarios del producto.
- A pesar de denominarse “diseño”, en realidad se aplica durante todas las fases del desarrollo (planificación, diseño, desarrollo, evaluación), desde las primeras etapas.
- Es iterativo.
- Es multidisciplinar.
- Su objetivo es obtener productos usables y satisfactorios para los usuarios.

En el desarrollo de este sistema se realizó primeramente un análisis de requerimientos, estos requerimientos fueron usados para diseñar y desarrollar el sistema, el sistema tuvo tres prototipos,

el primero fue de baja fidelidad el cual consta solamente del diseño de las pantallas, mientras que los dos posteriores son de alta fidelidad, éstos fueron desarrollados para posteriormente ser usados por los usuarios en dispositivos móviles.

6.1. Técnicas de análisis de requerimientos

Con el objetivo de identificar las necesidades del sistema se prosiguió a obtener los requerimientos del mismo, esto para determinar las tareas a realizar por el sistema, información que manejará y las condiciones que se deben cumplir para su correcto funcionamiento. Para el análisis de requerimientos existen diversas técnicas que se pueden utilizar, algunas de estas son: entrevista, encuesta, *focus group*, lluvias de ideas, prototipado, *storyboarding*, etnografía, observación entre otras. Analizando las ventajas de estas técnicas se decidió utilizar entrevista (semiestructurada), encuesta y prototipado, las cuales se describen a continuación:

- › Prototipo: De acuerdo a Saltiveri, Vidal, y Delgado (2011) es una implementación parcial, pero concreta, del diseño de un sistema.
- › Entrevista: Según Shams-Ul-Arif, KHAN, y Gahyyur (2009) es un método de ingeniería de requisitos, en el que los requisitos son provocados por la conversión cara a cara con el cliente.
- › Encuesta: Shams-Ul-Arif et al. (2009) mencionan que es un instrumento que se utiliza para llevar a cabo la ingeniería de requisitos sobre una gran población de interés. Ésta es apropiada para el desarrollo de software de propósito general.

Las ventajas y desventajas de las técnicas anteriores se mencionan en la Tabla 5.

Tabla 5

Técnicas de análisis de requerimientos

Técnica	Ventajas	Desventajas
Entrevista semiestructurada. (De acuerdo a Shull, Singer, y Sjøberg, (2008))	› Tienden a ser altamente interactivas. › Los investigadores pueden aclarar preguntas para sondear los encuestados y respuestas inesperadas. › También puede establecer una relación con un entrevistado para mejorar la calidad de las respuestas.	› Las entrevistas son tardadas y costosas. › Necesidad de programar una reunión y al menos una persona debe asistir, generalmente el investigador. › Si los datos de entrevistas consisten en audio o videos, éstas necesitan ser transcritas y/o codificadas, de no ser así se requiere tomar nota cuidadosamente de la entrevista. › Informes de los participantes pueden no reflejar la realidad.
Prototipo de baja fidelidad (Según Saltiveri et al. (2011)).	› Costos de desarrollo pequeños. › Creación muy rápida. › Fácil de cambiar (cualquiera puede hacer los cambios.) › Los usuarios, al ser conscientes de la facilidad de los cambios y del bajo costo económico, se sienten cómodos para opinar y proponer cambios. › Evaluación de múltiples conceptos de diseño. › Útil para el diseño general de las interfaces. › Útil para identificar requisitos de mercado. › El usuario tiene la sensación de prueba del prototipo.	› Limitado para la corrección de errores. › Especificaciones poco detalladas (para pasar a la codificación). › Dirigido por el evaluador. › Su utilidad disminuye cuando los requisitos ya están bien establecidos. › Navegación y flujo de acciones limitadas.
Prototipo de alta fidelidad (Según Saltiveri, et al. (2011)).	› Funcionalidad de tarea completa. › Completamente interactivo. › Dirigido por el usuario. › Navegabilidad. › Aspecto semejante al sistema final. › Puede servir como especificación. › Puede servir como herramienta de <i>marketing</i> y para demostración de ventas.	› Elevados costos de desarrollo. › Requiere mucho tiempo de implementación. › Dificultad para cambiar (cambios sólo realizables por el autor). › Crea falsas expectativas. › Menos efectividad para el descubrimiento de requisitos (en cuanto al de baja fidelidad).

Encuesta (Desde la perspectiva de Shams-Ul-Arif, et al. (2009))	› Posible recopilación de información de un gran número de usuarios de forma simultánea. › Si se diseña correctamente, puede ser rápido y fácil de analizar los datos. › Relativamente barato.	› No es posible la recolección de datos detallados. › No proporciona la visión holística de un sistema.
---	--	--

Para conocer los requerimientos del sistema se utilizaron las técnicas descritas anteriormente. El procedimiento general que se siguió para aplicarse estas técnicas fue el siguiente:

- › Identificar los *stakeholders* del sistema.
- › Realizar los protocolos de entrevistas (uno para cada usuario), encuesta o prototipo.
- › Reclutamiento de usuarios involucrados en el desarrollo del sistema.
- › Aplicación de entrevistas, encuesta o prototipo.
- › Análisis de las entrevistas, encuestas o prototipo.

Para aplicar las técnicas anteriores fue necesario primeramente definir los usuarios involucrados en el sistema, se identificaron cuatro tipos de personas que están relacionados con la problemática o en la solución de esta, estas son, niños, padres, experto en nutrición y profesor de primaria. Para el reclutamiento de estos *stakeholders* se tomó en cuenta que las personas a reclutar cumplieran con el perfil correcto, este perfil se describe a continuación:

- Niños: Este estudio se realizó tomando en cuenta que el desarrollo futuro del sistema fuera utilizado por niños, siendo ellos los usuarios principales, el criterio de selección fue que tuvieran entre ocho y nueve años de edad.
- Padres: Los padres de los niños se incluyeron ya que ellos están directamente relacionados con la alimentación de los mismos, ellos son los responsables de proveerles alimentos e

influyen en sus hábitos alimenticios, el criterio de selección fue que fueran padres de niños con edades de ocho a nueve años de edad.

- **Experto en Nutrición:** Fue necesario en este trabajo una persona experta en el área de salud y más específicamente en nutrición infantil, se incluyó con el fin de tomar la opinión y asesorías en el tema de nutrición, desde cómo debe de ser una buena alimentación, qué hábitos se deben de seguir, como tratar problemas de obesidad y recomendaciones para el sistema.
- **Profesor:** Muchos de los conocimientos que tienen los niños los obtienen por medio de la educación escolar, entre estos conocimientos están los de salud y alimentación, los profesores se encargan de enseñar estos temas, es por ello que se tomaron en cuenta para conocer que enseñan sobre el tema de alimentación y que técnicas de enseñanza utilizan.

Los *stakeholders* mencionados anteriormente fueron los involucrados en el desarrollo del sistema, a estos se les aplicaron las técnicas de análisis de requerimientos, estas técnicas fueron incluidas en la metodología de diseño que se utilizó, ésta metodología es descrita en la siguiente subsección.

6.2. Metodología de diseño

El sistema que se desarrollo tiene por objetivo mostrar la información nutrimental a niños (8 y 9 años) de una manera más entendible para apoyar en la elección del consumo de alimentos. Para realizar el diseño del sistema se utilizó *Rapid Contextual Design*, con el cual se obtuvo un primer prototipo de baja fidelidad, es decir el diseño de pantallas del sistema.

Posteriormente a este prototipo de baja fidelidad, se realizó un prototipo de alta fidelidad el cual fue codificado y usable para el usuario, posteriormente a éste se le realizaron mejoras obteniendo

una segunda versión de este prototipo. Lo mencionado anteriormente se describe detalladamente en la siguiente subsección.

6.3. Diseño y desarrollo del sistema

Al utilizar *Rapid Contextual Design* se realizaron varias actividades entre ellas están, hacer un estudio contextual, interpretación de este estudio y sesiones de diseño participativo. Primeramente se realizó la investigación contextual, ésta se hizo por medio de entrevistas a los *stakeholders* involucrados en el sistema (niño, padres, experto en nutrición y profesor de nivel primaria), éstas fueron semiestructuradas considerando las ventajas que nos ofrecen en cuanto a replicabilidad y detalle. Las temáticas consideradas en las entrevistas y el número de preguntas que las conformaron fueron las siguientes:

- › Niño: Constó de dieciocho preguntas distribuidas en tres secciones, las cuales son, hábitos alimenticios, conocimiento de alimentación y motivación.
- › Padre: Constó de doce preguntas distribuidas en cuatro secciones, las cuales son, hábitos alimenticios, conocimiento de alimentación, motivación y sugerencias al sistema.
- › Experto en nutrición: Constó de veintiocho preguntas distribuidas en cinco secciones, las cuales son, hábitos alimenticios, problemática de la obesidad, motivación, educación alimenticia y sugerencias al sistema.
- › Profesor de escuela primaria: Constó de dieciséis preguntas distribuidas en cuatro secciones, las cuales son, plan de estudios, enseñanza en el aula, hábitos alimenticios escolares

6.3.1. Reclutamiento de los stakeholders

Una vez elaborados los protocolos de entrevista mencionados anteriormente, se prosiguió a reclutar a los *stakeholders* y entrevistarlos. Durante estas entrevistas se grabó el audio con consentimiento del entrevistado, la grabación fue con el propósito de facilitar el análisis de la entrevista, las cuales tuvieron una duración promedio de diecisiete minutos. Una vez concluidas las entrevistas se prosiguió a analizarlas, éste análisis consta de la transcripción de las entrevistas, análisis de la transcripción y a través de éste la elaboración de un diagrama de afinidad. Al realizar lo anterior obtuvimos un diagrama de afinidad el cual refleja la categorización/organización de la información obtenida en las entrevistas (ideas, temas, opiniones, etc.), unos de los principales encabezados es mostrado en la Figura 15, con los cuales se obtuvieron dos implicaciones de diseño, las cuales son las siguientes:

- › Involucrar a los padres en el sistema.
- › Informar a los niños acerca de la información nutrimental con el fin de que les sirva como herramienta para poder leer, entender y analizar dicha información.

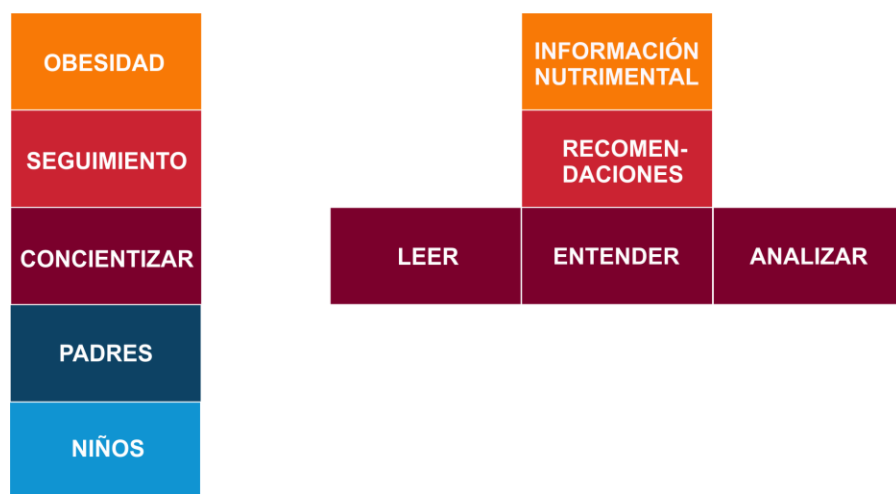


Figura 15. Principales encabezados de diagrama de afinidad

La primera implicación de diseño se tomó de varias respuestas que se obtuvieron en la entrevista con el experto en nutrición, donde menciona el involucramiento de los padres. Enseguida se mencionan algunas de las respuestas.

Experto en nutrición: *“Lo primero que tenemos que hacer es uno explicarles como médico, ya que el papá este consiente de que el niño tiene un problema, el niño también tiene que estar consciente...”*

Experto en nutrición: *“entonces esos son los alimentos [alimentos industrializados] que estamos insistiendo a los padres de familia que eviten en sus hijos.”*

La segunda implicación de diseño se tomó de la siguiente respuesta:

Experto en nutrición: *“entonces eso es lo que tienen que prestar atención las personas a leer la etiqueta y leer todas las letras chiquitas... eso es, leerlo, leerlo, con el simple hecho de leerlo, entenderlo y analizarlo”*

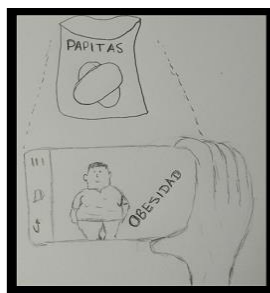
6.3.2. Sesiones de diseño

Siguiendo *Rapid Contextual Design* se realizaron tres sesiones de diseño participativo, una para *visioning*, otra para *storyboarding* y finalmente para prototipado, se contó con asesoría de un experto en el área de sistemas interactivos y el uso de la metodología mencionada.

En la primera sesión de diseño participativo se realizó *visioning*, el objetivo de esta sesión fue obtener *sketches* que representan ideas de sistemas como posibles soluciones a la problemática planteada de acuerdo al estudio contextual (entrevistas) que se había realizado. En esta sesión se realizó una lluvia de ideas, cada idea era dibujada hasta obtener un *sketch*, siguiendo esta dinámica se obtuvieron tres *sketches* (ver Figura 16), en cada uno de ellos se contempló el usar RA y mediante ésta ayudar a comprender el contenido nutricional de cada alimento. La idea común entre

los *sketches* fue que por medio de la cámara de un dispositivo móvil se identificara un alimento (p. ej. botanas, dulces, etc.) y utilizar RA para mostrar información nutrimental sobre dicho alimento. Los tres *sketches* se describen a continuación:

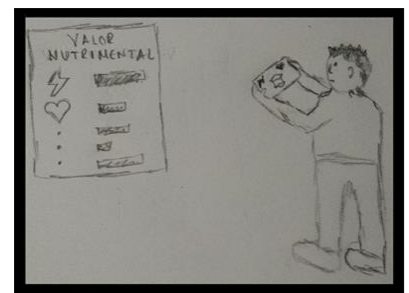
- › Distorsión de la realidad: Su objetivo es identificar un alimento y mostrar información no agradable correspondiente a ese alimento, esta información tendría el propósito de representar el daño en la salud que pueda ocasionar el consumo excesivo de alimentos no saludables.
- › Tamagotchi: Esta propuesta simularía lo que son los tamagotchis pero aplicados en dispositivos móviles. El niño escogería una mascota y tendría la responsabilidad de alimentarla, para ello mediante la cámara se identificarían los alimentos y a través de RA vería si el alimento es saludable, dependiendo de los alimentos con los que se alimente la mascota tendría efectos en el aspecto de la mascota ya sean positivos o negativos.
- › Evidenciando valor nutrimental: La meta de este sistema fue que al identificar un alimento con el dispositivo móvil muestre información virtual que represente la información nutrimental del alimento de una manera entendible para un niño (por ej. corazones, rayos, emojis, etc.).



a) Distorsión de la realidad.



b) Tamagotchi



c) Evidenciando el valor nutrimental

Figura 16. Sketches creados en la sesión de Visioning

En la segunda sesión se hizo *storyboarding*, en ésta primeramente todos los participantes de la sesión dieron a conocer las fortalezas y debilidades de cada *sketch* desde su punto de vista, posteriormente se votó para definir cuál sería el *sketch* en que se trabajaría en la siguiente sesión. Para ello a cada integrante de la sesión se le dieron tres votos, dos positivos y uno negativo, estos los distribuyeron en los tres sketches, finalmente se contaron los votos de cada sketch y se obtuvo un sketch ganador, este fue “Evidenciando el valor nutrimental”. Posteriormente se trabajó en el *sketch* escogido, este trabajo consistió en definir como sería el funcionamiento del sistema y su interacción general con el usuario. El funcionamiento estaría dado por medio de dos aplicaciones, una para ser usada para el niño y otra para el padre, el funcionamiento general para éstas sería de la siguiente manera:

- › Aplicación para usarse por el niño: Esta utiliza RA, el niño capturaría con la cámara de un dispositivo móvil un alimento, el sistema regresaría información acerca del alimento, esta información sería una equivalencia nutrimental de su contenido de una forma sencilla donde él pueda entender que contiene ese alimento.
- › Aplicación para usarse por el padre: Esta tendría la función de informar al padre que alimentos ha consumido su hijo, esta aplicación no utiliza RA.

