



Universidad Autónoma del Estado de México

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco



DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN KINESTÉSICA PARA EJERCITAR LAS NOCIONES MATEMÁTICAS A NIVEL BÁSICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

P R E S E N T A
ALEJANDRO TRUJILLO CASTRO

TUTOR ACADÉMICO

DR. RENÉ GUADALUPE CRUZ FLORES

TUTORAS ADJUNTAS

DRA. MAGALLY MARTINEZ REYES

DRA. ANABELEM SOBERANES MARTÍN



VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, MÉXICO, AGOSTO 2017



Valle de Chalco Solidaridad, Edo de Méx. Martes, 16 de Mayo de 2017

DR. EN C. JUVENAL RUEDA PAZ
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE CHALCO.

P R E S E N T E.

Por este medio le comunico a usted que la comisión revisora designada para realizar la tesis denominada: **“Desarrollo de una Aplicación Kinestésica para Ejercitar las Nociones Matemáticas a Nivel Básico”**, como parte de los requisitos para obtener el grado académico de Maestría en **Ciencias de la Computación** presenta **Alejandro Trujillo Castro**, con número de cuenta **9722741** para sustentar el acto de evaluación de grado, ha dictaminado que dicho trabajo reúne las características de contenido para proceder a la impresión del mismo

A T E N T A M E N T E

Tutor adjunto

**Dra. Magally
Martínez Reyes**

Tutor Académico

**Dr. Rene Guadalupe
Cruz Flores**

Tutor Adjunto

**Dra. Anabelem
Soberanes Martín**





Oficio CoordMACSCO 011/2017

Valle de Chalco Solidaridad, Edo. de México a 08 de junio del 2017.

Ing. en Comp. Alejandro Trujillo Castro.
Candidato al Grado de Maestría en Ciencias de la Computación
Centro Universitario UAEM Valle de Chalco
Presente

De acuerdo con el Reglamento de Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora realizó con respecto a su trabajo de tesis titulado "*Desarrollo de una aplicación kinestésica para ejercitar las nociones matemáticas a nivel básico*", la Coordinación de la Maestría en Ciencias de la Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, concede la autorización para que proceda a la impresión de la misma.

Sin más por el momento, le reitero la seguridad de mi especial consideración y estima.

ATENTAMENTE

“PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO”

“2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”



Dr. Juvenal Rueda Paz.
Coordinador de la Maestría en Ciencias de la Computación.
C.U UAEM Valle de Chalco.
Universidad Autónoma del Estado de México

c.c.p. Archivo.
JRP





CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

El que suscribe **Alejandro Trujillo Castro** Autor del trabajo escrito de evaluación profesional en la opción de Tesis con el título **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN KINESTÉSICA PARA EJERCITAR LAS NOCIONES MATEMÁTICAS A NIVEL BÁSICO**, por medio de la presente con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, así como los artículos 35 y 36 fracción II de la Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México; manifiesto mi autoría y originalidad de la obra mencionada que se presentó en el **Centro Universitario UAEM Valle de Chalco** para ser evaluada con el fin de obtener el Grado de **MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

Así mismo expreso mi conformidad de ceder los derechos de reproducción, difusión y circulación de esta obra, en forma NO EXCLUSIVA, a la Universidad Autónoma del Estado de México; se podrá realizar a nivel nacional e internacional, de manera parcial o total a través de cualquier medio de información que sea susceptible para ello, en una o varias ocasiones, así como en cualquier soporte documental, todo ello siempre y cuando sus fines sean académicos, humanísticos, tecnológicos, históricos, artísticos, sociales, científicos u otra manifestación de la cultura.

Entendiendo que dicha cesión no genera obligación alguna para la Universidad Autónoma del Estado de México y que podrá o no ejercer los derechos cedidos.

Por lo que el autor da su consentimiento para la publicación de su trabajo escrito de evaluación profesional.

Se firma la presente en la ciudad de Valle de Chalco, a los 09 días del mes de Junio de 20 17.

Alejandro Trujillo Castro

Nombre y firma de conformidad



Dedico este proyecto a mi familia, principalmente a mis padres, quienes me han apoyado de todas las maneras posibles a lo largo de mi vida, estando pendiente de mi educación y bienestar. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presenta, sin dudar ni cuestionar mi inteligencia y capacidad. A Diana por sus palabras de aliento y apoyo para concluir este trabajo.

Agradecimientos

Este proyecto es el resultado del apoyo de muchas personas, que de alguna manera han contribuido directa o indirectamente en la realización de este trabajo, agradezco a mis profesores en especial al Dr. Samuel por confiar y creer en mí desde un principio, dándome la oportunidad de integrarme a la comunidad universitaria para prepararme y poder cursar este grado que hoy concluyó.

También quiero agradecer a mi tutor académico, el Dr. René, por brindarme su apoyo y la oportunidad de poder trabajar en este proyecto, a mis tutoras adjuntas la Dra. Anabelem y la Dra. Magally por sus comentarios, observaciones y consejos para mejorar la calidad de este proyecto educativo, a mis compañeros de grupo y de laboratorio que me animaron a cumplir con esta meta.

Por último agradezco a esta prestigiosa universidad donde he podido continuar preparándome profesionalmente. Este proyecto fue posible gracias al apoyo económico del CONACYT a través de la beca No. 396514

Resumen

La mayoría de las evaluaciones realizadas en alumnos de nivel básico en los últimos años aplicadas en el país, han demostrado un alto porcentaje de alumnos que se encuentran en un nivel de insuficiente y elemental en el área de las matemáticas; por este motivo el presente proyecto tiene como objetivo desarrollar una aplicación kinestésica que les permita ejercitar operaciones aritméticas básicas, como son: Adición, Sustracción, Multiplicación y División, con la finalidad de poder perfeccionar su habilidad en la solución a este tipo de operaciones de una manera atractiva.

La aplicación se desarrollo utilizando una metodología ágil, considerando tiempo, calidad, tamaño del software y necesidades del usuario, logrando una aplicación con cuatro micro-juegos basados en actividades educativas; las actividades educativas requieren de los movimientos del cuerpo para su ejecución, cada micro-juego genera operaciones aleatorias en cuanto a operadores y dígitos, evaluando y proporcionando retroalimentación en casos específicos. Las pruebas realizadas en la escuela primaria “Leona Vicario”, arrojaron resultados favorables en su alumnado.

Abstract

Most of the assessments carried out on students at the entry level in recent years in the country have demonstrated a high percentage of students who are at an insufficient and elementary level in the area of mathematics; for this reason the present project aims to develop a kinesthetic application that allows them to exercise basic arithmetic operations such as addition, subtraction, multiplication and division, in order to be able to perfectionate their ability to solve this type of operations in an attractive way.

The application was developed using an agile methodology, taking into consideration time, quality, software size and user needs, with the purpose of achieving an application with four micro-games. Educational activities require the body's movements to execute, each micro-game, which generates random operations in terms of operators and digits, evaluating and providing feedback in specific cases. Tests carried out in the "Leona Vicario" primary school, showed favorable results in their students.

Índice general

Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Resumen	III
Lista de Figuras	IX
Lista de Tablas	XI
Lista de Códigos	XII
1. Introducción	1
1.1. Enseñanza de las Matemáticas utilizando tecnología	2
1.2. Tecnologías clásicas y emergentes	5
1.3. Planteamiento del problema	5
1.4. Objetivos	6
1.5. Hipótesis	7
1.6. Justificación	7
1.7. Motivación	8
1.8. Metodología	9
1.9. Esquema general de contenido	11
2. Marco Teórico y Estado del Arte	12
2.1. Kinect en el proceso de la educación	12

2.1.1.	Kinect en el aprendizaje	13
2.1.2.	Funciones del Kinect	14
2.2.	Herramientas en el aprendizaje	15
2.2.1.	El Videojuego	15
2.2.2.	Juegos Serios	16
2.2.3.	Gamificación	18
2.2.4.	Micro-juego	18
2.3.	Trabajos Relacionados	18
2.4.	Aprendizaje Kinestésico	21
2.4.1.	Modelo de la Programación Neurolingüística	21
2.4.2.	Modelo de las Inteligencias Múltiples	22
2.5.	Recursos tecnológicos para Kinect	23
3.	Análisis y Diseño de la Aplicación	25
3.1.	Requerimientos para la aplicación	25
3.2.	Modelo de Desarrollo del Software	27
3.2.1.	Planificación de la aplicación	29
3.2.2.	Requerimientos funcionales	31
3.2.3.	Requerimientos no funcionales	31
3.2.4.	Diseño de la aplicación	31
3.2.5.	Arquitectura de la aplicación	35
3.2.5.1.	Presentación	36
3.2.5.2.	Aplicación	36
3.2.5.3.	Persistencia	37
3.2.5.4.	Framework y Middleware	37
3.2.5.5.	Dispositivo	37
3.3.	Actividades de aprendizaje	38
4.	Desarrollo de la Aplicación	41
4.1.	Elementos del videojuego	41
4.1.1.	Guión	42

4.1.2. Diseño de juegos	43
4.1.3. Arte	44
4.1.4. Desarrollo	46
4.1.5. Multimedia	46
4.2. Herramientas utilizadas	47
4.2.1. Hardware	47
4.2.2. Software	49
4.3. Programación de los Micro-Juegos	55
4.4. Requerimientos técnicos	59
4.5. Interfaz gráfica de la aplicación	60
5. Experimentación y Validación	66
5.1. Implementación de la aplicación	67
5.2. Evaluación del Funcionamiento	68
5.3. Evaluación de los Resultados obtenidos	69
5.3.1. Diseño de la Actividad	69
5.3.2. Evaluación de la Actividad y Propósito educativo	70
5.3.3. Evaluación de las Instrucciones de la aplicación.	73
6. Conclusiones	76
6.1. Trabajo a Futuro	78
Anexos	79
A. Planificación del proyecto	80
A.1. Cronograma	81
A.2. Segmentación de iteraciones	81
A.3. Entregas	82
B. Instructivo de usuario	83
B.1. Registro	85
B.2. Menú de Videojuegos	86