Tomando el resultado obtenido en la sesión anterior se realizó la tercera sesión llamada prototipado, en esta se utilizó el *sketch* obtenido en la sesión de *storyboarding* y sobre éste se hizo un prototipo de baja fidelidad, en ésta se definió más a detalle cómo sería la interacción del usuario con el sistema, las pantallas que utilizaría y cuál sería el diseño de ellas. Una de las pantallas obtenidas en esta sesión se puede ver en la Figura 17.



Figura 17. Prototipo de sketch

Posteriormente el diseño mostrado en la Figura 17 se hizo de manera digital, en este se muestran la interfaz gráfica de las pantallas más a detalle. En la Figura 18 se muestran dos de estas pantallas, estas corresponden a la aplicación para niños donde se realizan dos funciones principales que realiza el sistema: mostrar información virtual de los alimentos identificados y mostrar el historial de consumo.

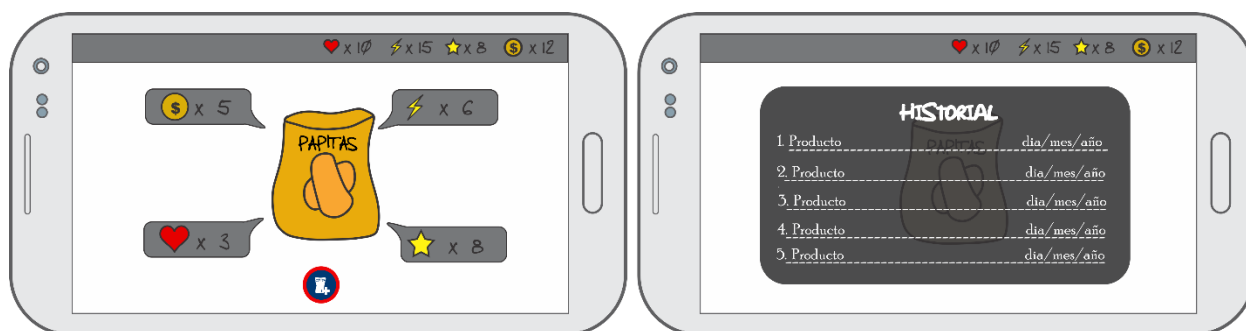


Figura 18. Pantallas principales de prototipo de baja fidelidad

Para el funcionamiento posterior de este prototipo de baja fidelidad, el sistema estaría compuesto de la manera mostrada en la Figura 19.

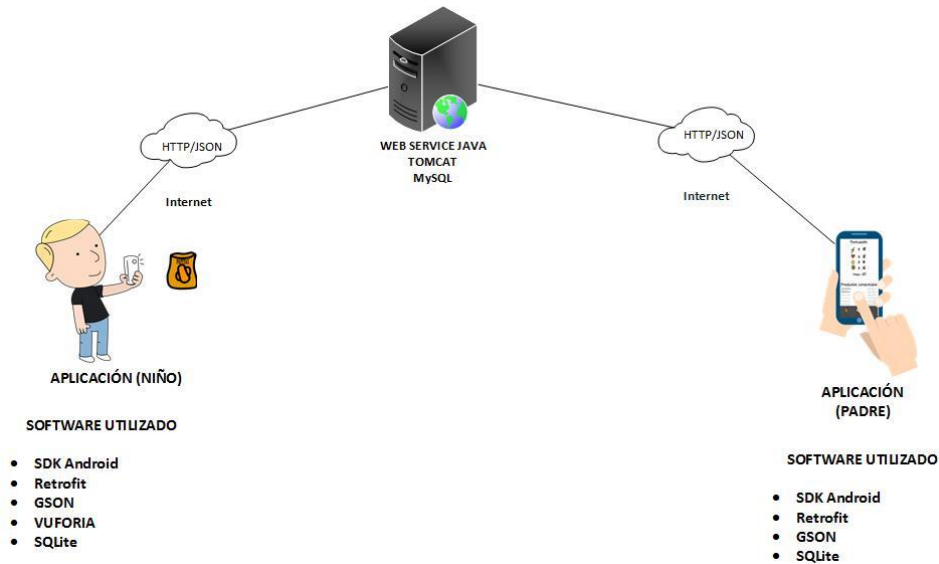


Figura 19. Diagrama del sistema

6.3.3. Programación y definición de funciones de primera versión del sistema

Tomando como base el prototipo de baja fidelidad se desarrolló un primer prototipo de alta fidelidad, este prototipo ya puede ser usado por los usuarios. Este tiene la capacidad de capturar y detectar algunos alimentos preenvasados, contiene dos pantallas, la primera es de configuración, en esta se captura información general del usuario y se muestran las figura usadas en la aplicación (ver Figura 20), en el caso de los personajes usados para representar la información nutrimental, estos fueron hechos de manera que representen un nutrimento a través de un alimento que contiene tal nutriente, una vez que el usuario selecciona su información debe pulsar *Empezar* para pasar a la segunda pantalla. La segunda pantalla utilizada RA, mediante la cámara son detectados productos y posteriormente es mostrada la información nutrimental correspondiente del alimento, la información nutrimental que se muestra es: grasas saturadas, otras grasas, sodio y azúcar, esta se muestra como se ve en la Figura 21.

Configuración

Sexo


☐ Niño


☐ Niña

Información Nutricional

Grasas:



Otras grasas:



Azúcares:



Sodio:



Empezar

Figura 20. Pantalla de configuración de primer prototipo de alta fidelidad

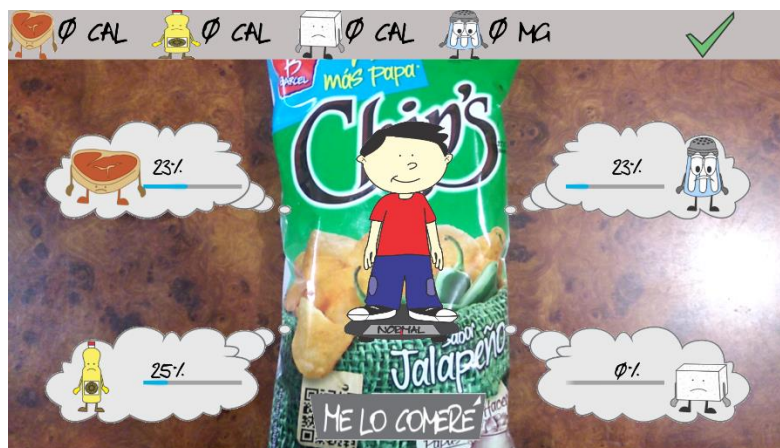


Figura 21. Pantalla de RA de primer prototipo de alta fidelidad

La información nutrimental que muestra este prototipo se presentó en porcentajes a través de *Progressbars*, estos equivalen a la cantidad que contiene del nutrimento de acuerdo a lo recomendado para un consumo diario (persona en general, 2000 calorías diarias), los porcentajes mostrados corresponde a la información nutrimental mostrada en el etiquetado frontal de alimentos establecido por la norma oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 publicado por Cofepris (2010).

El etiquetado mencionado anteriormente está presente en la mayoría de los alimentos y/o bebidas no alcohólicas que se comercializan en México, esta nomenclatura establece como obligatorios

mostrar el contenido de grasa saturada, otras grasas, azúcares totales, sodio y energía. Este etiquetado se muestra en la Figura 22, el cual debe de cumplir principalmente con lo siguiente:

- › El orden de aparición de los nutrientes debe ser como se muestra en la Figura 22.
- › El porcentaje del aporte calórico de grasa saturada, otras grasas y azúcares totales debe estar dado en kilocalorías o Calorías debiendo usar la abreviatura “kcal” o “Cal” y el porcentaje con el signo porcentual “%”.
- › El sodio debe presentarse en miligramos usando la abreviatura “mg” o “g” cuando su contenido sea mayor a un millar y el porcentaje con el signo porcentual “%”.
- › El contenido energético se debe expresar con la palabra “Energía” seguido del número de kilocalorías correspondientes, debiendo usar la abreviatura “kcal” o “Cal”.
- › Los envases de alimentos y bebidas no alcohólicas, considerados como individuales, deberán realizar la declaración de Grasa saturada, Otras grasas, Azúcares totales, Sodio y Energía, por el contenido total del envase.
- › Cuando se trate de un envase familiar, en el que el productor opte por declarar por porción la declaración se hará por porción, pieza o medida casera, se añadirá un ícono en el que se declaren las kilocalorías totales, el cual se ubicará al final de los íconos, se deberá señalar el número de porciones contenidas en el envase, bajo el último de los íconos mencionados.

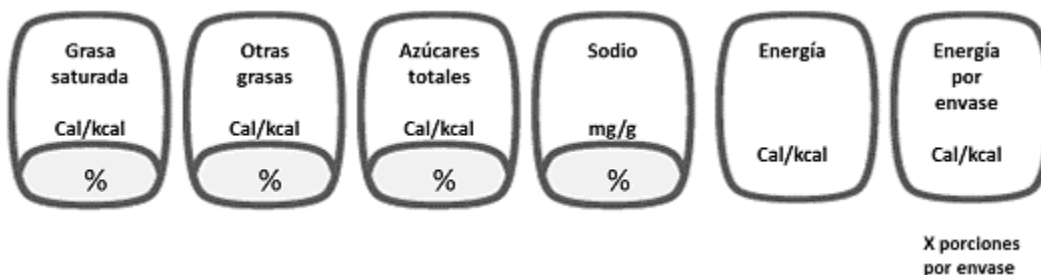


Figura 22. Nomenclatura de la norma NOM-051-SCFI/SSA1-2010

Este prototipo tuvo como finalidad mostrar la información nutrimental del etiquetado anterior pero de una forma más entendible para el usuario y además pudiendo ver los efectos que tienen estos productos al consumirlos en exceso, estos efectos se ven en el personaje que se muestra junto a la información nutrimental, este cambia su aspecto si el usuario selecciona *Me lo comeré* de esa pantalla.

Para desarrollar este primer prototipo se utilizó lo siguiente:

- › Como entorno de desarrollo integrado (IDE del inglés *Integrated Development Environment*) se utilizó Eclipse Luna, ya que aún no estaba disponible el SDK de Vuforia para Android Studio.
- › Android SDK (Software Development Kit) Manager, revision 24.3.4.
- › Vuforia SDK 4.0.103.
- › Computadora con sistema operativo Windows 7.
- › Dos teléfonos inteligentes, Samsung Galaxy s3 sch-i535 y OnePlus One.

Este primer prototipo de alta fidelidad fue probado y evaluado por usuarios con el fin de conocer su aceptación y funcionalidad (mediante una encuesta). Hasta este punto se utilizaron las tres técnicas de análisis requerimientos (entrevistas, prototipado y encuesta), con estas se obtuvieron los siguientes requerimientos funcionales:

- › Involucrar a los padres en el sistema.
- › Enfocar el sistema para ayudar a los niños a leer, entender y analizar la información nutrimental.
- › Explicación previa.
- › Que pida información general del alumno.

Así mismo los siguientes requerimientos no funcionales:

- › Lenguaje de programación para dispositivos Android.
- › Interfaz gráfica amigable (fácil navegabilidad y usable).
- › Capacidad para desarrollo de RA.

6.3.4. Mejoras en segunda versión del sistema

Una vez programado, probado y evaluado el prototipo descrito anteriormente se prosiguió a desarrollar un segundo prototipo de alta fidelidad, este tomó en cuenta los resultados de la evaluación del primer prototipo, donde se obtuvieron como recomendaciones para el sistema las siguientes mejoras:

- › Editar personajes.
- › Más interactivo.
- › Explicación previa del sistema.
- › Ser más específicas las imágenes e información mostrada.
- › Que pida información general del alumno (para personalización).

En base a lo anterior y a necesidades de mejoras desde una perspectiva propia, en la segunda versión del prototipo de alta fidelidad se realizó lo siguiente:

- › Se estableció el nombre de “*El chatarrometro*” para la aplicación.
- › Se rediseñaron pantallas.
- › Se agregó sonido a la aplicación.
- › Se incluyó un tutorial para uso de la aplicación.
- › Se incorporó un “*Glotonario*” (definiciones de conceptos utilizados del área de nutrición).
- › Se incluyó el manejo de un usuario.

- › Se rediseñaron los *avatars*.
- › Mejora en cálculo de la información nutrimental.
- › Cambió la manera de mostrar al usuario las equivalencias nutrimentales.

Uno de los cambios mayores realizados fue el de la interfaz gráfica, las razones de esta modificación fue por la opinión/sugerencias de los usuarios y recomendaciones de diferentes autores de la literatura, apoyando esto último Radu (2014) menciona que el atractivo de los gráficos contribuye al *engagement* de los usuarios, así mismo desde la perspectiva de Pan (2010) a los niños les gustan colores brillantes y vivos de acuerdo a investigaciones psicológicas en el aspecto del color. Tomando en cuenta lo anterior se buscó asesoría de un especialista en diseño gráfico para mejorar el aspecto visual del sistema.

Otro de los cambios mayores realizados al prototipo fue la información nutrimental a mostrar al usuario y como obtener esta información. Para realizar lo anterior se recibieron asesorías de un experto en nutrición (nutrióloga), en estas asesorías principalmente se determinó lo siguiente:

- › Nutrimientos a tomar en cuenta.
- › Cómo realizar el cálculo para su clasificación (Qué tan saludable es).
- › Que escala utilizar en la clasificación de los nutrimentos.
- › Equivalencia de los nutrientes.
- › Mensajes a mostrar en la aplicación.
- › Definiciones para el "*Glotonario*".

6.3.5. Programación y definición de funciones de segunda versión del sistema

Atendiendo las mejoras presentadas en la sección anterior, se consideró importante modificar aspectos sobre el manejo de la información nutrimental del sistema, para ello en asesoría con una

nutrióloga se vio conveniente modificar los nutrientes que se mostraban en el primer prototipo, con el fin de considerar aquellos que sean de mayor peso al clasificar un producto como saludable o no saludable. Se consideraron cuatro nutrientes, tres nutrientes que se deben limitar su consumo (grasas saturadas, azúcares y sodio) y uno que se debe de procurar su consumo (fibra). Las razones por las que se deben limitar el consumo de los nutrientes mencionados son:

- › Grasas saturadas: Su consumo en exceso puede causar obesidad, colesterol y problemas en el corazón.
- › Azúcares: Su consumo en exceso puede causar obesidad, diabetes y problemas cardiacos.
- › Sodio: Su consumo en exceso puede causar principalmente problemas en el corazón.

Por otra parte el nutriente que se debe de buscar consumir es la fibra, ya que en la actualidad uno de los problemas más comunes en los niños es el estreñimiento.

Una vez definidos cuales son los nutrientes que se usarían se prosiguió a definir como clasificar si un alimento es bueno que lo consuma el usuario o no lo es, para ello se consideró necesario primeramente calcular el gasto energético que tiene el usuario (niño) durante un día. Para realizar este cálculo se utilizó el *Basal Metabolic Rate* (BMR). De acuerdo a la OMS (2004) el BMR es la mínima tasa de gasto de energía compatible con la vida, se mide en la posición supina bajo condiciones normales de reposo, ayuno, inmovilidad, termoneutralidad y relajación mental, dependiendo de su uso, la tasa se expresa generalmente por minuto, por hora o por 24 horas. Según la OMS el gasto energético diario para niños de tres a diez años está dado como se muestra en la Tabla 6, para ello es necesario conocer el peso de la persona.

Tabla 6

BMR para niños de tres a diez años

Sexo	BMR: kcal/day
Hombres	$22.706 \cdot \text{kg} + 504.3$
Mujeres	$20.315 \cdot \text{kg} + 485.9$

Finalmente para conocer el gasto energético es necesario multiplicar el valor BMR por un valor de nivel de actividad física (PAL, por sus siglas en inglés), de acuerdo a la OMS (2004) estos valores están dados como se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7

Valores de nivel de actividad física

Categoría	Valor PAL
Estilo de vida sedentario o actividad ligera	1.40-1.69
Estilo de vida activo o moderadamente activos	1.70-1.99
Estilo de vida vigoroso o vigorosamente activa	2.00-2.40

Para elegir qué valor PAL le correspondía al usuario, es necesario determinar que categoría de actividad física le corresponde, para ello se necesitaba conocer las actividades físicas que realiza el usuario, las actividades que contemplan las categorías mostradas en la Tabla 7 de acuerdo a la OMS (2004) son las siguientes:

- › **Estilo de vida sedentario o actividad ligera:** Estas personas tienen ocupaciones que no demandan mucho esfuerzo físico, no están obligados a caminar grandes distancias, generalmente utilizar vehículos para el transporte, no ejercen o participan en deportes regularmente y pasan la mayor parte de su tiempo de ocio sentado o de pie, con poco desplazamiento del cuerpo (hablando, leyendo, viendo televisión, escuchando la radio, utilizando computadoras).

- › **Estilos de vida activos o moderadamente activos:** Estas personas tienen ocupaciones que no son vigorosas en términos de demanda de energía, pero tienen un mayor gasto de energía que la descrita en los estilos de vida sedentarios. Alternativamente, pueden ser personas con ocupaciones sedentarias que regularmente pasan una cierta cantidad de tiempo en actividad física de moderada a vigorosa, Por ejemplo, el desempeño diario de una hora (ya sea continua o en varios episodios durante el día) de ejercicio moderado a vigoroso, como correr, ciclismo, baile aeróbico o varias actividades deportivas.
- › **Estilo de vida vigoroso o vigorosamente activo:** Estas personas se involucran regularmente en el trabajo físico intenso o en actividades de esparcimiento intensas durante varias horas. Ejemplos de ello son las mujeres con ocupaciones no sedentarias que nadan o bailan un promedio de dos horas cada día, o trabajadores agrícolas que trabajan con un machete, azadón o un hacha durante varias horas al día y caminan largas distancias sobre terrenos escarpados, a menudo llevando cargas pesadas.

Tomando en cuenta lo anterior se consideró necesario que el sistema debería pedir información contextual al usuario sobre su actividad física para poder determinar la categoría que le corresponde, esto se hizo mediante las siguientes dos preguntas:

- › ¿Juegas frecuentemente un deporte (por ejemplo futbol, natación, etc.)?: Si la respuesta es no, le corresponde la categoría sedentaria, de ser la respuesta si se requiere que conteste la segunda pregunta.
- › ¿Cuánto tiempo lo practicas?: En esta pregunta se le dan dos posibles respuestas, una hora y dos horas o más, correspondiente a las categorías activo y vigorosamente activo respectivamente.

Una vez teniendo el gasto energético que requiere el usuario, es necesario saber cuánto de esa energía le corresponde al consumo de los nutrientes que vamos a utilizar en nuestro sistema, para ello la Academia Nacional de Medicina en México publicó unas guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad, desarrolladas por Bonvecchio et al. (2015), en las cuales recomienda el siguiente consumo:

- › Grasas saturadas: <7% del requerimiento calórico total.
- › Azúcar: 10% de energía proveniente de hidratos de carbono (aproximadamente 60% del total de requerimiento calórico).

Por otra parte, la Oficina de Prevención de Enfermedades y Promoción de la Salud (s.f.) (ODPHP, por sus siglas en inglés) menciona el siguiente consumo recomendado en cuanto a fibra y el sodio:

- › Fibra: Recomiendan 16.8 g para niñas de 4 a 8 años, 22.4 g para niñas de 9 a 13 años, 19.6 g para niños de 4 a 8 años y 25.2 g para niños de 9 a 13 años.
- › Sodio: Recomiendan 1900 mg para niños (as) de 4 a 8 años y 2200 mg para niños (as) de 9 a 13 años.

Una vez teniendo el consumo adecuado correspondiente de nutrientes de acuerdo al gasto energético, se pasó a clasificar si un alimento contiene baja o alta aportación de un nutriente, para ello INSP (2015) declara lo siguiente, para los nutrimentos que se recomienda consumir (fibra) su clasificación está dada de la siguiente manera:

- › Los alimentos que contienen menos de 5% se consideran bajos en este nutrimento
- › Los alimentos que contienen más de 10% son buena fuente del nutrimento
- › Los alimentos que tienen más de 20% se consideran una fuente excelente de ese nutrimento

Por otra parte para los nutrimentos que se sugiere limitar (grasas saturadas, azúcar y sodio) declara lo siguiente:

- › Los alimentos que contienen menos de 5% se consideran bajos en éste nutrimento
- › Los alimentos que tienen más de 10% se consideran altos en este nutrimento

A partir de lo anterior fue necesario llevar esta clasificación (bajo, bueno, alto, excelente) de los nutrimentos de los alimentos a una representación adecuada para niños, esta se realizó a través de *emojis*, debido a que es una forma conocida y entendible de expresar emociones, en este caso el objetivo es transmitir emociones de aprobación o desaprobación del alimento. La clasificación desarrollada en este trabajo se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Escala para la clasificación de los nutrientes

	Grasas Saturadas	Sodio	Azúcar	Fibra
	Grasas<5% Bajo en grasas saturadas	Sodio<5% Bajo en sodio	Azúcar<5% Bajo en azúcar	Fibra>20% Alto en fibra
	N/A	N/A	N/A	10%<Fibra<20% Bueno en fibra
	5%<=Grasas<=10% Con grasas saturadas	5%<=Sodio<=10% Con sodio	5%<=Azúcar<=10% Con azúcar	5%<=Fibra<=10% Poca fibra
	Grasas >10% Alto en grasas saturadas	Sodio>10% Alto en sodio	Azúcar>10% Alto en azúcar	Fibra<5% Bajo en fibra

La tabla mencionada anteriormente muestra como representar el contenido de cada nutriente de un alimento, los porcentajes que se muestran para cada nutriente están dados de la siguiente forma:

- › Grasas saturadas: Del requerimiento calórico diario se debe consumir 7% en grasas saturadas, sobre el resultado que se obtenga se utilizan los porcentajes mostrados en la tabla.
- › Sodio: Porcentajes de la cantidad recomendada de sodio en miligramos.
- › Azúcar: Del requerimiento calórico diario se debe consumir aproximadamente 60% en carbohidratos, de este porcentaje solo el 10% debe ser de azúcar, sobre el resultado que se obtenga se utilizan los porcentajes mostrados en la tabla.
- › Fibra: Porcentajes de la cantidad recomendada de sodio en gramos.

Con respecto a lo anterior se puede ver que solamente en las grasas saturadas y el azúcar es utilizado el requerimiento calórico diario, ya que de los otros dos nutrientes la recomendación está dada en gramos, debido a que las grasas saturadas y el azúcar en la información nutrimental de los alimentos se presenta en gramos o miligramos es necesario convertir esta información a calorías, para ello MedlinePlus (2014) menciona que cada gramo de grasas saturadas aporta nueve calorías y según America Heart Association (2014) un gramo de azúcar aporta cuatro calorías.

El procedimiento anterior describe como es el cálculo para la asignación de un *emoji* en cada nutriente de un alimento (Tabla 8), este procedimiento es utilizado en la pantalla principal de la aplicación en donde el usuario consulta la información nutrimental del alimento y se muestran esos *emojis* a través de RA (un emoji por cada nutrimento), junto a estos es mostrado un mensaje, este está dado de acuerdo al *emoji*, esta relación se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9

Mensajes para cada emoji

	Nutrimento			
	Grasas saturadas	Sodio	Azúcar	Fibra
	Bajo en ... (nombre del nutrimento)			Alto en ... (nombre del nutrimento)
	N/A			Bueno en ... (nombre del nutrimento)
	Con ... (nombre del nutrimento)			Poca ... (nombre del nutrimento)
	Alto en ... (nombre del nutrimento)			Bajo en ... (nombre del nutrimento)

Para determinar si un alimento es saludable o no lo es, son tomados en cuenta los cuatro nutrientes. Para ser considerado "saludable" se requiere que el contenido de grasas saturadas, sodio y azúcares sea considerado como “bajos” es decir que tengan el *emoji* correspondiente al mensaje de “Excelente en...”. En cuanto a fibra, ésta puede estar presente en el alimento o no, ya que es recomendable que lo esté pero si no es el caso esto no significa que el producto no sea saludable. Para transmitirle al usuario si el alimento es saludable o no lo es, se le informa de dos maneras: por una parte se reproduce un sonido que indica desaprobación o aprobación y al mismo tiempo de manera visual se le da a conocer la clasificación final del alimento, esto último mediante un icono, los iconos usados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

Imagen para productos saludables y no saludables

	Producto
	Producto saludable
	Producto no saludable

Un ejemplo de lo anterior se muestra en la Figura 23, en donde el sistema identifica una bolsa de una botana, este muestra que este no es un producto saludable ya que es alto en grasas saturadas y alto en sodio.



Figura 23. Ejemplo de interfaz al identificar un alimento

Al presionar las *emojis* o los mensajes se obtiene más información sobre el nutriente correspondiente, esta información es una equivalencia nutrimental pero de una manera más natural o habitual para el usuario, la manera que se representó es a través de cucharadas, en el caso de las grasas saturadas se utilizan cucharadas de aceite, en azúcar se utilizan cucharadas de azúcar, para el sodio se usan cucharadas de sal y para la fibra se utilizan cucharadas de salvado de trigo. Junto a la equivalencia se muestra un mensaje, los mensajes están dados de acuerdo a la clasificación que obtuvo el nutriente, estos mensajes se muestran en la Tabla 11.

Para definir las equivalencias de los nutrientes fue necesario conocer cuántas calorías tiene una cucharada de aceite y de azúcar, los miligramos de sodio de una cucharada de sal y los gramos de fibra de una cucharada de salvado de trigo. Lo anterior está dado de la siguiente manera:

- › Aceite: De acuerdo a ODPHP (s.f.) 27 gramos de grasas saturadas equivalen a 5 cucharaditas de aceite, es decir 5.4 gramos de grasas saturadas a una cucharadita de aceite

- › Azúcar: Según WebMD (2009) una cucharadita de azúcar granulada es igual a 4 gramos de azúcar.
- › Sal: De acuerdo a American Heart Association (2016) una cucharadita de sal es igual 2300mg de sodio.
- › Trigo: De acuerdo a CalorieKing (s.f.) una cucharadita de salvado de trigo tiene 1.6 g de fibra.

Tabla 11

Mensajes de equivalencias

	Nutrimento
	Excelente en ... (nombre del nutrimento)
	Bueno en ... (nombre del nutrimento)
	Regular en ... (nombre del nutrimento)
	Mal en ... (nombre del nutrimento)

Teniendo lo anterior es posible tener las equivalencias, estas se muestran en la Figura 24.

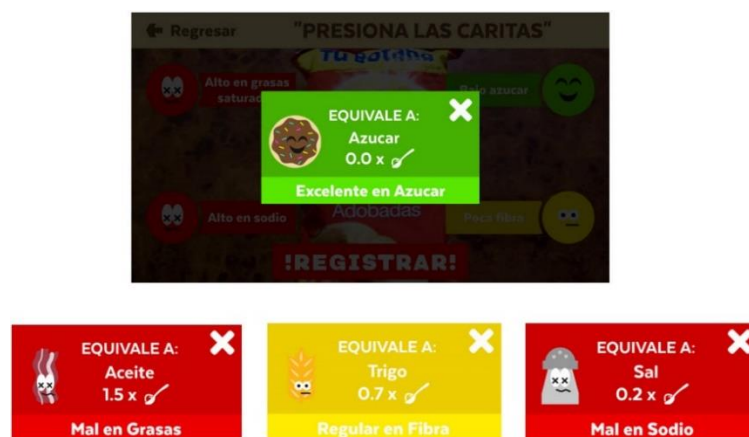


Figura 24. Mensajes de equivalencias.

Además de lo anterior (pantalla principal con RA) el sistema cuenta con otras funciones entre ellas: un tutorial de explicación, una sección de Perfil y un "*Glotonario*". Al ser iniciada la aplicación móvil por primera vez la pantalla que se muestra corresponde a la de perfil, donde se le solicita crear uno o en dado caso de tener uno iniciarían sesión, los datos que se solicitan para crear un perfil son nombre, edad, peso y su nivel de actividad física, esta se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Pantalla de Login

Una vez ingresado o creado un perfil se muestra al usuario un tutorial sobre el funcionamiento del sistema, una de esas pantallas es la mostrada en la Figura 26.



Figura 26. Pantalla de explicación de la aplicación

El tutorial se muestra solamente la primera vez que se abre la aplicación, posteriormente es mostrado el menú, en el cual se puede acceder a las diferentes funciones de la aplicación, este menú se muestra en la Figura 27.



Figura 27. Pantalla del Menú

En el menú se puede acceder a la sección Perfil, donde es posible modificar los datos del perfil y ver el historial de consumo, esta sección se muestra en la Figura 28.

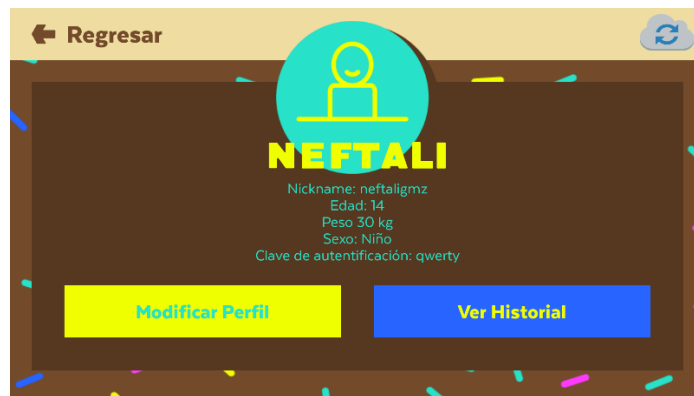


Figura 28. Sección Perfil

El historial consiste en un listado de alimentos registrados por el usuario, la información que maneja es el producto consumido y la fecha de consumo, la forma en que se presenta se mira en la Figura 29.