C. Constancias de Ponencias **87**

Bibliografía **92**

Lista de Figuras

2.1. Hardware del Kinect (Davison, 2012).	15
2.2. Representación del modelo (G/P/S) (Djaouti et al., 2011).	17
3.1. Proceso de la Programación Extrema (Pressman, 2010).	28
3.2. Ejemplo de las Historias de usuarios.	30
3.3. Ejemplo de los Requerimientos funcionales.	32
3.4. Ejemplo de los Requerimientos no funcionales.	33
3.5. Ejemplo Tarjetas CRC.	34
3.6. Capas de la arquitectura.	35
3.7. Ejemplo de ejercicios con operadores aritméticos (<i>Desafíos matemáticos</i>).	39
3.8. Ejemplo de ejercicios sin operadores aritméticos (<i>Desafíos matemáticos</i>).	39
4.1. Ejemplo de Guión para el micro-juego fútbol.	43
4.2. Ejemplo ficha de personajes (Ares, 2014).	44
4.3. Ejemplo Guión gráfico a lápiz.	45
4.4. Dispositivos en el mercado.	47
4.5. Arquitectura del framework OpenNI.	51
4.6. Editor Gimp 2.8.	53
4.7. Editor Audacity 2.1.2	54
4.8. Tablas de la Base de Datos.	54
4.9. Interacción utilizando Kinect.	55
4.10. Pantalla registro de usuarios.	60
4.11. Pantalla menú principal.	61

4.12. Pantalla ingreso de usuario.	61
4.13. Pantalla menú de juegos.	62
4.14. Pantalla juego Tenis.	62
4.15. Pantalla juego Fútbol.	63
4.16. Pantalla juego Box.	64
4.17. Pantalla juego Cacería.	64
4.18. Pantalla Resultados.	65
5.1. Implementación.	67
5.2. Evaluación.	68
5.3. Preparación del aula.	70
5.4. Ubicación del equipo.	71
5.5. Evaluación previa.	71
5.6. Gráfica de resultados.	74
5.7. Gráfica claridad en las instrucciones.	74
B.1. Carga de la aplicación.	83
B.2. Pantalla Principal.	84
B.3. Pantalla de Registro.	85
B.4. Menú de Videojuegos.	86

Lista de Tablas

2.1. Videojuegos y sus Beneficios (Patrick, 2009).	16
2.2. Proyectos con tendencia pedagógica y tecnológica.	20
4.1. Comparación de dispositivos Kinect.	48
4.2. Comparación de herramientas para manipulación del sensor.	49
5.1. Resultados obtenidos de la Prueba previa.	72
5.2. Resultados obtenidos de la Prueba después de la actividad.	73
5.3. Evaluación de la claridad en las instrucciones.	75
A.1. Cronograma de Desarrollo.	81

Lista de Códigos

4.1. Parte del Módulo para generar operaciones.	56
4.2. Parte del Módulo retroalimentador.	57
4.3. Parte del Módulo evaluador.	58

Capítulo 1

Introducción

Las matemáticas son un tema fundamental para la educación elemental, comprender las diferentes dificultades que representa su aprendizaje, se convierte en un problema, principalmente cuando se consideran los altos índices de fallos que presentan los alumnos en esta área. Dado que el alumno debe contar con un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan ser competente para resolver cualquier situación o actividad de forma eficaz.

Esto implica considerar nuevas estrategias en la educación, como incluir tecnología y emplear nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje. Por un lado, el docente renueva y/o desarrolla nuevas estrategias didácticas incorporando nuevos dispositivos tecnológicos, y por otro lado, el alumno tiene la oportunidad de aprender de una forma atractiva que le permita interactuar y desarrollar las competencias necesarias para su formación.

Para conocer el desempeño de los estudiantes se realizan monitoreos periódicos, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) realiza la evaluación Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos (EXCALE), con lo cual se mide el logro escolar de los estudiantes en distintas asignaturas y grados, en un periodo cuatrianual a nivel primaria donde está enfocado este trabajo, las asignaturas que se evalúan son: Español, Matemáticas, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, en los

grados de 3° y 6°. En 3° de primaria en la asignatura de Matemáticas en la aplicación 2010, los resultados muestran sobre el nivel de logros, un porcentaje alto en alumnos que están por debajo del nivel básico (Inee, 2016).

Por otra parte, el sistema educativo a través del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) evalúa cada año dos áreas de competencias: Lenguaje y Comunicación (Comprensión Lectora) y Matemáticas, el informe de resultados por logros 2015 en matemáticas 6° de primaria, demuestran que el mayor porcentaje de alumnos se encuentran en el grado de elemental e insuficiente en esta área a nivel nacional (Planea, 2016).

A partir de esta apreciación en el área de las Ciencias de la Computación, en la especialización de Sistemas de Información, principalmente en la línea de investigación sobre Tecnología Educativa, surge el interés por desarrollar aplicaciones que contribuyan en el fortalecimiento y la ejercitación de las nociones matemáticas básicas. El propósito de este trabajo es desarrollar una aplicación, donde el usuario utilizando un dispositivo Kinect pueda interactuar con la aplicación para ejercitar operaciones matemáticas. La investigación se centra en alumnos de tercer grado de primaria, con la intención de perfeccionar sus habilidades matemáticas, en operaciones como adición, sustracción, multiplicación y división.

1.1. Enseñanza de las Matemáticas utilizando tecnología

Para la educación, la tecnología en México comenzó a utilizarse desde 1924 con Radio Educación, una radiodifusora educativa y cultural de México, con el propósito utilizar el potencial de la radio a favor de las tareas educativas y culturales del país, transmitiendo hasta 1966, donde suspenden transmisiones por sucesos políticos y administrativos, reanudando un nuevo ciclo en 1968 hasta la fecha, las transmisiones

siguen con el objetivo principal de beneficiar a la educación (RadioEducación, 2016).

En 1951 se realizan las primeras transmisiones a color utilizando la televisión desde la Escuela Nacional de Medicina, a mediados de los 70's aparece el sistema VHS (Video Home System), un sistema de grabación y reproducción análogo de video, permitiendo la proyección y distribución de distintos contenidos; en la década de los 90's se incorpora la computadora, el proyector de video y el internet, para el 2000 comienza la era digital, con un conjunto de tecnologías que incrementan las comunicaciones interpersonales, reorganizando contenidos y productos para las nuevas formas de trabajar dentro de las instituciones, integrando nuevos dispositivos interactivos (pizarra digital, laptops, tablets, móviles, kinect, etc.), esta interacción puede ser a través de Interfaces Gráficas de Usuario (GUI) o Interfaz de Usuario Natural (NUI).

Wigdor and Wixon (2011) mencionan que el touch y la interacción gestual permiten la construcción de una NUI, aunque también se puede lograr con otras modalidades de entrada como son los comandos de voz y gestos en el aire, el elemento natural lo refieren a la forma en que los usuarios interactúan con el producto que hacen y como se sienten mientras lo utilizan, el objetivo es dar la sensación de estar realizando las actividades como se harían en el mundo real, de tal manera que se reflejen las capacidades y se puedan satisfacer las necesidades.

Dado el avance de la tecnología en el que la mayoría está inmerso, los distintos periféricos y dispositivos que van surgiendo permiten tener nuevas formas de interactuar con las computadoras y el software, el NUI, es un sistema que permite interactuar con sistemas operativos y aplicaciones, sin utilizar sistemas de mando o dispositivos de entrada como teclado o mouse. Se basa en movimientos gestuales de las manos, uso de la voz como forma de interacción o el propio cuerpo como forma de control. Un ejemplo de dispositivo NUI es el Kinect de Microsoft, el cual permite controlar e interactuar con la aplicación sin utilizar los tradicionales

controles, desde su lanzamiento en noviembre del 2010 se han ido encontrando nuevas utilidades en distintas áreas, principalmente en la medicina, la robótica y la educación.

Con la aparición de la computadora a mediados del siglo XX, la tecnología computacional ha ido encontrando usos en distintos campos o disciplinas, facilitando las labores gracias a su capacidad de procesar grandes cantidades de datos, en matemáticas ofrecen nuevas formas de representar y utilizar información, siendo las matemáticas una de las principales materias, esencial en la educación básica de todo estudiante (Araya, 2007). El uso apropiado de la tecnología en esta área reduce actividades rutinarias dejando de ser solo procedimientos mecánicos y de memorización, los gráficos posibilitan modelos visuales y entendibles, realizando procedimientos mas rápidos y precisos, dando espacio a la reflexión y al desarrollo de nuevos conceptos, ya que la tecnología permite la retroalimentación inmediata, de esta manera, el alumno se percata de sus errores y tiene la posibilidad de analizarlos y corregirlos, obteniendo nuevas experiencias de aprendizaje.

El juego ha sido una actividad esencial, en el desarrollo humano como forma de entrenamiento, de una manera divertida y entretenida, en la actualidad también esta representado por los videojuegos, estos proveen habilidades y experiencias propias de su tiempo, de esta manera se están aprovechando los videojuegos para hacer más eficaz el proceso educativo (Marcano, 2008).

Con la ayuda de videojuegos, la rutina del aprendizaje se convierte en una actividad motivadora, en un acercamiento a la tecnología por parte del alumno, dándole un enfoque educativo se puede conseguir, que mediante el juego se interese en participar de manera dinámica y proactiva en actividades que involucran las matemáticas.

1.2. Tecnologías clásicas y emergentes

Las tecnologías clásicas son aquellas que se mencionan en el punto anterior, así como también, la fotografía y el videojuego; las cuales se utilizaron en su momento, aunque algunas se han adaptado y renovado a las nuevas tecnologías, como es el caso del videojuego, componente elegido para este trabajo.

Los videojuegos se inician simultáneamente con los sistemas informáticos en los años 50's-60's (prehistoria), para los 70's aparece el videojuego Pong en el mercado lanzado por Atari, en los 80's aparece las máquinas recreativas con mayor calidad en gráficos, siendo PacMan y Mario Bros los juegos mas populares, en los 90's incorporan los gráficos 3D y el sonido digital, para la primera década del siglo XXI, aparece la dominación de las 3 principales marcas de consolas PlayStation de Sony, Xbox de Microsoft y la GameCube de Nintendo (Gil and Vida, 2007).

El videojuego ha tenido gran influencia entre los niños y jóvenes, junto con la evolución de la tecnología a conseguido gran éxito en las últimas décadas. La tecnología emergente es el termino utilizado al surgimiento o convergencia de nuevas tecnologías y estas tecnologías emergentes aplicadas a la educación están definidas por Veletsianos (2010) como herramientas, conceptos, innovaciones y avances, que pueden ser utilizados con propósitos relacionados a la educación.

1.3. Planteamiento del problema

El no ejercitar las matemáticas conlleva a dificultades para comprender, asociar, analizar e interpretar información, a la hora de enfrentar situaciones que las involucran. Como bien es sabido, las matemáticas están y se utilizan en prácticamente todos los ámbitos de la vida; por ejemplo, calcular el precio total en la compra de productos, hallar un promedio, identificar la operación adecuada para realizar un cálculo, etc.

La falta de ejercitación de las operaciones matemáticas en ocasiones se debe a que no se cuenta con la herramienta adecuada, innovadora en cuanto a tecnología, atractiva en cuanto aplicaciones, que contenga una gama de posibilidades a elegir para no caer en lo cotidiano, de tal forma que motive el deseo de participar en actividades que involucren las matemáticas.

Con el desarrollo de esta investigación se intenta dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué utilidad ofrecen los dispositivos kinestésicos en el ámbito educativo, particularmente en el área de las matemáticas?
- ¿Qué tan atractivo puede ser el interés? Comparado con la ejercitación tradicional.
- ¿Se logró mantener el interés usando esta tecnología?
- ¿Cuáles aplicaciones kinestésicas existen actualmente para ejercitar las matemáticas y como se están utilizando?
- ¿Como interactúa el estudiante con esta tecnología?

1.4. Objetivos

Por lo anterior planteado, el objetivo de esta tesis es crear una aplicación basada en tecnología Kinect, que permita practicar las operaciones aritméticas básicas como son: Adición, Sustracción, Multiplicación y División, de una forma entretenida y a manera de juego. Con los movimientos del cuerpo se tendrá el control para interactuar con la aplicación y dar solución a los problemas matemáticos planteados en la aplicación, esto a nivel de educación básica.

Objetivos específicos:

- Analizar la evolución y utilización del Kinect en los ámbitos educativos y describir las aplicaciones lúdicas que actualmente se encuentran para estos fines.
- Realizar una comparativa de herramientas que permita el desarrollo de aplicaciones utilizando Kinect y elegir la más conveniente al proyecto.
- Diseñar las estrategias de juego utilizando Kinect como dispositivo de mando.
- Diseñar una actividad educativa que permita ejercitar operaciones aritméticas.
- Evaluar la utilidad de la aplicación.
- Comprobar la hipótesis.

1.5. Hipótesis

El utilizar una aplicación lúdica, donde los estudiantes puedan ejercitar las nociones matemáticas usando tecnología Kinect, incrementará en ellos el interés en participar en actividades educativas en las que se involucran razonamientos, cálculos mentales y reconocimiento de operadores. Mejorando la habilidad del usuario en la solución a los problemas planteados.

1.6. Justificación

Ejercitar las nociones matemáticas es una experiencia determinante para los estudiantes, porque estimula el desarrollo cognitivo, además de que las habilidades mentales se mejoran y sirven como un cimiento para su educación.

Como ya se comprobó, la tecnología y los videojuegos son temas atractivos para los estudiantes del nivel básico, estos temas pueden ser asociados con los ejercicios que se realizan en las aulas de clase, para influir en la enseñanza, dándole un enfoque

educativo, ya que estimula el aprendizaje de los estudiantes en áreas que se consideran complejas.

Es por eso que utilizando tecnologías como Kinect, se pueden ejercitar operaciones aritméticas, de tal manera que la actividad sea divertida y entretenida, ya que al tratar con estos ejercicios los alumnos tienden fácilmente al aburrimiento al ejercitarlos de forma tradicional con lápiz y papel, ya que muchos estudiantes utilizan en casa dispositivos tecnológicos que les permiten ser competitivos en cuanto a videojuegos y aplicaciones multimedia.

1.7. Motivación

México actualmente pasa por un momento drástico en torno a la educación básica, los fallos escolares (60 % en 2015) continúan siendo elevados y no hay una forma clara, que permita cambiar este panorama. Aún cuando las autoridades han implementado recursos (como tablets) en las aulas para los últimos niveles de la educación primaria, los resultados obtenidos en PLANEA siguen estando por debajo de lo esperado.

Lo que si esta verificado, es que la forma de adquirir información en los alumnos a cambiado con respecto a como lo hacían sus profesores, el uso de dispositivos electrónicos esta al alcance de la mayoría, quienes con facilidad han podido integrarlos a su vida, a diferencia de sus profesores quienes han dedicado un mayor esfuerzo.

De esta manera, la oferta de sistemas en la enseñanza multimedia con base en juegos a aumentado considerablemente, al igual que la adquisición de distintos dispositivos, intentando complacer a profesores y alumnos. Estas aplicaciones basadas en juegos han sido las de mayor interés entre la población ya que captan la atención, aplican las dinámicas y principios de los juegos en actividades escolares.

1.8. Metodología

Esta sección describe la metodología de investigación utilizada en la elaboración del proyecto, la cual proviene de distintos tipos de investigación, de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto y casos de estudio, estas incluyen:

Investigación Documental: Fue la fuente de información que permitió recabar los datos necesarios para aportar las bases teóricas y conocer el estado actual sobre el tema del proyecto realizado.

Investigación de Campo: Los experimentos realizados fueron llevados a cabo en el lugar o ambiente escolar donde los participantes conviven, espacio donde se obtuvieron datos relevantes del grupo experimental (grupo de estudiantes que participaron en el uso de la aplicación).

Investigación Cuasi Experimental: Debido a que los resultados se van contrastando con la hipótesis y las condiciones están controladas tanto en participantes como en el uso, sin dejar aleatorización en el tratamiento y control de las variables.

Investigación Cualitativa: Permite asignar valores a los experimentos, de tal manera, que fueran analizados y medidos una vez reunidos los resultados, logrando obtener la valoración y apreciación de los usuarios, relativo a la aplicación.

El método utilizado en el desarrollo de la aplicación llamada SportMath es programación extrema o eXtrem Programming (XP), las etapas que fueron empleadas dentro de este proyecto consta de las siguientes fases:

- Análisis del estado del arte.
- Análisis y diseño de SportMath.
- Desarrollo de SportMath.
- Experimentación y evaluación.

Análisis del estado del arte

La primera fase del trabajo consiste en recopilar y analizar el estado del arte, en temas como enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, aplicaciones utilizando el dispositivo Kinect y tecnología educativa, seleccionando los relacionados a la ejercitación de las matemáticas utilizando el dispositivo Kinect. Para sustentar el trabajo realizado se eligieron algunos proyectos como referencia primordial en materia teórica, enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y lenguajes de programación en el desarrollo y utilización del dispositivo Kinect.

Análisis y diseño de SportMath

En esta fase se especifican los requerimientos de la aplicación, se diseñan los componentes que integraran el software, se seleccionan las herramientas a utilizar para su desarrollo, se diseñan los elementos del juego como actividades, retos y recompensas.

Desarrollo de SportMath

Una vez establecidos los componentes que integraran la aplicación, se prosiguió a desarrollarlos cada uno de manera secuencial, de tal manera que una vez concluido cada componente, sea integrado a la aplicación principal; por otro lado, también se comenzó con la elaboración de las indicaciones donde se especifican requerimientos técnicos que se deberán cumplir para su correcto funcionamiento.

Experimentación y evaluación

En esta fase se describen las pruebas que se realizaron a SportMath, con la finalidad de comprobar el funcionamiento, la utilidad e interés por parte de los participantes, de tal forma que muestre evidencia de que se pueden ejercitar actividades educativas para las que esta dirigido. Por último, las evaluaciones se realizaron poniendo en practica la aplicación con un grupo de alumnos de nivel básico y evaluando a través de cuestionarios. Presentando las conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos.

1.9. Esquema general de contenido

Esta sección especifica el contenido y la organización de este documento, estableciendo de forma breve el contenido de cada capítulo.

Capítulo 1: Introducción. Inicia con el contexto general, presentando los principales argumentos y problemas que motivan el desarrollo de esta tesis, los objetivos planteados y la especificación de la metodología de investigación utilizada.

Capítulo 2: Marco Teórico y Estado del Arte. Incorpora una revisión de trabajos y proyectos relacionados con el tema de esta investigación.

Capítulo 3: Análisis y Diseño de la Aplicación. Especifica las fases del análisis y diseño de la aplicación, planteadas desde la ingeniería de software.

Capítulo 4: Desarrollo de la Aplicación. Se especifica el proceso utilizado para la construcción de la aplicación, mencionando las herramientas requeridas para su correcto funcionamiento.

Capítulo 5: Validación y Experimentación. Exponen las distintas pruebas realizadas para comprobar la solución planteada, describiendo las medidas utilizadas para validar los datos y evaluar resultados.

Capítulo 6: Conclusión. Se mencionan las principales conclusiones obtenidas, así como el trabajo a futuro que pueda derivar de la investigación.

Capítulo 2

Marco Teórico y Estado del Arte

Con el propósito de conformar un contexto sobre el estado actual de procesos, aplicaciones y áreas donde ha estado involucrado el dispositivo Kinect en los últimos años, principalmente en la educación, se realizó un análisis de proyectos y trabajos relacionados con el tema de esta investigación, señalando características como el videojuego, la gamificación, el concepto lúdico y videojuegos serios; donde combinando estos conceptos con la tecnología da lugar al surgimiento de procesos que fomentan el aprendizaje y la ejercitación de operaciones matemáticas, específicamente a nivel escolar básico.