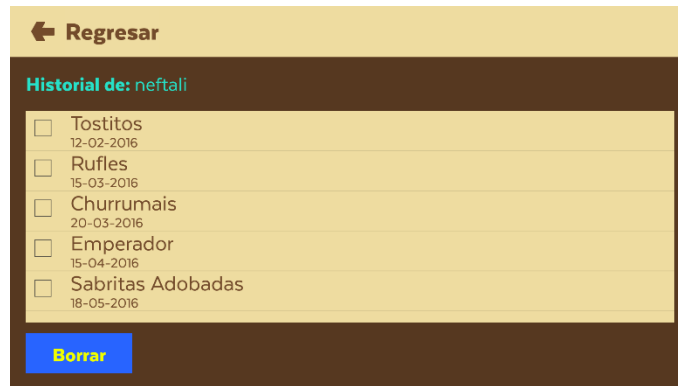


Figura 29. Sección Historial.

La última sección se llama “*Glotonario*”, ésta presenta los principales conceptos utilizados en la aplicación, tales como: comida chatarra, azúcar, fibra, grasas saturadas y sodio, en cada uno de los conceptos se explica ¿Qué es?, ¿En qué alimentos está? y ¿Qué efectos puede traer su consumo en exceso?, esta sección se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Sección Glotonario

Las figuras anteriores representan las principales pantallas de la aplicación para el niño, para el desarrollo de la aplicación para el padre se continuo utilizando el mismo estilo de diseño, este diseño es más reducido ya que solo cuenta con pantalla de *Login*, menú, historial de consumo y perfil, una de las pantallas de la aplicación para el padre es mostrada en la Figura 31.



Figura 31. Pantalla principal de aplicación para el padre

Para programar el segundo prototipo con este nuevo diseño fue utilizado lo siguiente:

- › Como IDE se utilizó Android Studio 1.5.1.
- › Android SDK (Software Development Kit) Manager, revision 24.4.1.
- › Vuforia SDK 5.0.10.
- › Computadora con sistema operativo Windows 10.
- › Un teléfono inteligente (OnePlus One).

Una vez concluida la programación del prototipo se prosiguió a ser probado con usuarios potenciales para su evaluación, esta evaluación se describe detalladamente en la siguiente sección.

6.4. Diagramas UML

Para la definición y documentación del sistema, se modeló a través de diagramas UML, en donde se obtuvieron diagramas de casos de uso, de paquetes y de clases. El sistema está compuesto de dos actores, niño y padre, las actividades que realizan estos actores fueron representadas por casos de uso, para el actor niño se requirieron diez casos de uso, el diagrama de caso de uso y las tablas de descripción de estos se pueden ver en el Anexo 1. Así mismo se obtuvieron siete casos de usos del actor padre, mismos que se añaden como Anexo 2.

El sistema está compuesto por tres subsistemas los cuales son un servidor manejado con un Web Service (WS) y dos aplicaciones móviles, estas aplicaciones se conectarán al WS para su sincronización (almacenamiento, inserción y actualización de datos). Este sistema se representó en un diagrama de paquetes, el cual se muestra en la Figura 32.

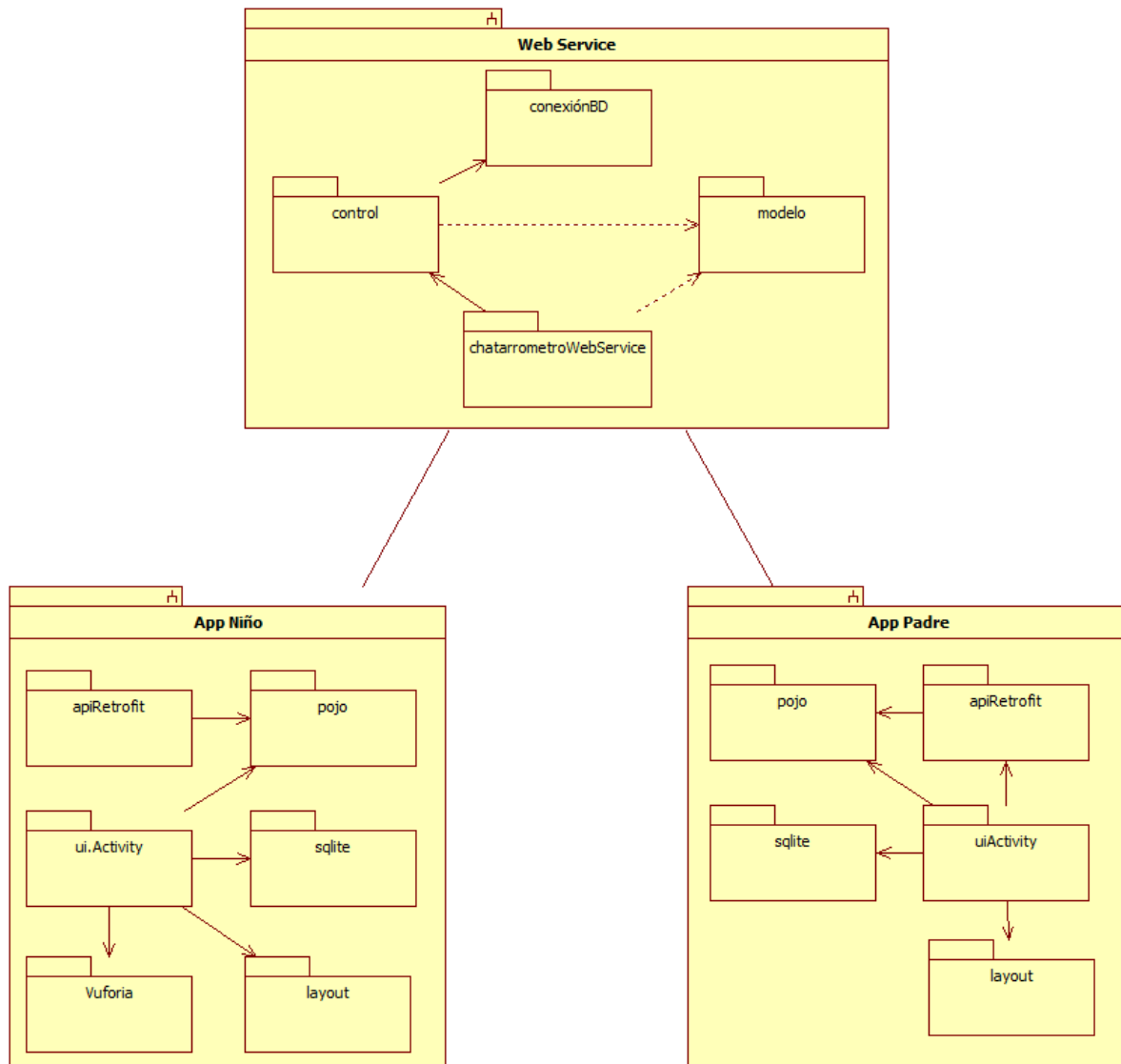


Figura 32. Diagrama de paquetes del sistema

Como se puede observar en la Figura 32 la App Niño y la App Padre tienen grandes similitudes, su diferencia principal es que la primera tiene agregado un paquete llamado Vuforia para la creación de realidad aumentada, la funcionalidad de los paquetes del sistema se menciona brevemente a continuación:

- › conexiónBD: Se encuentran las clases que realizan la conexión con la base de datos MySQL del servidor y las operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar y Borrar, del inglés: Create, Read, Update and Delete) de ésta.
- › control: Se encuentra la clase que gestiona las peticiones realizadas al WS y de acuerdo a éstas realiza las operaciones solicitadas en la base de datos.
- › modelo: Están las clases que representan las entidades del sistema.
- › chatarometroWebService: En éste están los métodos GET, POST, PUT y DELETE del WS para cada entidad.
- › apiRetrofit: Contiene todas las peticiones que se pueden realizar al WS, éstas se realizan a través de Retrofit.
- › pojo: Se encuentra las clases pojo (del inglés Plain Old Java Object) de cada una de las entidades.
- › uiActivity: Contiene todas las Activitys usadas en las aplicaciones.
- › sqllite: En éste están las clases que controlan la creación de la base de datos y las operaciones CRUD de ésta.
- › Vuforia: Este paquete contiene la plataforma de RA Vuforia.
- › layout: Están los Layouts que utilizan las Activitys.

Cada uno de estos paquetes está compuesto por una serie de clases, las cuales fueron representadas por diagramas de clases a nivel paquete, aunque los tres subsistemas que componen el sistema

tienen similitudes en cuanto a los paquetes que lo componen, las clases de estos paquetes están elaboradas de acuerdo a las necesidades de cada subsistema, los diagramas de clases del WS se muestran en la Figura 33 y Figura 34, así mismo los diagramas que representan el subsistema App niño se muestran en la Figura 35 y Figura 36, y finalmente en las Figura 37 y Figura 38 son mostrados los diagramas correspondientes al subsistema App padre.