2.1. Kinect en el proceso de la educación

Actualmente se han encontrado distintos usos alternativos para el dispositivo Kinect, entre los más importantes se puede mencionar a *3D scanning*, una aplicación que permite escanear objetos en 3D, los cuales posteriormente se pueden imprimir utilizando *3D Builder*, en ese proyecto Kinect es utilizado como scanner, girando al rededor del objeto se logra la digitalización. En varias ramas de la medicina también está presente con proyectos como *Salus Quirófano*, la cual permite cargar imágenes de rayos X y placas donde se pueden visualizar estas imágenes ampliando o reduciendo su tamaño con la intención de dar una mejor interpretación a las imágenes; *Eye Yaar*, ayuda a evaluar y verificar el estado visual de los ojos; *VirtualRehab*, para la

rehabilitación física de paciente, ayudando a entrenar las funciones motoras de las extremidades superiores e inferiores.

Dentro de la robótica es utilizado en la detección de objetos, principalmente para la visión, también ha sido utilizado en la manipulación de animaciones, proyectos con realidad aumentada. Pasando al área de interés de este análisis, se encuentra el área educativa, la cual se describe en el siguiente punto.

2.1.1. Kinect en el aprendizaje

Con la finalidad de motivar y recrear el momento de aprendizaje, se intenta incorporar este dispositivo como una herramienta más a la enseñanza, comunidades como *KinectEducation* impulsan con un conjunto de recursos a desarrolladores, profesores, estudiantes y cualquier interesado en la educación, a promover el uso de aplicaciones con Kinect, buscando hacer ameno el aprendizaje.

Por otra parte *Microsoft Studios* y compañías como *Bandai Namco Games* ha distribuido videojuegos, que se han utilizado como proyectos educativos en algunas aulas; por ejemplo, para educación física se emplean videojuegos como *Kinect Adventures*, es el primer videojuego que utilizó Kinect, con veinte distintas aventuras, ha sido empleado para trabajar diferentes habilidades físicas como la velocidad, flexibilidad y fuerza; otro videojuego para esta misma área es *Kinect Sport*, utilizado para ayudar a mejorar la técnica en la realización del deporte, lo cual puede reflejarse en un mejor rendimiento al desempeñar dicho deporte en un ambiente real. *Dance Central*, también utilizado para ayudar a mejorar la condición física, ya que el usuario realiza determinados pasos de baile manteniendo el cuerpo en constante movimiento, los movimientos son capturados por Kinect y representados por un avatar en la pantalla, el uso de estos videojuegos por periodos constantes ha reflejado la obtención de buenos resultados tanto en habilidad como en rendimiento.

Para el area de las matemáticas se cuenta con un videojuego *Body and Brain Connection*, éste contiene problemas matemáticos, donde se da solución con acciones físicas, inicia determinando la edad cerebral con una sucesión de preguntas, una vez determinado un rango de edad, prosigue una serie de problemas matemáticos de acuerdo al nivel de la edad determinada. No esta especializado en una rama en particular, ni esta dirigido a un sector de la población especifico.

2.1.2. Funciones del Kinect

Kinect, es un dispositivo de entrada para Xbox 360 ó Xbox One, permite al usuario controlar juegos a través de gestos y comandos de voz, sus principales componentes son una cámara RGB, un sensor de profundidad (compuesto por el IR y la cámara de profundidad), un arreglo de micrófonos, un acelerómetro de tres ejes y un motor de inclinación, ver figura 2.1. El sensor de profundidad consiste en una fuente de luz infrarroja, que proyecta un patron de puntos, que posteriormente se leen a través de la cámara de profundidad, la cual detecta los segmentos de puntos reflejados, convirtiendo sus intensidades en distancias. Poco tiempo después de su lanzamiento en Noviembre del 2010 se comenzó el desarrollo de software para plataformas distintas al Xbox, una vez hackeado el Kinect se crearon controladores basados en GNU/Linux y en combinación con el middleware NITE fue posible llevar el seguimiento de movimientos. Ante los hechos, en Junio del 2011 Microsoft lanza el Software Development Kit (SDK) para Windows 7, con lo cual inicia también oficialmente el desarrollo para este dispositivo (Davison, 2012).

A mediados del 2014 Microsoft lanza la version 2 del Kinect, actualizando también el SDK al SDK 2.0, el cual funcionaria sólo con versiones recientes de su sistema operativo (Windows 8, 8.1 y 10), ampliando sus características y beneficios, permitiendo multiples aplicaciones a un mismo sensor de forma simultánea.

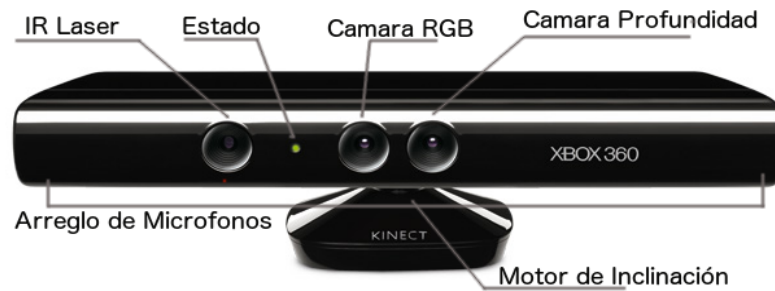


Figura 2.1. Hardware del Kinect (Davison, 2012).

2.2. Herramientas en el aprendizaje

En este apartado se mencionan algunos conceptos y estrategias, que han sido considerados en el diseño de juegos con la finalidad del aprendizaje, los cuales procuran el desarrollo de distintas habilidades en diferentes aspectos educativos del participante, a continuación se indican algunos de estos aspectos:

2.2.1. El Videojuego

Los videojuegos son juegos digitales, programas informáticos diseñados con distintos propósitos, uno de ellos es para el entretenimiento y la diversión, pueden ser utilizados a través de distintos medios, como consolas, computadoras, tablets y teléfonos móviles. Con mas de 30 años de evolución se han ido incorporando a las nuevas tecnologías como la interacción, la capacidad para procesar información y la conectividad, buscando ofrecer nuevas experiencias a los jugadores (Gil and Vida, 2007).

Los videojuegos se han utilizado en distintas practicas obteniendo buenos resultados, algunos de estos beneficios se pueden apreciar en la tabla 2.1, donde se describe el videojuego utilizado y su respectivo beneficio formativo.

Tabla 2.1. Videojuegos y sus Beneficios (Patrick, 2009).

Juego	Desarrollador	Beneficio
Age of Empires II	Ensemble Studios/ Microsoft Games Studios	Historia, estrategia y administración de recursos.
Age of Mythology	Ensemble Studios/ Microsoft Games Studios	Mitología, estrategia y administración de recursos.
Bioscopia	Viva Media	Zoología, biología celular, biología humana, botánica y genética.
Chemicus	Viva Media	Química.
Civilization III	Firaxis Games	Planificación y resolución de problemas.
Making History: The Calm and the Storm	Muzzy Lane	Historia, Segunda Guerra Mundial, gestión económica y negociación.
Reader Rabbit	The Learning Company	Lectura y escritura.
Zoombinis Logical Journey	The Learning Company	Lógica y álgebra.

Los videojuegos son una herramienta apropiada para asociar con el interés del estudiante y se pueden obtener beneficios como cualquier otra actividad educativa, siempre y cuando proponga conceptos de aprendizaje y sean guiados con la orientación necesaria para obtener ese beneficio educativo, ya sea por el profesor o por el mismo videojuego.

2.2.2. Juegos Serios

Los juegos serios (Serious Games), son un tipo de juegos que a parte del entretenimiento que proporcionan, tienen un propósito inmerso, estos propósitos pueden ser publicitarios, educativos, informativos, religioso, políticos, etc. Gómez (2014) los describe como procesos comunicativos orientados hacia la información

y persuasión, subrayando que lo serio no debe mostrarse como un opuesto al entretenimiento.

Aunque en la definición original no incluye dispositivos electrónicos, siempre han estado ligados desde el inicio de los serious games, termino creado por Clark Abt en su obra “Serious Games” de 1970. Una clasificación sobre los juegos serios esta definida en el modelo (G/P/S), ver figura 2.2, por sus iniciales en ingles Gameplay / Purpose / Scope, estos tres aspectos definen el modelo (G/P/S), con lo cual se pueden construir criterios adecuados para la clasificación de cualquier videojuego (Djaouti et al., 2011).

- **Gameplay:** De acuerdo al modelo (G/P/S) proporciona información sobre la estructura del juego, mecánicas, en general todo lo que tiene que ver con la jugabilidad.
- **Purpose:** El modelo (G/P/S) clasifica en tres propósitos: *Emisión de mensajes, Orientación e Intercambio de datos.*
- **Scope:** El modelo (G/P/S) realiza una clasificación de los alcances del mercado y para quien va dirigido.

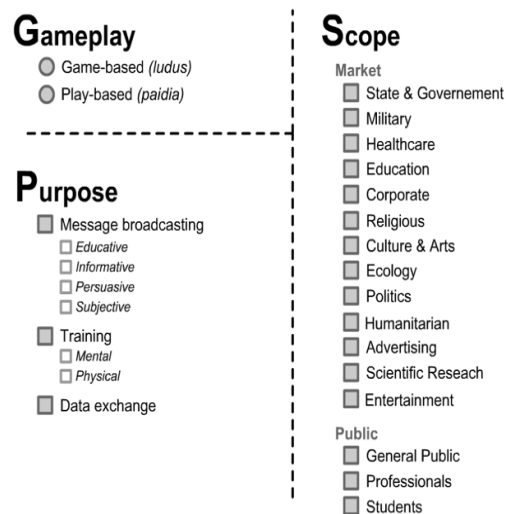


Figura 2.2. Representación del modelo (G/P/S) (Djaouti et al., 2011).

2.2.3. Gamificación

El termino fue utilizado por primera vez por Nick Pelling en 2002, al momento se encuentran varias definiciones que pueden significar diferentes cosas; por ejemplo, se menciona que son juegos con el propósito de anunciar algún producto, servicio o mundos virtuales donde se manipula el comportamiento y se influye en los usuario a que logren ciertas metas, Zichermann and Cunningham (2011) lo definen como un proceso de juego mental que incorpora mecánicas de juego donde se involucra al usuario a resolver problemas.

2.2.4. Micro-juego

Un micro-juego es un componente interactivo de muy corto tiempo, con una descripción finita; esto es, que debe contener un inicio y un final. El objetivo es cumplir con una meta en un tiempo establecido, obteniendo un puntaje de acuerdo a los logros realizados.

Aprovechando la popularidad de los videojuegos en los últimos años, características de la gamificación y del micro-juego, pueden combinarse en el desarrollo de micro-videojuegos con un propósito educativo, para atraer usuarios y conseguir cambiar comportamientos (como mejorar su habilidad en el área de las matemáticas básicas) y aumentar la productividad (disminuyendo el tiempo en la solución a los problemas).

2.3. Trabajos Relacionados

A continuación se describen algunos proyectos clasificados de acuerdo a sus características pedagógicas y tecnológicas, consultadas en la realización de esta tesis, la tabla 2.2 sirve de referencia para conocer lo que actualmente se desarrolla utilizando aplicaciones kinestésicas para fomentar el aprendizaje de las matemáticas. La mayoría de estos proyectos analizados, concluyen que los juegos tienen una influencia positiva

sobre los estudiantes, incrementando la creatividad, el entusiasmo y atrapando su interés sobre temas relacionados al área de las matemáticas.

Dentro de la tabla se analizaron algunos proyectos donde la actividad pedagógica fue desarrollada considerablemente, aunque la parte tecnológica quedo sin una implementación como los trabajos de Stevens et al. (2006) y Goldman et al. (2010); también se encontraron proyectos donde el enfoque se centra en la tecnología como los de Ayala et al. (2013), Zhang (2012), Tehrani and Lim (2013); trabajos que buscan principalmente conseguir la interacción humano-maquina, dejando para trabajos a futuro la parte pedagógica. Por último están los que integran aspectos pedagógicos y tecnológicos como los presentados por Alexandre et al. (2010), Thakkar et al. (2012), Madeira et al. (2012), Virvou and Papadimitriou (2013) y Boutsika (2014), estos trabajos utilizan distintas tecnologías para realizar actividades que están relacionadas con actividades pedagógicas en función de las necesidades que se pretenden mejorar.

La mayoría de los trabajos revisados están enfocados principalmente en un tema en específico, limitando el área de aprendizaje, ejercitación o memorización; dirigidos a un nivel en particular de usuarios, de tal manera que cubre las necesidades o problemas educativos específicos. La clasificación de ellos permitió identificar el concepto hacia donde se enfoca este proyecto *Aprendizaje Kinestésico*, por consiguiente, se pretende únicamente perfeccionar las habilidades ya aprendidas en el área de las matemáticas a través de la ejercitación.

Retomando los trabajos que fomentan el aprendizaje kinestésico, se encontraron algunos patrones como la repetición constante de ejercicios, la utilización de un dispositivo (Kinect), un entorno de gráficos llamativo y una actividad educativa que se presenta de forma divertida ante los usuarios.

Tabla 2.2. Proyectos con tendencia pedagógica y tecnológica.

Proyecto	Características Pedagógicas	Características Tecnológicas
Maths4Kids - Telling Stories with Maths (Alexandre et al., 2010)	Los conceptos se encuentran previamente escritos en guiones o pueden ser escritos por el profesor.	Incluye en su sistema el desarrollo de seis mini juegos.
At home with mathematics: Meanings and uses among families (Stevens et al., 2006)	Promueve las practicas matemáticas fuera del aula, en un contexto familiar.	No integra características.
Math Engaged Problem Solving in Families (Goldman et al., 2010)	Se centra en encontrar soluciones a problemas matemáticos, dentro de actividades individuales o familiares, buscan cualquier oportunidad que fomente el aprendizaje de las matemáticas.	No integra características.
Learning addition by playing an adaptive game with coins (Virvou and Papadimitriou, 2013)	Fomenta la practica continua de ejercicios a través del juego, utiliza un modelo adaptativo para ajustar el nivel de complejidad de acuerdo al usuario.	Aplicación basada en el navegador web.
Helping Math Learning (Madeira et al., 2012)	Incluye el concepto de aprendizaje combinado, el cual consiste en juntar la formación tradicional con actividades modernas.	Presenta la implementación de un sistema basado en la web, integrado en la plataforma de Moodle.
Kinesthetic Learning Applied to Mathematics Using Kinect (Ayala et al., 2013)	No integra características.	Incorpora el dispositivo Kinect para interactuar con la aplicación.
Microsoft Kinect Sensor and Its Effect (Zhang, 2012)	No integra características.	Menciona distintas alternativas de como emplear el dispositivo Kinect, al igual que las areas de aplicación.
Learning Math Using Gesture (Thakkar et al., 2012)	Fomenta el aprendizaje kinestésico	Presenta un método para manipular modelos realizados en Blender utilizando Kinect.
Interactive Kinect Using Mobile Phone For Education. (Tehrani and Lim, 2013)	No integra características	Relacionan Kinect y un dispositivo mobile en el campo de la educación.
Kinect in Education: A Proposal for Children with Autism (Boutsika, 2014)	Hacen uso de técnicas para recordar información como "Mnemonic Techniques", también utilizan GBL (Game-Based Learning)	Incorpora el dispositivo Kinect para interactuar con la aplicación.

Por consiguiente, en este proyecto se expone una aplicación basada en el aprendizaje kinestésico, la cual cuenta con actividades educativas, consolidadas en, *Desafíos Matemáticos Libro para el Alumno Tercer Grado de Primaria del Ciclo Escolar 2015-2016*. De esta manera los ejercicios están adecuados al nivel al que va dirigida la aplicación. La aplicación podrá ser utilizada por docentes, en caso de así requerirlo en sus actividades, donde podrán llevar un seguimiento de progresos sobre los usuarios, por el contrario, los usuarios también pueden ejercitar las actividades fuera del aula, sin llevar ningún control.

2.4. Aprendizaje Kinestésico

Según la Neurofisiología y la Psicología mencionan algunos enfoques de cómo los seres humanos aprenden, indicando que no existe una sola manera de aprender, sino que cada persona tiene una forma o estilo exclusivo de interactuar con el mundo, por consiguiente, su manera de aprender; por estas razones señaladas se han desarrollado diferentes modelos sobre el estilo de aprendizaje que intentan clasificar las maneras de aprender. El concepto ‘*estilos de aprendizaje*’ se alude a la acción de que cada persona emplea su propio método o estrategias para aprender; es decir, los estudiantes estructuran los contenidos, utilizan conceptos, interpretan la información, seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésico), vinculando alguno de estos rasgos con las motivaciones que influyen en su aprendizaje (Gómez and Aduna, 2004).

Aunque existe una variedad de modelos, aquí solo se mencionan los que consideran el aprendizaje kinestésico, como *el Modelo de la Programación Neurolingüística* y *el Modelo de las Inteligencias Múltiples*.

2.4.1. Modelo de la Programación Neurolingüística

Este modelo considera tres grandes sistemas para percibir la información: Visual, Auditivo y Kinestésico (VAK), aprovechándose en mayor medida, alguno de los tres. Se utiliza el sistema de representación visual, cuando se recuerda o se piensa en

imágenes vistas con anterioridad, asimilando la información en periodos más cortos. La representación auditiva es empleada mediante el proceso de ingresar la información a través de la audición, por último, la representación kinestésica esta definida por el proceso de ingresar información a través de las sensaciones y movimientos.

La investigación de Cid et al. (2012), determina los estilos de aprendizaje, en relación a la forma de seleccionar la información en estudiantes de educación física de distintos grados, obteniendo como resultado que los estudiantes de los primeros grados, el estilo predominante es el kinestésico, seguido por el visual y finalmente el auditivo, sin embargo, los distintos estilos de aprendizaje no son mejores o peores, aunque si más o menos eficaces a la hora de aprender.

2.4.2. Modelo de las Inteligencias Múltiples

El modelo de las inteligencias múltiples de Gardner menciona las diferentes formas de aprender, en relación a la interacción con el mundo a su alrededor, definiendo la inteligencia como la capacidad para resolver problemas o elaborar productos de gran valor para un contexto comunitario o cultural (Camacho and Gómez, 2016). La teoría de inteligencias múltiples presenta ocho inteligencias:

- Intrapersonal.
- Interpersonal.
- Cinestésicocorporal.
- Musical.
- Lingüística.
- Lógico-matemática.
- Espacial.
- Naturalística.

Donde la inteligencia Cinestésicocorporal tiene relación con esta investigación, ya que es la que implica habilidad para emplear movimientos del cuerpo, de tal manera que empleando ésta inteligencia con alumnos que se identifican con ella podrán mejorar su aprendizaje tocando, moviéndose y procesando información a través de sensaciones corporales.

El propósito de esta aplicación no es únicamente emplear la parte kinestésica, sino también incorporar la parte visual, ya que se emplean gráficos acorde a su edad; sin olvidar la parte auditiva, integrando melodías y sonidos que indiquen errores o aciertos en la solución a los problemas que requieren de la inteligencia lógico-matemática. Como se observa es un conjunto de estilos que se utilizan dentro de una aplicación buscando abarcar la mayor cantidad posible de sistemas para percibir la información mucho mejor.