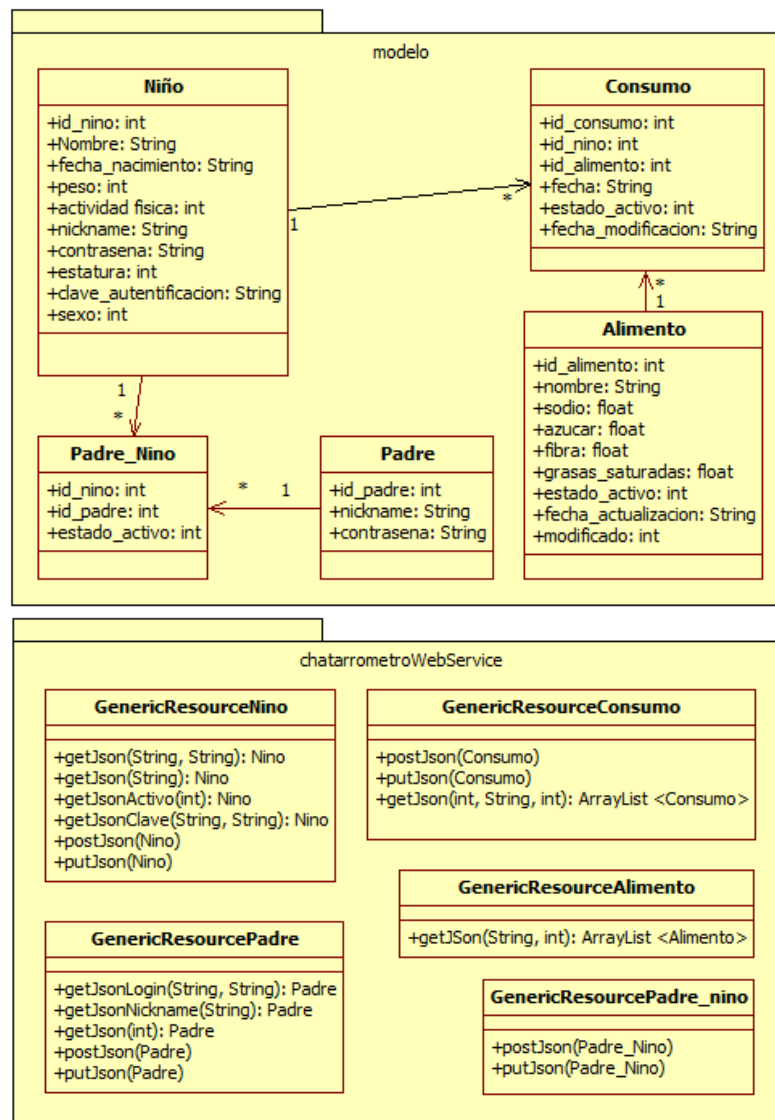


Figura 33. Diagrama de clases de paquete modelo y chatarrometroWebService

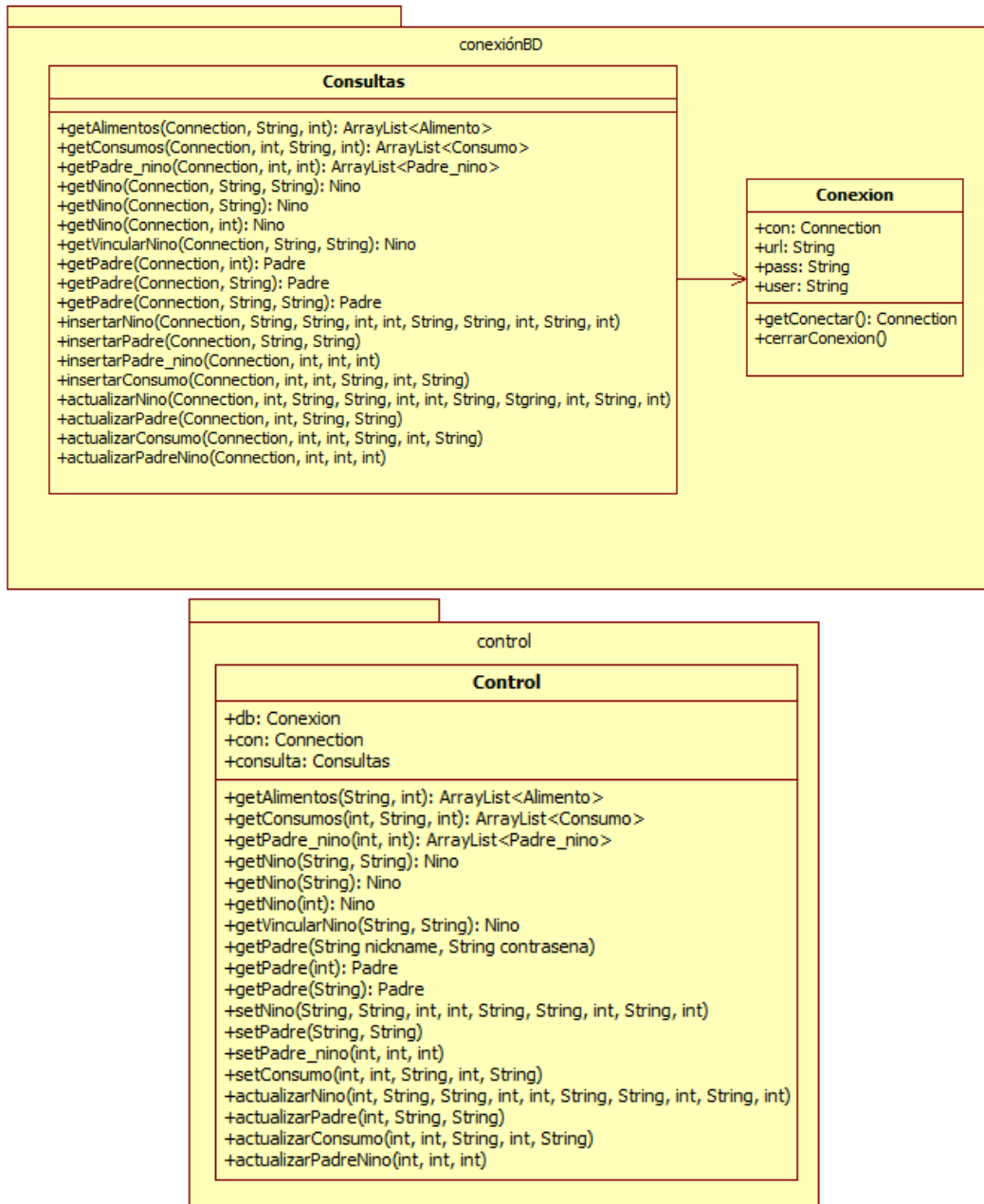


Figura 34. Diagrama de clases de paquete conexiónBD y control

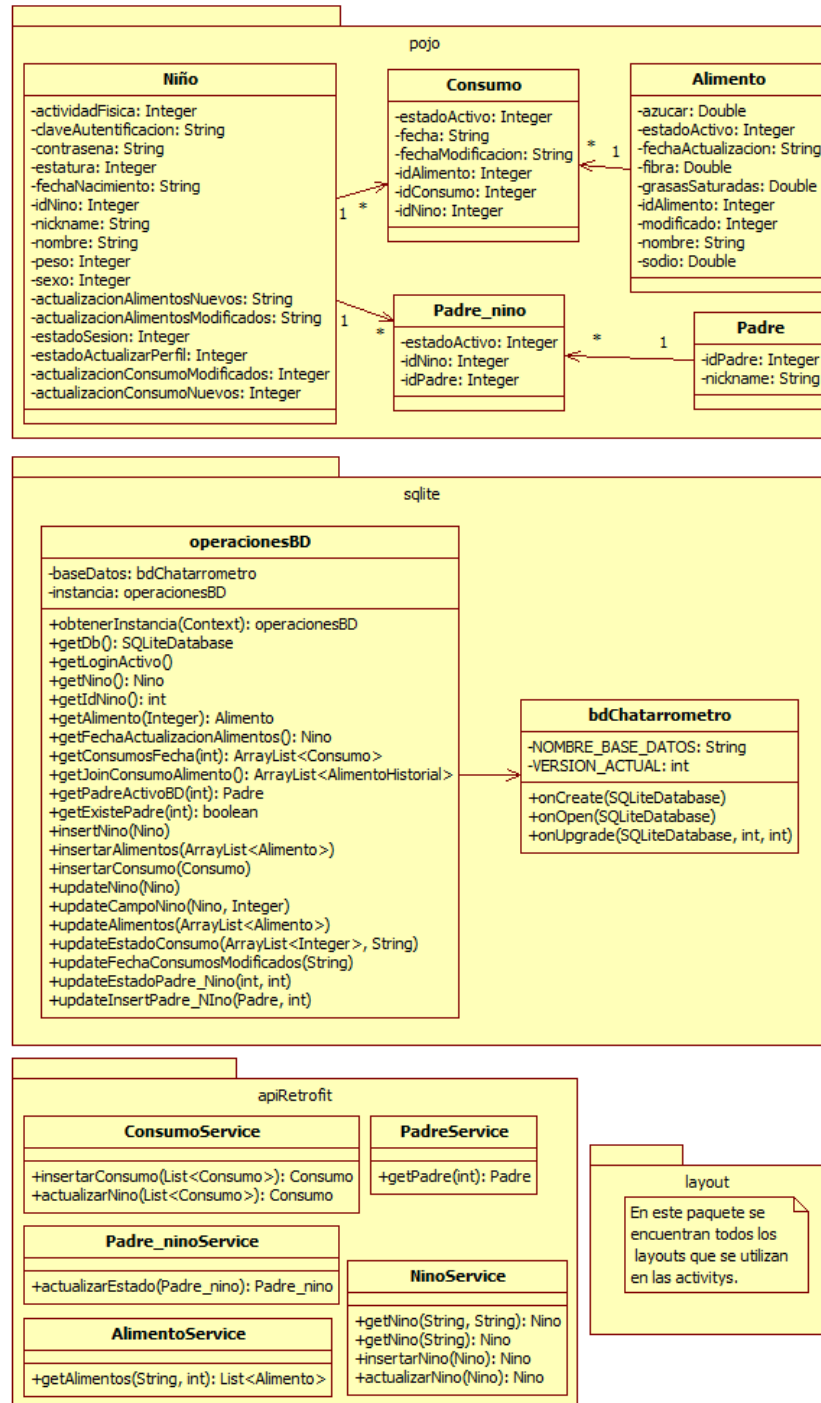


Figura 35. Diagrama de clases de paquete pojo, sqlite, apiRetrofit y layout

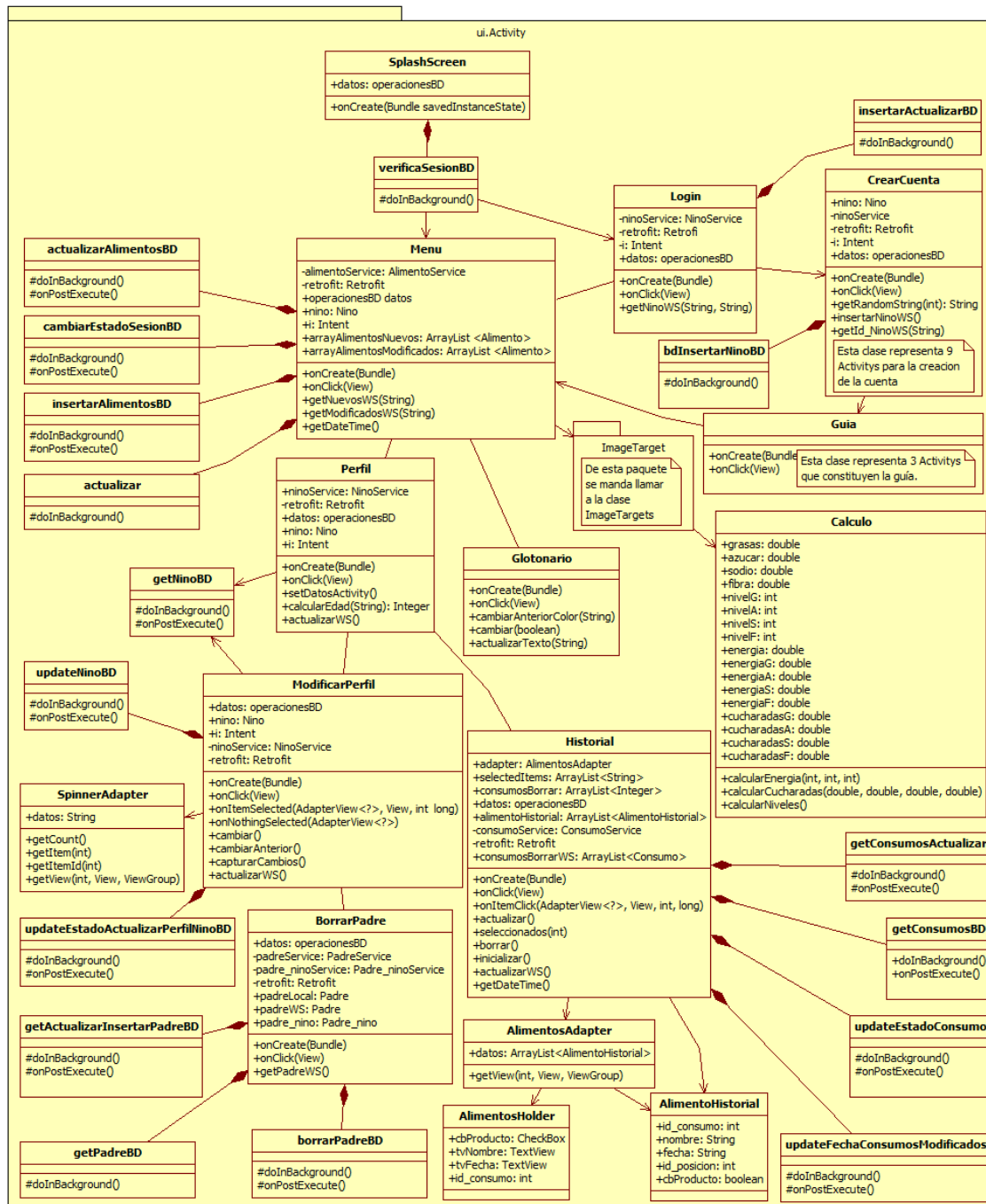


Figura 36. Diagrama de clases de paquete uiActivity

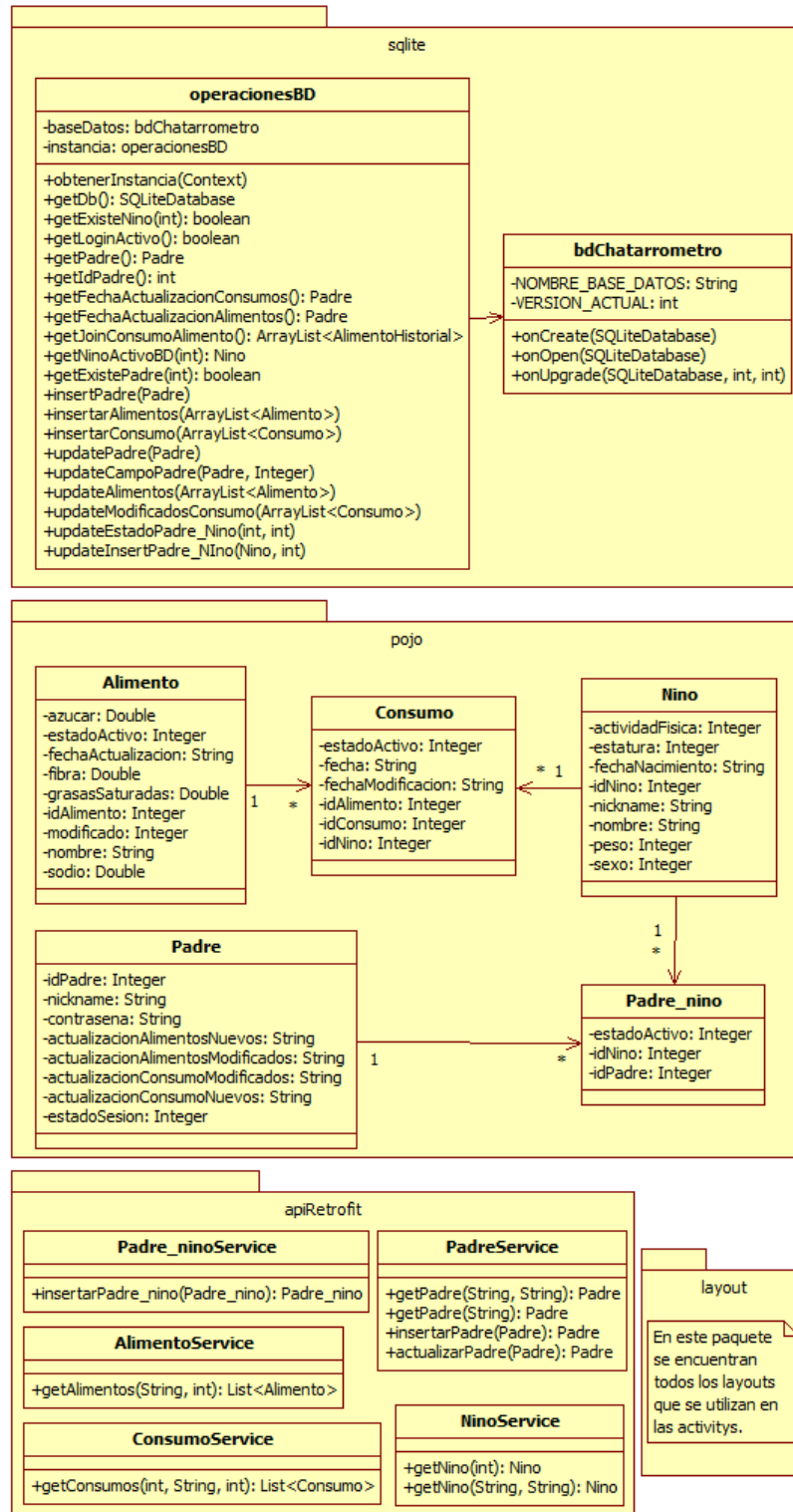


Figura 37. Diagrama de clases de paquete pojo, sqlite, apiRetrofit y layout

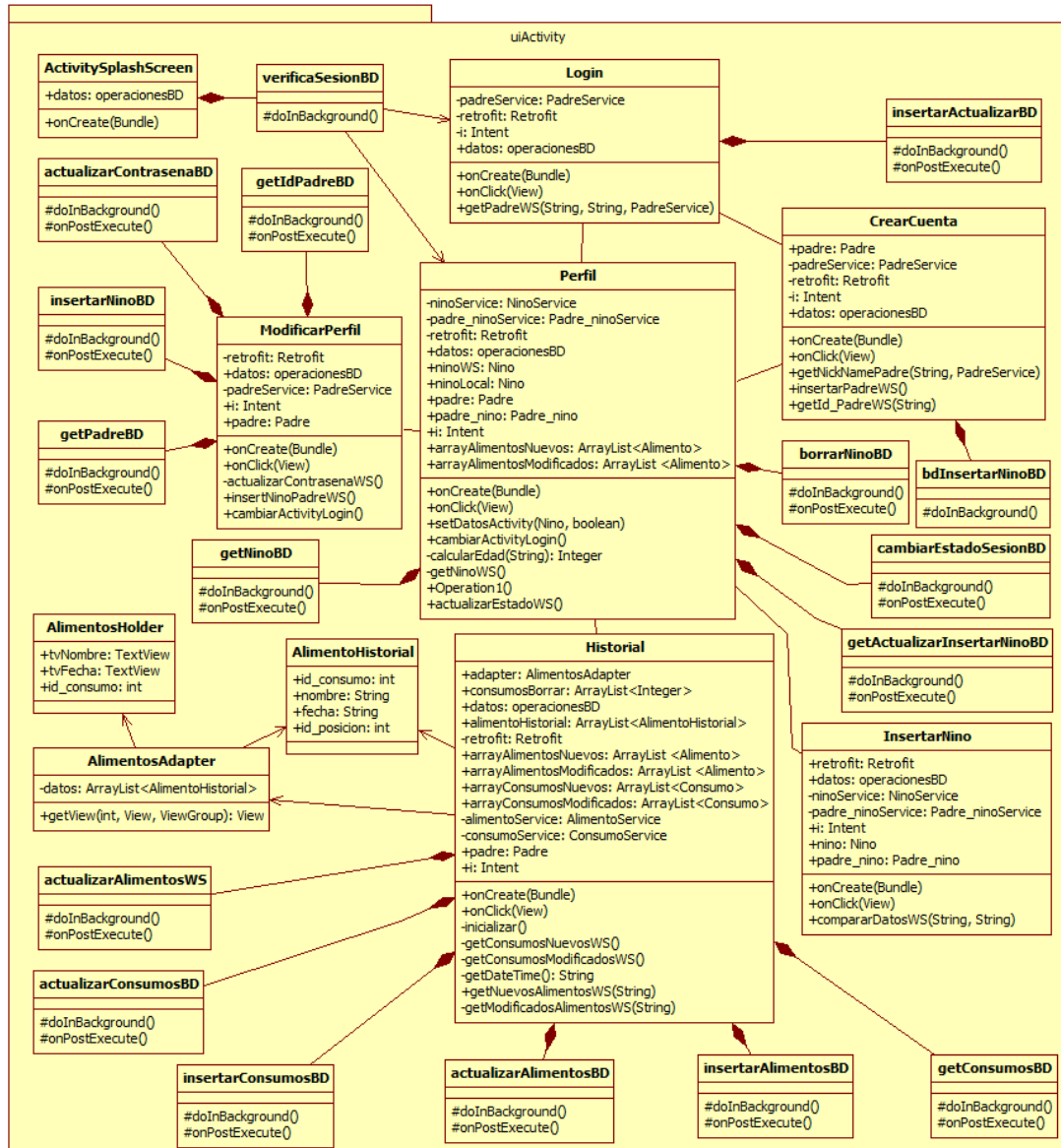


Figura 38. Diagrama de clases de paquete uiActivity

6.5. Resumen

En esta sección se describió el proceso que se llevó a cabo para la creación del sistema, este proceso inició con la aplicación de técnicas de análisis de requerimientos a los usuarios involucrados en el sistema, estas técnicas formaron parte de la metodología de diseño utilizada. Siguiendo esa metodología se realizaron sesiones de diseño hasta la obtención de un prototipo de baja fidelidad

(pantallas del sistema), finalmente este prototipo fue programado en una primera versión funcional para posteriormente realizarle mejoras y obtener una segunda versión. Finalmente esta sección contempla diagramas UML del sistema.

7. Evaluación

Con el fin de conocer la satisfacción del usuario, su facilidad de aprendizaje, su eficiencia y efectividad, se realizó una evaluación de los prototipos, esta se hizo por medio de una prueba de usabilidad, en la prueba se utilizó el cuestionario *System Usability Scale* (SUS) desarrollado por Brooke (1996), éste fue adaptado con el fin de adecuarlo al trabajo realizado. La evaluación se realizó a los dos prototipos de alta fidelidad elaborados, al terminar el primer prototipo este fue evaluado, de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en esa evaluación se realizó un segundo prototipo, de la misma manera el segundo prototipo fue evaluado, se compararon los resultados de las evaluaciones de los prototipos con la finalidad de conocer si hubo mejoría con respecto al primer prototipo, este proceso de evaluación se describe más detalladamente en las siguientes subsecciones.

7.1. Primer prototipo

Teniendo el primer prototipo de la aplicación terminada se vio conveniente realizar pruebas de usabilidad. Las pruebas de usabilidad se realizaron con niños de ocho a diez años. Estas pruebas se realizaron en las jornadas de ingeniería (2015) de UABC donde acuden niños de diferentes escuelas y grados académicos. Las pruebas realizadas se hicieron de la siguiente manera: primeramente se le daba una explicación general a los niños sobre la aplicación que se les iba a mostrar, posteriormente se le prestaba un celular con la aplicación instalada, interactuaban con la aplicación y algunos alimentos preenvasados (veían la información nutrimental de los alimentos

con la aplicación) y finalmente contestaban un cuestionario de usabilidad. El cuestionario que se utilizó fue el SUS (Brooke, 1996) con algunas adaptaciones.

El SUS consta de diez preguntas de opción múltiple que utilizan una escala de Likert de cinco opciones (desde fuertemente en desacuerdo hasta fuertemente de acuerdo), este cuestionario fue traducido y adaptado su lenguaje para niños, lo anterior con el fin de facilitar su entendimiento al ser contestado. En cuanto a la escala de respuesta la modificación fue la siguiente, se mantuvo una escala de Likert de cinco respuestas las cuales son las siguientes: claro que no, no, a lo mejor, si y claro que sí. Por otra parte en cuanto a las preguntas, dos de las utilizadas (de diez) son las siguientes:

- Me gustaría usar este juego más seguido.
- Creo que el juego es fácil de usar.

Adicionalmente al cuestionario SUS (Brooke, 1996) se le agregaron dos preguntas abiertas para conocer requerimientos adicionales sugeridos por el usuario, las preguntas utilizadas fueron las siguientes:

- ¿Qué le pondrías al juego? (pregunta abierta).
- ¿Qué le quitarías al juego? (pregunta abierta).

Además del cuestionario aplicado a los niños, se aplicó un cuestionario a profesores de escuelas primarias con el fin de conocer su opinión acerca de la aplicación, este constó de cinco preguntas, las cuales son las siguientes:

- ¿Qué le agregaría a la aplicación?
- ¿Qué le quitaría a la aplicación?
- ¿Qué ayudaría a los niños a entender mejor el propósito de la aplicación?

- ¿Tiene algunas recomendaciones o sugerencias? ¿Cuales?
- ¿Usaría esta aplicación en el aula? (Si la respuesta es NO, que modificaría para sí usarla)

7.2. Resultados de primer prototipo

Como resultado se obtuvo la retroalimentación de 117 niños y 15 profesores, estas respuestas se analizaron, en el análisis se obtuvieron graficas de frecuencia de respuestas por cada pregunta del cuestionario, dos graficas correspondientes a dos preguntas se muestran en la Figura 39.

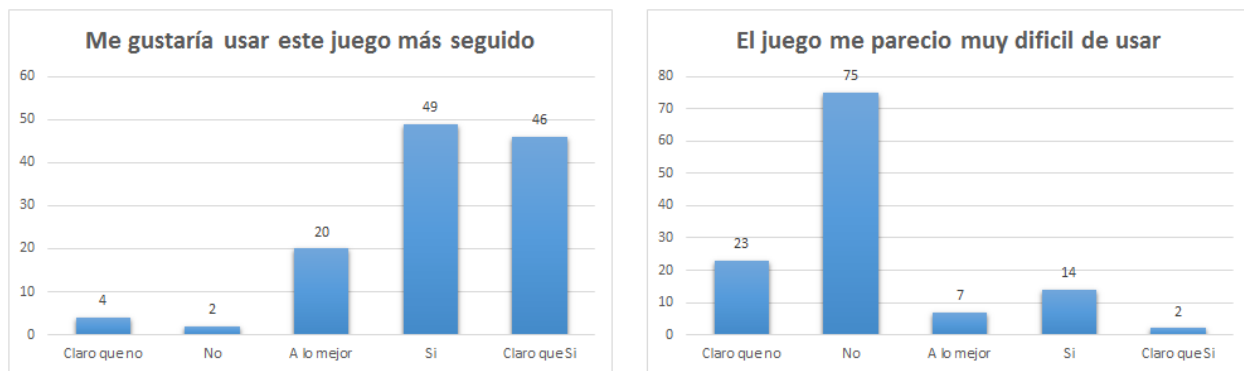


Figura 39. Resultados de primer prototipo

Analizando los resultados, se vieron resultados buenos, sin embargo en base a los requerimientos solicitados recurrentemente por los usuarios se vio conveniente que el sistema se mejorara en los siguientes aspectos:

- Editar personajes.
- Mejorar interacción
- Explicación previa sobre la información nutrimental.
- Ser más específicos los iconos de la aplicación.
- Añadir más información general del alumno para mejorar la personalización de la aplicación.

7.3. Segundo prototipo

Tomando en cuenta los resultados de la evaluación del primer prototipo se prosiguió a realizar el segundo prototipo, en este se mejoraron los puntos débiles del primer prototipo, para ello se recibieron asesorías de un especialista en el área de nutrición e igualmente se pidió apoyo a un diseñador gráfico para la mejora de las interfaces gráficas. Una vez teniendo el segundo prototipo ya listo se prosiguió a evaluarlo, para ello igualmente que en el primer prototipo se consideró utilizar un cuestionario de usabilidad, este cuestionario se describe detalladamente en las siguientes subsecciones.

7.4. Definición y adaptación de instrumento a utilizar

Para evaluar este segundo prototipo se utilizó un cuestionario, este fue una adaptación partiendo del cuestionario original SUS (Brooke, 1996). Para ello primeramente se tomó el cuestionario en el idioma original (inglés), se tradujo a español y finalmente se bajó el lenguaje utilizado para ser aplicado en niños. Para realizar el procedimiento anterior se pidió asesorías a expertos en el área de evaluación y lenguaje. Una de las preguntas del cuestionario que obtuvimos se muestra a continuación:

› I think that I would like to use this system frequently. (Original)

Creo que me gustaría utilizar ésta aplicación con frecuencia. (Traducción literal)

Me gustaría usar la aplicación con frecuencia. (Traducción adaptada)

Una vez teniendo las diez preguntas del cuestionario SUS (Brooke, 1996) adaptados, se prosiguió a adaptar la escala de respuesta, esta originalmente utiliza una escala de Likert de cinco respuestas, desde *Strongly disagree* hasta *Strongly agree*. Se trabajaron en tres propuestas de escalas, todas

estas mantienen una escala de Likert de cinco respuestas, las propuestas son las mostradas en la Figura 40, Figura 41 y Figura 42.

a) Claro que no	b) No	c) A lo mejor	d) Si	e) Claro que si
-----------------	-------	---------------	-------	-----------------

Figura 40. Primer propuesta

Claro que no	Claro que si			
				

Figura 41. Segunda propuesta

				
Claro que no	No	A lo mejor	Si	Claro que si

Figura 42. Tercer propuesta

De las propuestas anteriores se vio conveniente utilizar la última, ya que utiliza una forma de expresión fácil de entender y utilizar, a través de *emojis*, mediante éstos el usuario puede manifestar su aprobación o desaprobación con la pregunta de una forma habitual, ya que ellos están familiarizados con el uso de estos para expresar sus opiniones, por ejemplo estos los usan cotidianamente en el uso de las redes sociales. Los *emojis* utilizados fueron tomados de la aplicación WhatsApp⁷ por conveniencia en cuanto a popularidad y diseño.

⁷ <https://www.whatsapp.com>

7.5. Pilotaje del instrumento

Con el fin de asegurarnos de que el cuestionario fuera sencillo de entender y responder, se realizó una prueba piloto antes de realizar las pruebas finales del segundo prototipo, esta prueba se realizó con diez niños de cuarto grado escolar de una escuela primaria. Para la selección de los niños se pidió la ayuda del profesor del grupo con la finalidad de que dentro de los diez se involucran niños con alto, medio y bajo nivel académico, además que estuvieran involucrados tanto niños como niñas.

Una vez teniendo el grupo de diez niños se prosiguió a hacer la prueba del instrumento, para ello se les explico de qué trataba nuestra aplicación y cómo funcionaba, posteriormente usaron la aplicación y se prosiguió a la contestación del cuestionario. Antes de pasar a la actividad de respuesta del cuestionario se les hizo saber la importancia de su opinión, el objetivo era conocer si alguna parte del cuestionario no la entendían para poder mejorarla. Al aplicarse el cuestionario se observó la simpatía del usuario con la escala de respuesta utilizando *emojis* y que el cuestionario utilizaba un lenguaje adecuado para ellos. En la Figura 43 se muestra el momento en el que se estaba realizando las pruebas del cuestionario. Al finalizar el cuestionario se les cuestionó sobre si alguna pregunta o palabra del cuestionario no habían entendido y sus respuesta fue que todo lo habían comprendido fácilmente, con este resultado obtenido, al cuestionario no se le hicieron modificaciones y se procedió a aplicarlo en las pruebas finales.



Figura 43. Pruebas piloto de cuestionario SUS

7.6. Pruebas del segundo prototipo y aplicación del instrumento.

Para realizar las pruebas finales del sistema se trabajó con grupos de tercero y cuarto año de dos escuelas primarias de Ensenada, las escuelas fueron las siguientes:

- › Maestro Luis Mejia Velasco.
- › Colegio Ticalli

Para realizar estas pruebas se utilizaron teléfonos móviles y algunos productos preenvasados. Contemplando las dos escuelas mencionadas anteriormente se trabajó con 55 niños, la dinámica de las pruebas fue la siguiente: primeramente se platicaba con ellos introduciéndolos en el tema de obesidad y alimentación, posteriormente se les describía el sistema a utilizar y finalmente se les decía cuál sería la dinámica para que ellos utilizaran la aplicación.

Una vez dada la introducción y explicación se les otorgaban los teléfonos móviles y los productos preenvasados. Al interactuar con la aplicación revisaron las diferentes funcionalidades de la aplicación e iban probando cómo funcionaba la aplicación con los diferentes alimentos. En la Figura 44 se puede ver como los niños prueban la aplicación.



Figura 44. Pruebas finales

Una vez que todos probaron la aplicación se prosiguió a aplicarles el cuestionario, finalmente al haber terminado todos de responder el cuestionario se platicó con ellos con el fin de conocer su opinión acerca de la aplicación y se les agradeció su apoyo.

7.7. Resultados

Después de realizar la evaluación del prototipo se prosiguió a capturar y analizar los resultados obtenidos con el cuestionario utilizado, se revisaron los 55 cuestionarios y se vio un resultado muy favorable, los cambios realizados en este segundo prototipo fueron adecuados ya que hubo mejoría con los resultados obtenidos en la evaluación del primer prototipo. Los resultados de dos de las preguntas del cuestionario se muestran en la Figura 45.

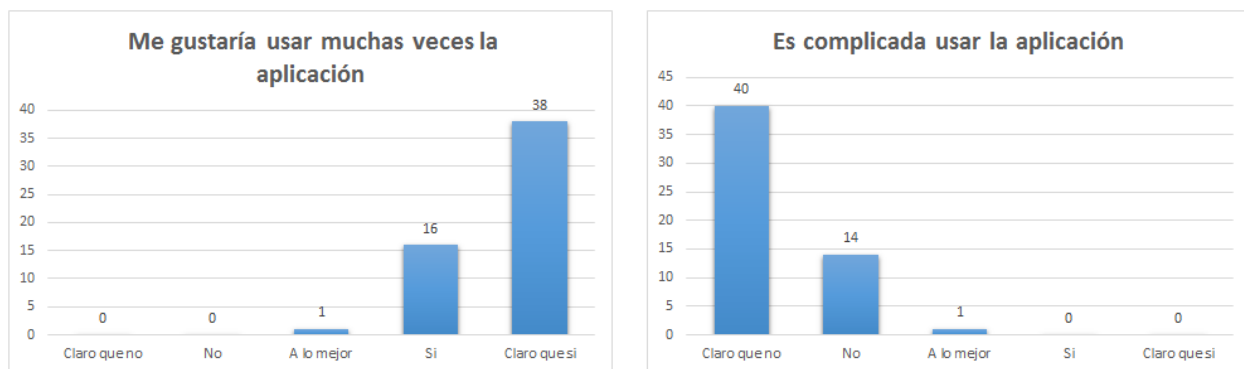


Figura 45. Resultados de segundo prototipo

Con los resultados favorables obtenidos en estas pruebas se pudo ver que la RA es una herramienta adecuada para apoyar en el área de salud enfocada en niños, además pudimos obtener recomendaciones de diseño para futuros desarrollos de sistemas de RA orientados a niños, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se puede recomendar lo siguiente:

7.8. Recomendaciones o implicaciones de diseño para futuros desarrollos de sistemas de realidad aumentada orientados a niños

De acuerdo a las actividades que se realizaron (entrevistas, prototipos y pruebas de usabilidad) y los resultados obtenidos durante el desarrollo de éste trabajo se pudieron obtener recomendaciones e implicaciones de diseño que pueden ser de utilidad para futuros desarrollos sobre RA en dispositivos móviles. En cuanto a los actores involucrados en el diseño del sistema, se recomienda lo siguiente:

- › Involucrar a expertos de diferentes disciplinas para el diseño (ej. Experto en salud, diseño gráfico, psicometría, educación, desarrollo de software, lenguaje, etc.).
- › En la medida posible y según aplique involucrar a los papás en el uso del sistema.