2.5. Recursos tecnológicos para Kinect

Actualmente ya se cuenta con una gama de herramientas que permiten manipular el dispositivo Kinect con distintas tecnologías y de diversas formas, entre estas se encuentran entornos *Greenfoot*, *Alice*, *Scratch*, *Processing* y motores de videojuegos como *Unity* y *JMonkey*, por mencionar algunas, las cuales permiten conseguir una fácil interfaz para el seguimiento de los movimientos del usuario.

- **Greenfoot** es un entorno de desarrollo interactivo 2D, que utiliza el lenguaje de programación Java, cuenta con una librería *kinectserver*, la cual permite acceder al Kinect desde el escenario Greenfoot, ofreciendo una interfaz que permite rastrear movimientos hasta de cuatro personas.
- **Alice** es un entorno de desarrollo interactivo 3D, el cual permite crear animaciones, videos y juegos interactivos, con el propósito de permitir al usuario entender los conceptos fundamentales de la programación orientada a objetos, se ha intentado incorporar el Kinect a este entorno con proyectos como

KinectMotionCapturePrototype, el cual logra la comunicación entre el entorno y el dispositivo Kinect.

- **Scratch** es un entorno con un lenguaje de programación visual, en el cual se pueden crear fácilmente animaciones, juegos y artes, cuenta con una extensión *KinectScratch*, permitiendo que los datos del dispositivo Kinect sean enviados a Scratch.
- **Processing** es un entorno de desarrollo basado en el lenguaje de programación Java, cuenta con una infinidad de API's para el desarrollo de las artes visuales entre ellas *SimpleOpenNI* para la interacción con Kinect.
- **Unity** es un motor de videojuegos que implementa un conjunto de herramientas de desarrollo en 2D y 3D para distintas plataformas, cuenta con un paquete de scripts *Kinect wrapper package for Unity3D* que permiten trabajar con el dispositivo Kinect.
- **JMonkey** es un motor de videojuego open source para el desarrollo de juegos en Java 3D, este software esta creado enteramente en Java y con ayuda de algún wrapper como *Jkinect* o *JNI*, permitiendo la interacción con el Kinect.

Estas son algunas de las herramientas que permiten incorporar Kinect a un proyecto, cada una con características muy particulares, por este motivo no se busca la más completa, sino la que mejor se adapte a las necesidades del proyecto a desarrollar.

Capítulo 3

Análisis y Diseño de la Aplicación

En este capítulo se detallan los procesos de análisis y diseño durante la creación de la aplicación SportMath, se realizó un análisis de los requerimientos y las necesidades o actividades que se pretenden enriquecer, tanto en aspectos educativos como tecnológicos, de tal forma que se logró generar un diseño flexible, que permite integrar las actividades educativas que se pretenden fortalecer.

3.1. Requerimientos para la aplicación

Con la finalidad de apoyar a estudiantes del tercer grado de educación primaria, se planteo desarrollar una aplicación que les permita realizar repetitivamente ejercicios de matemáticas como son: Adición, Sustracción, Multiplicación y División; con la intención de perfeccionar la habilidad en la solución a dichos ejercicios. La interfaz de usuario de la aplicación debe estar constituida de los siguientes componentes:

- Una pantalla donde el usuario pueda interactuar enviando y recibiendo información.
- Un dispositivo Kinect para enviar los datos a través de los movimientos del usuario.

La aplicación se ejecuta en una computadora personal (PC), a la cual se conecta el dispositivo Kinect, este envía los datos capturados de acuerdo a los movimientos que

el usuario realiza, los resultados se reflejan en la pantalla del monitor.

Los usuarios podrán ingresar a la aplicación mediante dos alternativas, una forma es iniciando una sesión, que consiste en la autenticación del usuario, en la cual se proporciona una matrícula como identificación del usuario. Para autenticar un usuario e ingresar a los ejercicios la aplicación tiene que interactuar con una base de datos que contiene información sobre los usuarios que previamente fueron registrados, esto permite llevar un seguimiento sobre el progreso del usuario, la otra forma de ingresar es sin iniciar sesión con el inconveniente de que no se llevará ningún seguimiento sobre los ejercicios realizados, permitiendo únicamente la ejercitación. Para iniciar la aplicación, el usuario debe seguir la siguiente serie de eventos:

1. La pantalla inicial, contiene dos botones con los siguientes títulos “*Instrucciones*” y “*Jugar*”.
2. Si es seleccionado *Instrucciones*, se despliega en la pantalla la información necesaria sobre los procedimientos que debe seguir el usuario para la correcta manipulación de los micro-juegos.
3. Si selecciona *Jugar*, la pantalla muestra dos opciones, una donde se solicita introducir el número de matrícula o ingresar sin cuenta.
4. El usuario introduce el número de matrícula de cinco dígitos.
5. Si el usuario introduce un número de matrícula válido o ingresa sin cuenta, la pantalla presenta el menú principal de los micro-juegos, el cual contiene cuatro opciones de micro-juegos: Tenis, Fútbol, Box y Cacería.

Si el usuario selecciona la opción Tenis, se inicia el micro-juego, este genera en la parte inferior de la pantalla, una serie de operaciones aleatorias en cuanto a dígitos y a operadores, sin su respectivo resultado. En la parte superior de la operación se encuentra un conjunto de pelotas con un resultado, donde a través de movimientos con

las manos, puede eliminar las pelotas dejando únicamente la que contiene el resultado correcto, de esta manera se evalúa la operación, dando una breve retroalimentación al usuario si el resultado fue incorrecto.

Para las otras opciones algo similar sucede, solo cambia la parte del cuerpo con la que se realiza la interacción; por ejemplo, para la opción Fútbol, los resultados de las operaciones se muestran en un conjunto de balones, donde el usuario con la cabeza tendrá que eliminar todos los resultados incorrectos dejando únicamente el correcto para su evaluación. En la opción Box, la pantalla presenta varias perillas con distintos resultados, el usuario tendrá que golpear todas las que contengan resultados incorrectos, dejando solo el resultado correcto; por último se encuentra Cacería donde los movimientos de las manos permiten realizar los disparos para eliminar las aves con los valores incorrectos.

Los requerimientos de la aplicación se recabaron dentro de la primera etapa del sistema del modelo que se detalla en la siguiente sección, en un principio se recopiló la información a través de algunas entrevistas con la docente de la primaria “Leona Vicario” del tercer grado y material del área de matemáticas que suelen utilizar como libros y ejercicios; esta primera etapa del ciclo de vida del software es una tarea clave porque de ésta dependerá que la aplicación contenga todas las funciones que resuelvan la problemática. El ciclo de vida del software especifica el orden que deben seguir las etapas o fases durante el desarrollo del sistema, desde su creación hasta que se deja de utilizar, existe una variedad de modelos de ciclo de vida del software que determinan cuándo y cómo se deben llevar a cabo las etapas.

3.2. Modelo de Desarrollo del Software

También llamada metodología, es el conjunto de prácticas y métodos que permiten realizar de una manera ordenada y eficaz las actividades que son indispensables en cada fase o etapa del modelo de desarrollo, permite planear adecuadamente el proyecto

y evita que éste se salga de proporciones y tiempos de los que se dispone. Si bien un proyecto puede ser inicializado mediante una metodología tradicional, también puede ser abordado de manera adaptativa, en el primer caso se suele pensar que se pueden anticipar los cambios, realizando un buen análisis y diseño, contemplando el mayor número de alternativas para evitar cambios, mientras que de manera adaptativa los cambios son considerados y contemplados, donde el usuario puede modificar los requerimientos propuestos, dentro de estos modelos se encuentran las metodologías ágiles.

Las metodologías ágiles surgen como alternativa a las metodologías tradicionales, ya que reducen el tiempo en la producción del software sin afectar la eficiencia y calidad, en este proyecto se empleó la metodología ágil eXtreme Programming (XP), la cual se apoya en la retroalimentación continua entre el cliente y el personal de desarrollo, simpleza en las soluciones y definida especialmente para proyectos con requisitos muy cambiantes. En la figura 3.1 se indica las principales etapas del proceso XP.

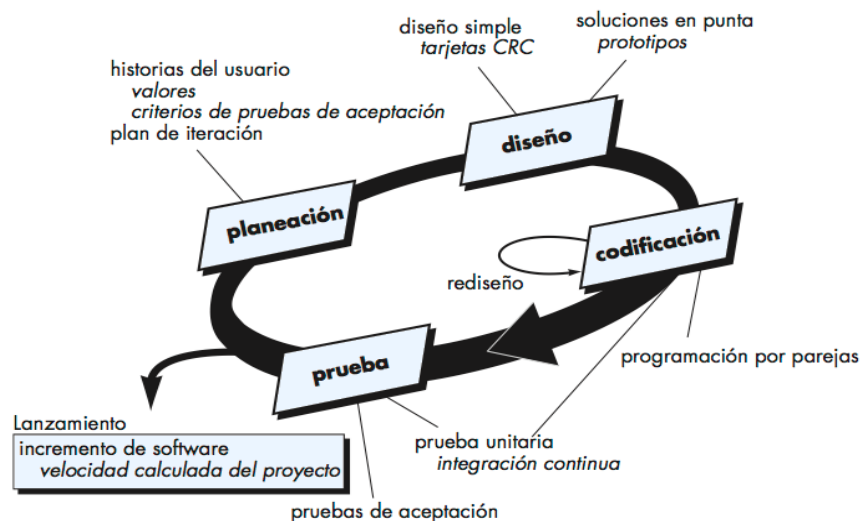


Figura 3.1. Proceso de la Programación Extrema (Pressman, 2010).

La metodología está compuesta de las siguientes actividades:

- **Planeación:** Inicia escuchando, para recabar los requerimientos.
- **Diseño:** Moldea la estructura que ordenará la lógica de la aplicación.
- **Codificación:** Plasma las ideas y funcionalidades del sistema a través del código.
- **Pruebas:** Verifica su correcto funcionamiento de la aplicación.