Además de lo anterior, en cuestión de contenido de las aplicaciones móviles del sistema, se recomienda lo siguiente:

- › Incluir audio para reforzar la información visual.
- › No sobrecargar al usuario de información.
- › Utilizar un perfil de usuario.
- › Utilizar personajes.
- › Incluir instrucciones de uso.

Por último, en cuanto a los cuestionarios para medir la usabilidad del sistema, por las pruebas realizadas al cuestionario que se usó, se recomienda utilizarlos con escala tipo Likert usando *emojis* por la simpatía y facilidad de entendimiento que tienen en los usuarios, así mismo los *emojis* se recomienda utilizarlos en la aplicación para transmitir mensajes al usuario, pudiendo ser estos mensajes de aprobación o desaprobación de alguna cuestión en particular.

7.9. Resumen

En esta sección se describió el proceso de evaluación del sistema, este fue necesario para la mejora del mismo y obtener retroalimentación del usuario. El proceso primeramente empezó con la adaptación del instrumento SUS, este sirve para medir la usabilidad de sistemas computacionales, la adaptación consistió en traducirlo al español y utilizar un lenguaje apropiado para ser respondido por niños. Este instrumento fue utilizado para evaluar el primer prototipo del sistema, una vez teniendo los resultados se realizó un segundo prototipo junto con mejoras al instrumento. Para mejorar el instrumento se hizo un pilotaje del mismo con usuarios potenciales. Finalmente se realizó una nueva evaluación al sistema utilizando el cuestionario obtenido, en la cual se obtuvo resultados de usabilidad del sistema.

8. Conclusiones y trabajo futuro

Con el desarrollo de esta investigación podemos concluir que utilizar herramientas tecnológicas para el apoyo a la solución de problemas sociales es de gran ayuda. Particularmente podemos decir que la RA es una tecnología que puede ser utilizada en el área de salud para el apoyo a la prevención de la obesidad infantil. Se pudo observar que es una forma de poder presentar información nutricional de los alimentos al usuario de una forma atractiva y fácil de comprender.

En la culminación de este trabajo de investigación se lograron los objetivos presentados al inicio de éste, ya que se diseñó y desarrolló el sistema propuesto, se realizaron todas las tareas establecidas como la definición de la plataforma de RA conveniente a utilizar, la utilización de una metodología de diseño, la elaboración de prototipos del sistema, las pruebas de estos con el usuario y finalmente la determinación de recomendaciones de desarrollo para sistemas de RA al ser utilizados por niños. Por otra parte a través de los resultados obtenidos en las pruebas de usabilidad con el usuario se obtuvo que el sistema al ser utilizado como herramienta informativa es de ayuda para dar a conocer al usuario el valor nutrimental de los alimentos asistiendo con esto a la buena elección de alimentos que contribuya a la disminución de la obesidad infantil.

Como se mencionó anteriormente el trabajo realizado obtuvo resultados buenos con respecto a la evaluación que hizo el usuario sobre este, a pesar de eso, el trabajo indudablemente puede ser mejorado, algunas de estas mejoras pudieran ser las siguientes:

- › Agregar más productos a la base de datos.
- › Tomar foto del usuario (para más personalización).
- › Programarlo para iOS.
- › Implementar más gestos táctiles como el *slide*.

- › Poner videos de apoyo.
- › Subirlo a PlayStore para fácil descarga.
- › Definir más a detalle enfermedades que pueden causar los diferentes productos chatarra.
- › Implementar vegetales y frutas (imágenes impresas para uso en el salón de clases).

La atención de los puntos anteriores es contemplado como trabajo futuro, se considera seguir trabajando en el sistema con la finalidad de mejorarlo, ya que éste desarrollo tiene un gran potencial para ser de ayuda a los niños en su alimentación diaria y ayudar con esto a la solución del problema de la obesidad infantil presentado en nuestro país. Además de lo anterior y a partir de éste trabajo pueden ser generados otros trabajos, por ejemplo ser adecuado y enfocado para ser usado como una herramienta de clases en educación básica, donde además de poder trabajar la temática de obesidad infantil pudieran apoyar otras temáticas.

9. Anexos

9.1. Anexo 1: Diagrama de casos de uso y tablas de descripciones de estos del actor niño.

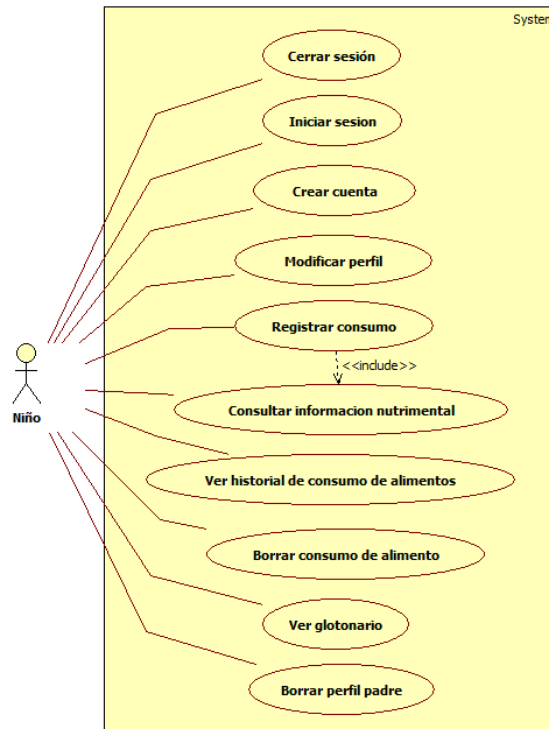


Figura 46. Casos de uso del actor niño

Tabla 12

Descripción de caso de uso iniciar sesión

Caso de uso:	Iniciar sesión	
Descripción:	El usuario puede iniciar sesión para el ingreso al sistema	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Ninguna	
Flujo normal:	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1. Ingresar el usuario su nombre de usuario y contraseña, posteriormente selecciona iniciar sesión.	2. Revisa que el nombre de usuario y contraseña correspondan a un usuario del sistema. Si los datos existen, se inicia la sesión mostrando la pantalla de menú.

Flujo alternativo:	a) En la línea 2, en caso de que el nombre de usuario y contraseña no estén registrados en el sistema, el sistema muestra un mensaje indicando que los datos no existen. b) En la línea 2, si no es posible verificar si el nombre de usuario y contraseña existen en el sistema, este muestra un error.
Postcondiciones:	Una sesión se queda iniciada.

Tabla 13

Descripción de caso de uso cerrar sesión.

Caso de uso:	Cerrar sesión	
Descripción:	El usuario puede cerrar sesión en el sistema	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Haber iniciado sesión	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. El usuario elige la opción cerrar sesión de la pantalla principal.	Respuesta del Sistema 2. Cambia el estado de la sesión del usuario a cerrada y regresa a la pantalla de <i>Login</i> .
Flujo alternativo:	Ninguno	
Postcondiciones:	La sesión queda cerrada.	

Tabla 14

Descripción de caso de uso crear cuenta.

Caso de uso:	Crear cuenta	
Descripción:	El usuario puede crear un nuevo usuario en el sistema.	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Ninguna	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Elige la opción crear cuenta de la pantalla de <i>Login</i> .	Respuesta del Sistema 2. Solicita los datos necesarios para crear una cuenta, estos son nombre, nombre de usuario, contraseña, fecha de nacimiento,

		peso, actividad física, estatura y sexo.
	3. Ingresa los datos solicitados.	4. Verifica que el nombre de usuario ingresado no esté registrado en el sistema, así mismo que las dos veces que ingreso la contraseña a registrar sea la misma y que no sea nula, en los demás datos verifica que se ingrese algún valor, cumpliéndose lo anterior crea el usuario, establece la sesión como iniciada y finalmente muestra al usuario la pantalla Menú.
Flujo alternativo:	a) En el paso 4, si los datos ingresados no cumplen con lo descrito anteriormente, pide al usuario ingresarlos correctamente o un nuevo valor (en el caso del nombre de usuario). b) En el paso 4, si no se puede crear la cuenta muestra un mensaje de error.	
Postcondiciones:	Se creó una nueva cuenta y quedo iniciada la sesión.	

Tabla 15

Descripción de caso de uso modificar perfil

Caso de uso:	Modificar perfil	
Descripción:	El usuario puede modificar sus datos de perfil excluyendo el nombre de usuario.	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa.	
Flujo normal:	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1. Elige la opción modificar perfil de la pantalla de Menú.	2. El sistema muestra los datos de perfil que se pueden modificar estos son: contraseña, fecha de nacimiento, peso, actividad física, estatura y sexo.
	3. Selecciona el dato que se desea modificar, ingresa el nuevo valor y selecciona guardar.	4. Revisa que se haya ingresado un dato, además de lo anterior en el caso de contraseña que las dos veces que se ingresó sea la

		misma, una vez realizado lo anterior se actualizan el dato en el sistema con el nuevo valor.
Flujo alternativo:	a) En el paso 4, si los datos ingresados no cumplen con lo mencionado pide nuevamente al usuario ingresarlos. b) En el paso4, si no es posible actualizar el perfil en el servidor del sistema, muestra un mensaje de error y su actualización se pospone para ser actualizados posteriormente.	
Postcondiciones:	Se actualizaron los datos del perfil.	

Tabla 16

Descripción de caso de uso registrar consumo.

Caso de uso:	Registrar consumo	
Descripción:	El usuario puede registrar un alimento como un consumo.	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa y debe estar en modo de consulta de información nutricional.	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Elige la opción registrar alimento.	Respuesta del Sistema 2. Registra el consumo del alimento en el historial de consumo del usuario, los datos que registra son el nombre del alimento y la fecha de su consumo.
Flujo alternativo:	a) En el paso 2, si no es posible registrar el consumo en el servidor del sistema, se pospone para ser registrado posteriormente.	
Postcondiciones:	Se registró un nuevo consumo.	

Tabla 17

Descripción de caso de uso consultar información nutrimental

Caso de uso:	Consultar información nutrimental	
Descripción:	El usuario puede consultar la información nutrimental de alimentos.	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa.	
Flujo normal:	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1. Elige la opción <i>Empezar</i> de la pantalla de Menú. 3. Enfoca la cámara a un alimento.	2. El sistema abre la cámara. 4. Muestra la cantidad de grasas saturadas, azúcar, sodio y fibra que tiene el alimento.
Flujo alternativo:	Ninguno.	
Postcondiciones:	Ninguna.	

Tabla 18

Descripción de caso de uso ver historial de consumo de alimentos

Caso de uso:	Ver historial de consumos de alimentos	
Descripción:	El usuario puede consultar el historial de alimentos registrados en el historial consumos.	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa	
Flujo normal:	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
	1. Elige la opción <i>Ver Historial</i> de la pantalla <i>Perfil</i> .	2. El sistema muestra el nombre de los alimentos registrados en el historial y su fecha de consumo.
Flujo alternativo:	Ninguno.	
Postcondiciones:	Ninguna.	

Tabla 19

Descripción de caso de uso borrar consumo de alimento

Caso de uso:	Borrar consumo de alimento	
Descripción:	El usuario puede borrar alimentos del historial de consumo de alimentos.	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa y haber ingresado a <i>Ver historial</i> .	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Selecciona los registros que desea borrar y presiona la opción borrar	Respuesta del Sistema 2. El sistema borra los registros que fueron seleccionados.
Flujo alternativo:	a) En el paso 2, si no es posible borrarlos del servidor del sistema, su borrado se pospone.	
Postcondiciones:	Se borró un registro(s) de consumos.	

Tabla 20

Descripción de caso de uso ver *Glotonario*

Caso de uso:	Ver <i>Glotonario</i>	
Descripción:	El usuario puede ver el <i>Glotonario</i> , el cual se compone de conceptos sobre nutrientes.	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa.	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Ingresa a la sección <i>Glotonario</i> .	Respuesta del Sistema 2. Se muestran los conceptos disponibles.
	3. Selecciona el concepto que desea consultar.	4. El sistema muestra la definición del nutriente y las consecuencias de salud que puede provocar su alto consumo.
Flujo alternativo:	Ninguno.	
Postcondiciones:	Ninguna.	

Tabla 21

Descripción de caso de uso Borrar perfil padre

Caso de uso:	Borrar perfil padre	
Descripción:	El usuario puede borrar el perfil padre que lo tiene registrado.	
Actores:	Niño	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa.	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Ingresa a la sección <i>Modificar Padre</i> .	Respuesta del Sistema 2. Se muestra el nombre de usuario del perfil padre a borrar.
	3. Selecciona <i>Borrar</i> .	4. El sistema borra al niño de la cuenta <i>Padre</i> .
Flujo alternativo:	Ninguno.	
Postcondiciones:	Ninguna.	

9.2. Anexo 2: Diagrama de casos de uso y tablas de descripciones de estos del actor padre.

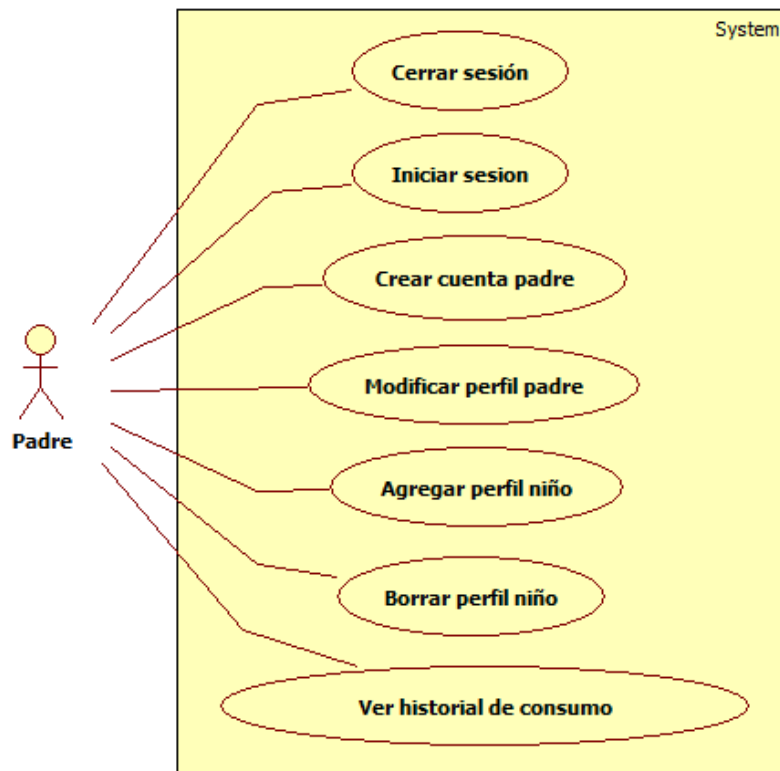


Figura 47. Casos de uso del actor padre

Tabla 22

Descripción de caso de uso iniciar sesión

Caso de uso:	Iniciar sesión	
Descripción:	El usuario puede iniciar sesión para el ingreso al sistema	
Actores:	Padre	
Precondiciones:	Ninguna	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Ingresa el usuario su nombre de usuario y contraseña, posteriormente selecciona iniciar sesión.	Respuesta del Sistema 2. Revisa que el nombre de usuario y contraseña correspondan a un usuario del sistema. Si los datos existen, se inicia la sesión mostrando la pantalla de Perfil.