Hace uso de las siguientes herramientas:

- **Historias de usuario:** Estas tarjetas especifica los requerimientos del software, consta de tarjetas en las cuales el cliente describe características que el sistema debe contener.
- **Task Cards:** Tarjetas de tarea, ofrecen información sobre la asignación de tareas de programación especificadas en las Historias de usuario.
- **CRC Cards:** Las tarjetas de Clase-Responsabilidad-Colaboración, ofrecen información sobre las responsabilidades y colaboradores que se encuentran asignados a una clase.
- **Roles:** Programador, Cliente, Encargado de pruebas (Tester), Encargado de seguimiento (Tracker), Entrenador (Coach), Consultor y Gestor (Big boss).

3.2.1. Planificación de la aplicación

Esta actividad se inicia recabando los requerimientos, escuchando las necesidades y actividades que el cliente desea realizar dentro de la aplicación, esta actividad es realizada con la ayuda de las tarjetas de historia de usuario, donde se capturaron las especificaciones, como se observa en la figura 3.2, si en un principio no se identifican todas las historias de usuario, en la siguiente iteración podrán ser incorporadas.

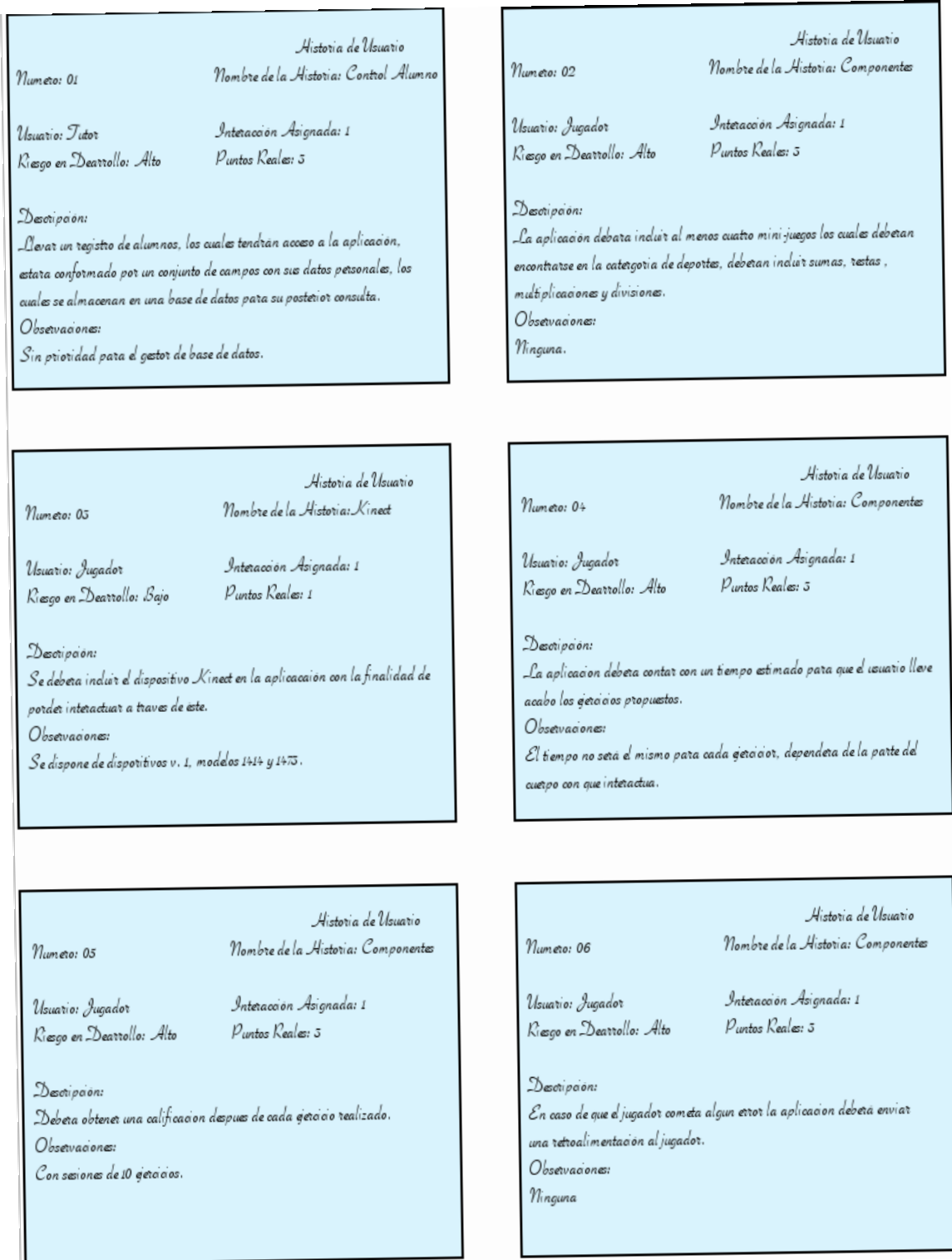


Figura 3.2. Ejemplo de las Historias de usuarios.

Una vez recabados los requerimientos (descritos en el apartado 3.1) a través de las tarjetas de historias de usuario, se asignó un lapso de tiempo en semanas para su desarrollo, en este proyecto se dio prioridad al desarrollo de las historias con mayor valor, de esta manera serán las primeras en ser implementadas, la planeación de esta aplicación se encuentra en el anexo A.

3.2.2. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales especifican lo que el sistema debe cumplir, los comportamientos que debe tener, en la figura 3.3 se detalla parte de los requerimientos funcionales para esta aplicación.

3.2.3. Requerimientos no funcionales

También se consideran los requerimientos no funcionales, éstos especifican pautas o criterios para valorar el funcionamiento del sistemas; por ejemplo, usabilidad, costo, mantenibilidad, escalabilidad, rendimiento, etc. En la figura 3.4 se describen parte de estos requerimientos.

3.2.4. Diseño de la aplicación

El diseño permite conocer cómo se creará el sistema, normalmente se hace a través de modelos donde se proporcionan especificaciones sobre la arquitectura, componentes e interfaces que se requieren para la implementación del sistema, XP apoya el uso de las tarjetas CRC, a manera de representar la aplicación en un contexto orientado a objetos. Para esta aplicación, cada tarjeta está representando cada uno de los objetos identificados previamente en la etapa anterior, la figura 3.5 identifica algunas tarjetas CRC.

Clave:	<i>RF01</i>
Función:	<i>La aplicación deberá contener una base de datos para el control de los usuarios.</i>
Descripción:	<i>Con ayuda de la base de datos se logra el registro, modificación y eliminación de alumnos que requieran llevar un seguimiento.</i>
Entrada:	<i>Datos del jugador.</i>
Salida:	<i>Notificar los cambios realizados.</i>

Clave:	<i>RF02</i>
Función:	<i>La aplicación deberá incluir al menos cuatro mini-juegos.</i>
Descripción:	<i>Cada mini-juego deberá interactuar utilizando distintas partes del cuerpo.</i>
Entrada:	<i>Movimientos del cuerpo del jugador.</i>
Salida:	<i>Interacción con la aplicación al realizar la actividad.</i>

Clave:	<i>RF03</i>
Función:	<i>La aplicación podrá generar ejercicios empleando la adición, sustracción, multiplicación y división.</i>
Descripción:	<i>Los ejercicios deberán estar acorde al grado que el jugador cursa, para este caso 3°.</i>
Entrada:	<i>Movimientos del cuerpo del jugador.</i>
Salida:	<i>Resultado del ejercicio realizado.</i>

Figura 3.3. Ejemplo de los Requerimientos funcionales.

<p>Clave: RNFO1</p> <p>Requerimiento: Usabilidad.</p> <p>Descripción: <i>La aplicación debe ser fácil de usar, para que intuitivamente el usuario se desplace y realice sus actividades.</i></p> <p><i>Deberá contener interfaces intuitivas.</i></p>
<p>Clave: RNFO2</p> <p>Requerimiento: Multiplataforma.</p> <p>Descripción: <i>La aplicación puede funcionar en distintos sistemas operativos y plataformas de hardware.</i></p>
<p>Clave: RNFO3</p> <p>Requerimiento: Rendimiento.</p> <p>Descripción: <i>La aplicación soporta el manejo de gran cantidad de información generada por el dispositivo Kinect, la manipulación de gráficos y sonidos durante la realización de las actividades.</i></p>

Figura 3.4. Ejemplo de los Requerimientos no funcionales.