Flujo alternativo:	c) En la línea 2, en caso de que el nombre de usuario y contraseña no estén registrados en el sistema, el sistema muestra un mensaje indicando que los datos no existen. d) En la línea 2, si no es posible verificar si el nombre de usuario y contraseña existen en el sistema, este muestra un error.
Postcondiciones:	Una sesión se queda iniciada.

Tabla 23

Descripción de caso de uso cerrar sesión

Caso de uso:	Cerrar sesión	
Descripción:	El usuario puede cerrar sesión en el sistema	
Actores:	Padre	
Precondiciones:	Haber iniciado sesión	
Flujo normal:	Acción del Actor 3. El usuario elige la opción cerrar sesión de la pantalla principal.	Respuesta del Sistema 4. Cambia el estado de la sesión del usuario a cerrada y regresa a la pantalla de <i>Login</i> .
Flujo alternativo:	Ninguno	
Postcondiciones:	La sesión queda cerrada.	

Tabla 24

Descripción de caso de uso crear cuenta

Caso de uso:	Crear cuenta	
Descripción:	El usuario puede crear un nuevo usuario en el sistema.	
Actores:	Padre	
Precondiciones:	Ninguna	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Elige la opción crear cuenta de la pantalla de <i>Login</i> .	Respuesta del Sistema 2. Solicita los datos necesarios para crear una cuenta, estos son nombre, nombre de usuario y contraseña.

	3. Ingresa los datos solicitados.	4. Verifica que el nombre de usuario ingresado no esté registrado en el sistema, así mismo que las dos veces que ingreso la contraseña a registrar sea la misma y que no sea nula, cumpliéndose lo anterior crea el usuario, establece la sesión como iniciada y finalmente muestra al usuario la pantalla <i>Perfil</i> .
Flujo alternativo:	c) En el paso 4, si los datos ingresados no cumplen con lo descrito anteriormente, pide al usuario ingresarlos correctamente o un nuevo valor (en el caso del nombre de usuario). d) En el paso 4, si no se puede crear la cuenta muestra un mensaje de error.	
Postcondiciones:	Se creó una nueva cuenta y quedo iniciada la sesión.	

Tabla 25

Descripción de caso de uso modificar perfil

Caso de uso:	Modificar perfil	
Descripción:	El usuario puede modificar sus datos de perfil excluyendo el nombre de usuario.	
Actores:	Padre	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa.	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Elige la opción modificar perfil de la pantalla de Menú.	Respuesta del Sistema 2. El sistema muestra la pantalla <i>Modificar perfil</i> en donde se puedo modificar la contraseña.
	3. Ingresa la nueva contraseña y selecciona guardar.	4. Revisa que se haya ingresado un dato, así mismo que las dos veces que se ingresó la contraseña sea la misma, una vez realizado lo anterior se actualiza la contraseña en el sistema.
Flujo alternativo:	c) En el paso 4, si la contraseña indicada no cumplen con lo mencionado anteriormente, se la pide nuevamente al usuario.	

	d) En el paso4, si no es posible actualizar el perfil en el servidor del sistema, muestra un mensaje de error y su actualización se pospone para ser actualizados posteriormente.
Postcondiciones:	Se actualizaron los datos del perfil.

Tabla 26

Descripción de caso de uso agregar perfil niño

Caso de uso:	Agregar perfil niño	
Descripción:	El actor puede agregar un niño a su cuenta.	
Actores:	Padre	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Elige la opción Agregar Niño de la pantalla <i>Perfil</i> .	Respuesta del Sistema 2. El sistema solicita el nombre de usuario y clave de autenticación del niño a agregar.
	3. Ingresa los datos solicitados y selecciona la opción <i>Agregar</i> .	4. Revisada que el nombre de usuario y la clave de autenticación corresponda a un usuario de tipo Niño, de ser así se agrega al usuario Padre.
Flujo alternativo:	a) En el paso 4, si los datos ingresados no son correctos pide nuevamente al usuario ingresarlos. b) En el paso 4, si no es posible la actualización con el servidor del sistema muestra un error.	
Postcondiciones:	Se agregó un perfil niño al actor.	

Tabla 27

Descripción de caso de uso borrar perfil niño

Caso de uso:	Borrar perfil niño
Descripción:	El actor puede borrar un niño de su cuenta.
Actores:	Padre
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa

Flujo normal:	Acción del Actor 1. Elige la opción borrar Niño de la pantalla <i>Perfil</i> .	Respuesta del Sistema 2. El sistema borra el perfil niño de la cuenta y se actualiza esta acción en el servidor del sistema.
Flujo alternativo:	a) En el paso 2, si no es posible actualizar con el servidor del sistema se muestra un error.	
Postcondiciones:	Se agregó un perfil niño al actor.	

Tabla 28

Descripción de caso de uso ver historial de consumos de alimentos

Caso de uso:	Ver historial de consumos de alimentos	
Descripción:	El usuario puede consultar el historial de alimentos de consumo del perfil niño que fue añadido a la cuenta.	
Actores:	Padre	
Precondiciones:	Su sesión debe estar activa y tener registrado un niño en su cuenta.	
Flujo normal:	Acción del Actor 1. Elige la opción <i>ver Historial</i> de la pantalla <i>Perfil</i> .	Respuesta del Sistema 2. El sistema muestra el historial de consumo del niño, la información mostrada es el nombre del alimento y la fecha de consumo.
Flujo alternativo:	En el paso 2, si no es posible la actualización con el servidor del sistema de los nuevos registros del historial del niño se muestra un error.	
Postcondiciones:	Ninguna.	

10. Glosario

- › *Stakeholders*: Son usuarios (aquellos que usarán el sistema), clientes (aquellos que han encargado el sistema), desarrolladores del sistema, etc. (Chen, Cordeiro, Filipe, y Seruca, 2006).
- › *Affordances*: Son propiedades del medio ambiente tomadas en relación a un observador (Wells, 2002).
- › *Trigger*: Serie de instrucciones que automáticamente dispara una acción cuando ocurre determinada operación (Clark y Clark, 2004).
- › *Engagement*: Combina nociones existentes, como por ejemplo, el compromiso, la satisfacción, la participación y la motivación (Truss, Alfes, Delbridge, Shantz y Soane, 2013).
- › *Exergame*: Viene de la combinación de dos palabras, exercise y game, es decir hacer ejercicio mientras se juegan juegos digitales.
- › *Visioning*: Etapa de diseño de la metodología *Rapid Contextual Design*, en la cual se generan ideas de sistemas y se materializan mediante *sketches*.
- › *Storyboarding*: Etapa de diseño de la metodología *Rapid Contextual Design*, en la cual se evalúan los sketches generados en la etapa *Visioning* y se retrabaja el *Sketch*.
- › *Sketch*: Dibujo realizado que define una idea, en este caso de un sistema.

11.Referencias

Adhani, N. I., y Awang, R. D. R. (2012). A survey of mobile augmented reality applications. *1st International Conference on Future Trends in Computing and Communication Technologies* (pp. 89-96).

Ahn, J., Williamson, J., Gartrell, M., Han, R., Lv, Q., y Mishra, S. (2015). Supporting healthy grocery shopping via mobile augmented reality. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM)*, 12(1s), 16.

America Heart Association (2014). *Sugar 101*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de http://www.heart.org/HEARTORG/HealthyLiving/HealthyEating/Nutrition/Sugar-101_UCM_306024_Article.jsp#.V3M62_l96Ch

American Heart Association (2016). *Shaking the Salt Habit*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/HighBloodPressure/PreventionTreatmentofHighBloodPressure/Shaking-the-Salt-Habit_UCM_303241_Article.jsp#.VxmpBfkrKUk

Aung, Y. M., y Al-Jumaily, A. (2012, Agosto). Shoulder rehabilitation with biofeedback simulation. *2012 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation* (pp. 974-979). IEEE.

Aung, Y. M., y Al-Jumaily, A. (2012, Junio). AR based upper limb rehabilitation system. *2012 4th IEEE RAS & EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob)* (pp. 213-218). IEEE.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 6(4), 355-385.

Bayu, M. Z., Arshad, H., y Ali, N. M. (2013). Nutritional information visualization using mobile augmented reality technology. *Procedia Technology*, 11, 396-402.

Billinghurst, M. (2002). *Augmented reality in education*, New Horizons for Learning.

Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.

CalorieKing (s.f.). *Wheat Bran, crude*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de http://www.calorieking.com/foods/calories-in-grains-wheat-bran-crude_f-ZmlkPTY0NzQy.html

Chen, C. S., Cordeiro, J., Filipe, J., & Seruca, I. (Eds.). (2006). *Enterprise Information Systems VII*. Springer.

Clark, A. S., Clark E. (2004). *Diccionario Inglés a Español de Computación e Internet*. Universal Publishers.

Cofepris (2010). *SECRETARIA DE ECONOMIA - NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/051.pdf>

Commonsense (2013). *New Research from Common Sense Media Reveals Mobile Media Use Among Young Children Has Tripled in Two Years*. Recuperado el 29 de junio, de <https://www.common sense media.org/about-us/news/press-releases/new-research-from-common-sense-media-reveals-mobile-media-use-among>

Daponte, P., De Vito, L., Picariello, F., & Riccio, M. (2014). State of the art and future developments of the Augmented Reality for measurement applications. *Measurement*, 57, 53-70.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (s.f.). *Salud y nutrición*. Recuperado el 20 de noviembre de 2014, de <http://www.unicef.org/mexico/spanish/17047.htm>

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (2012). *Resultados nacionales 2012*. Recuperado el 20 de noviembre de 2014, de <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>

Erkoyuncu, J. A., Steenstra, D., Salbrechter, F., y Roy, R. (2013, Diciembre). Building a software platform to guide doctors and nurses with ultrasound scanning. *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, 2013 IEEE 4th International Conference on (pp. 573-578). IEEE.

Escárcega-Centeno, D., Hernández-Briones, A., Ochoa-Ortiz, E., y Gutiérrez-Gómez, Y. (2015). Augmented-Sugar Intake: A Mobile Application to Teach Population about Sugar Sweetened Beverages. *Procedia Computer Science*, 75, 275-280.

Garcia, J. A., y Navarro, K. F. (2014, Mayo). The Mobile RehApp™: an AR-based mobile game for ankle sprain rehabilitation. *Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 2014 IEEE 3rd International Conference on (pp. 1-6). IEEE.

Gjørøseter, T. (2014). Affordances in Mobile Augmented Reality Applications. *Interaction with mobile augmented reality: An exploratory study using design research to investigate mobile and handheld augmented reality*.

Grandi, J. G., Maciel, A., Debarba, H. G., y Zanchet, D. J. (2014, Mayo). Spatially aware mobile interface for 3D visualization and interactive surgery planning. *In Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 2014 IEEE 3rd International Conference on (pp. 1-8). IEEE.

I Saltiveri, T. G., Vidal, J. L., y Delgado, J. J. C. (2011). Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario. Editorial UOC.

IDC (2015). *Smartphone OS Market Share, Q2 2015*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>

INSP (2015). *Guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de <http://www.insp.mx/epppo/blog/3878-guias-alimentarias.html>

Kim, S. L., Suk, H. J., Kang, J. H., Jung, J. M., Laine, T. H., y Westlin, J. (2014, Marzo). Using Unity 3D to facilitate mobile augmented reality game development. *Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on* (pp. 21-26). IEEE.

Kipper, G., y Rampolla, J. (2012). *Augmented Reality: an emerging technologies guide to AR*. Elsevier.

Lamounier, E., Bucioli, A., Cardoso, A., Andrade, A., y Soares, A. (2010, Agosto). On the use of augmented reality techniques in learning and interpretation of cardiologic data. *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology* (pp. 610-613). IEEE.

MedlinePlus (2014). *Información sobre las grasas saturadas*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/patientinstructions/000838.htm>

Narumi, T., Ban, Y., Kajinami, T., Tanikawa, T., y Hirose, M. (2012, Mayo). Augmented perception of satiety: controlling food consumption by changing apparent size of food with

augmented reality. *Memoria de Congreso SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 109-118). ACM.

ODPHP (s.f.). *Key Elements of Healthy Eating Patterns*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/chapter-1/a-closer-look-inside-healthy-eating-patterns/>

ODPHP (s.f.). *Nutritional Goals for Age-Sex Groups Based on Dietary Reference Intakes and Dietary Guidelines Recommendations*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/appendix-7/>

Organización Mundial de la Salud. (2004). Human energy requirements: report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, Roma 17–24 de Octubre de 2001. *Food Agric Organ United Nations*, Roma.

Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud*. Recuperado el 20 de noviembre de 2014, de http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_why/es/

Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Obesidad y sobrepeso*. Recuperado el 20 de noviembre de 2014, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

Ozkan, M., y Solmaz, B. (2015). Mobile Addiction of Generation Z and its Effects on their Social Lives:(An Application among University Students in the 18-23 Age Group). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 205, 92-98.

Pan, X. (2010). Research of iphone application UI design based on children cognition feature. 2010 IEEE 11th International Conference on Computer-Aided Industrial Design&Conceptual Design 1.

Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543.

Sánchez, J. (2011). En busca del Diseño Centrado en el Usuario (DCU): definiciones, técnicas y una propuesta. *No Solo Usabilidad*, (10).

Shams-Ul-Arif, M. R., KHAN, M. Q., y Gahyyur, S. A. K. (2009). Requirements engineering processes, tools/technologies, & methodologies. *International Journal of Reviews in Computing*.

Shull, F., Singer, J., y Sjøberg, D. I. (Eds.). (2008). *Guide to advanced empirical software engineering* (Vol. 93). Alemania: Springer.

Stütz, T., Dinic, R., Domhardt, M., y Ginzinger, S. (2014, Septiembre). Can mobile augmented reality systems assist in portion estimation? A user study. *2014 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality-Media, Art, Social Science, Humanities and Design (ISMAR-MASH'D)* (pp. 51-57). IEEE.

Suzuki, E., Narumi, T., Sakurai, S., Tanikawa, T., y Hirose, M. (2014, Marzo). Illusion cup: interactive controlling of beverage consumption based on an illusion of volume perception. *Memoria de Congreso de la 5th Augmented Human International Conference* (p. 41). ACM.

Truss, C., Alfes, K., Delbridge, R., Shantz, A., & Soane, E. (2013). *Employee engagement in theory and practice*. Routledge.

WebMD (2009). *Sugar Shockers: Foods Surprisingly High in Sugar*. Recuperado el 29 de junio de 2016, de <http://www.webmd.com/food-recipes/sugar-shockers-foods-surprisingly-high-in-sugar>

Wells, A. J. (2002). Gibson's affordances and Turing's theory of computation. *Ecological psychology*, 14(3), 140-180.

Wrzesien, M., Burkhardt, J. M., Alcañiz Raya, M., y Botella, C. (2011, Mayo). Mixing psychology and HCI in evaluation of augmented reality mental health technology. CHI'11 *Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2119-2124). ACM.