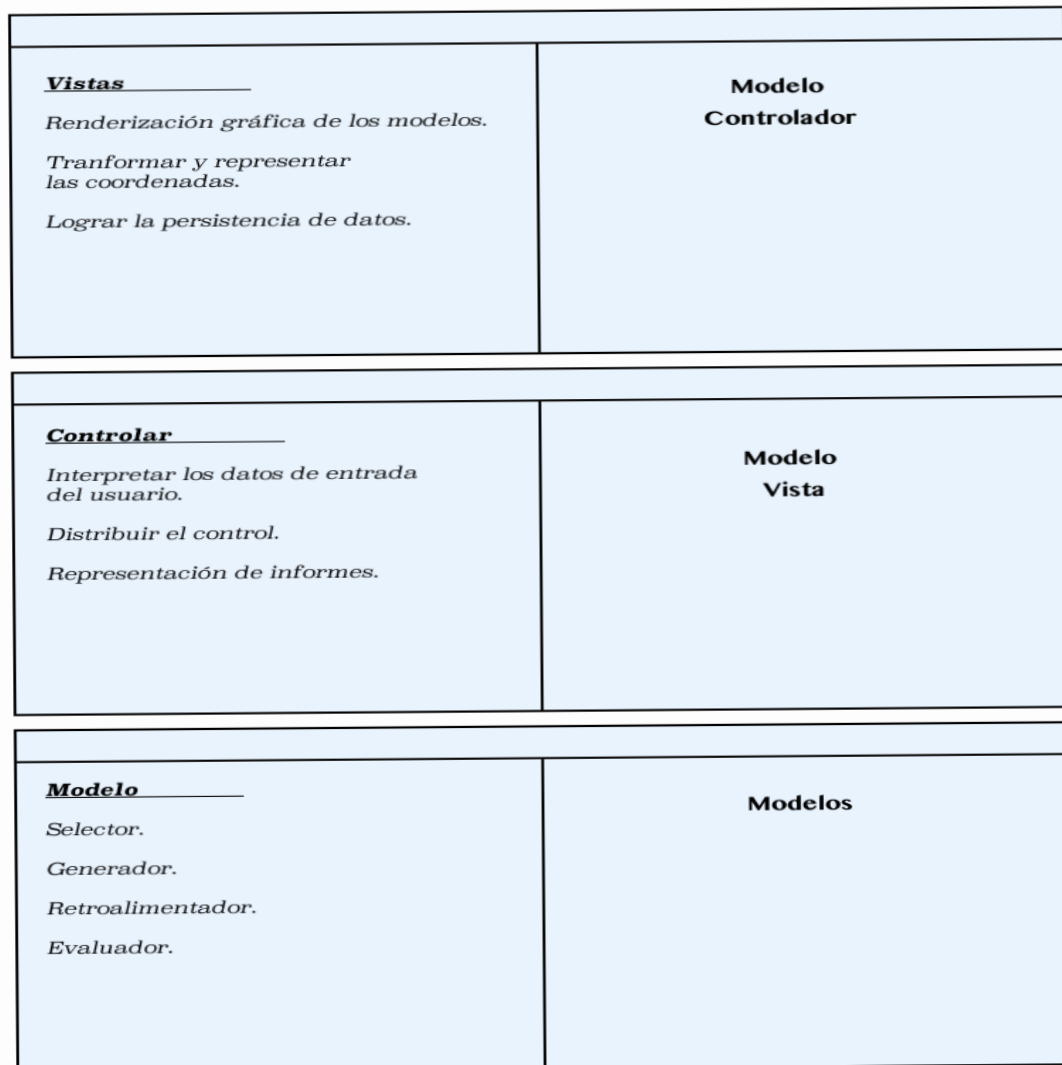


Figura 3.5. Ejemplo Tarjetas CRC.

Para realizar el llenado de de las tarjetas CRC, se deben conocer y definir primero los elementos que integran el videojuego, estos elementos se encuentran especificados en el capitulo cuatro.

3.2.5. Arquitectura de la aplicación

Un panorama general de la estructura de SportMath puede ser apreciada en la figura 3.6, donde se muestran las capas y elementos que lo componen, la finalidad de separar los componentes permite detallar cada elemento y llevar un seguimiento estructural y funcional durante el desarrollo de la actividad, identificando responsabilidades adquiridas y las relaciones entre ellas.

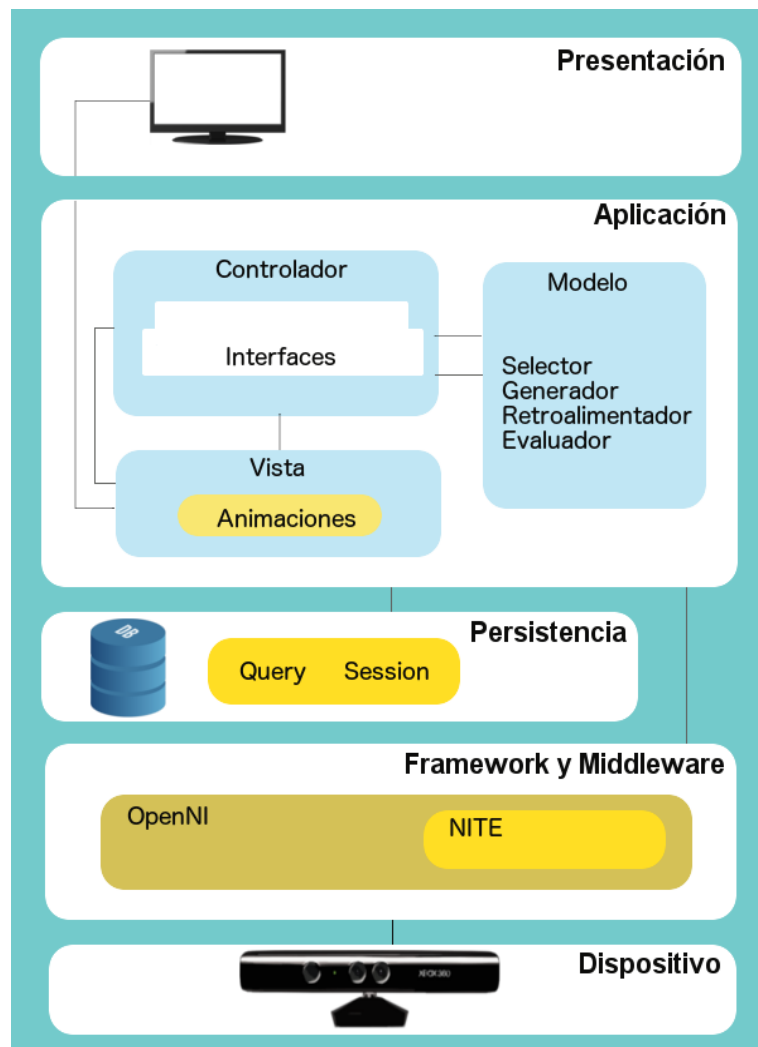


Figura 3.6. Capas de la arquitectura.

La clasificación esta dirigida en función de la programación, intentando sugerir el seguimiento que deberá llevar el programador para las distintas capas, aunque esto dependerá de la implementación, en este caso las historias con mayor valor.

3.2.5.1. Presentación

Esta conformada por la pantalla, es la salida y representación de los datos, los gráficos y sonidos, es la zona donde interactúa el usuario con los distintos apartados de la aplicación, una vez ingresando, podrá visualizar las instrucciones, los micro-juegos y ejercicios a resolver.

3.2.5.2. Aplicación

Esta capa esta constituida por el patron de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual permite separar los datos y lógica de negocios de la interface de usuario, en esta sección se encuentran cuatro módulos indispensables en el funcionamiento de la aplicación:

- **Selector**, la función de este módulo, permite al usuario seleccionar el tipo de micro-juego con el cual desea ejercitar las operaciones, ya que cada micro-juego requiere cierta parte del cuerpo para poder interactuar.
- **Generador**, este módulo es el encargado de generar las operaciones que el usuario tiene que resolver, las operaciones se producen aleatoriamente tanto en operador como en cantidad de dígitos, de tal forma que una vez resuelta la operación, tiene que generar automáticamente la siguiente.
- **Retroalimentador**, la principal actividad de este módulo es verificar que las respuestas del usuario sean las correctas, en caso contrario genera una breve retroalimentación, la cual notifica al usuario que su respuesta es incorrecta, haciéndole saber el resultado correcto, con la intención de que se de cuenta del error cometido.

- **Evaluador**, este módulo es el encargado de llevar la contabilidad de los ejercicios que resultaron correctos e incorrectos, al final de la participación del usuario en el micro-juego genera un mensaje con el puntaje obtenido, si el usuario ingreso con registro, se guardara su puntaje o progreso realizado.

Esta capa interactúa con la capa de presentación ya que genera las imágenes y ejercicios que el usuario percibirá, también conecta con la capa del framework y middleware permitiendo la entrada de datos procedentes del dispositivo Kinect.

3.2.5.3. Persistencia

La persistencia permite llevar el seguimiento de los usuarios que utilizan la aplicación, así como los progresos o retrocesos que va realizando durante la solución a las distintas operaciones aritméticas presentadas. Utilizando un gestor de base de datos se logra almacenar toda la información y avances sobre cada usuario.

3.2.5.4. Framework y Middleware

Es la capa encarga de proporcionar el acceso a las distintas cámaras con las que cuenta el dispositivo Kinect, sirve como puente entre la aplicación y el dispositivos Kinect, permitiendo iniciar la recepción de la secuencia de video RGB, IR y profundidad del sensor; transfiriendo todo a la capa de aplicación con lo cual se logra la interacción. OpenNI Framework trabaja en conjunto con terceros fabricantes desarrolladores de middlewares para utilizar el sensor con distintos propósitos, en este caso el utilizado NITE es el apropiado para las condiciones que requiere la aplicación.

3.2.5.5. Dispositivo

Esta capa es la encargada de capturar los datos a través de las cámaras y el sensor, los cuales con ayuda del framework y la aplicación son interpretados, logrando la comunicación entre los usuarios y la aplicación, la capa solo consta de un dispositivo Kinect V1, en este caso utilizando modelos 1414 y 1473.

3.3. Actividades de aprendizaje

Una actividad de aprendizaje es definida por Morales (2015), como una herramienta que apoya el proceso de enseñanza-aprendizaje, independientemente del modelo educativo, tecnología usada, área del conocimiento y quien la diseñe. Lo fundamental es conocer el plan de clase o secuencia didáctica para identificar el área que se desea apoyar, así como, a quien se debe entrevistar.

Para el caso de este proyecto no se crea una nueva actividad, porque ya esta definida por la profesora del grupo, en una entrevista comento que la actividad se basa en el material proporcionado por el sistema educativo (*Desafíos Matemáticos Libro para el Alumno*) donde se sugiere la realización constante de ejercicios, para adición y sustracción manejar hasta tres dígitos (centenas), en multiplicación y división hasta dos dígitos (decenas), normalmente su actividad se realiza en sesiones de 30 minutos, donde en ocasiones dichos ejercicios están representados con operadores aritméticos como se aprecia en la figura 3.7 o ejercicios donde no se representa el operador como en la figura 3.8.

Ambos ejercicios el alumno debe resolverlos de forma mental, de tal manera, que si el alumno no lleva una ejercitación constante no desarrollará la habilidad necesaria para solucionar dichos ejercicios. Para este proyecto se utilizaron ejercicios representando operadores, buscando mejorar la habilidad en cuanto a resultados; es decir, que los alumnos cometan la menor cantidad de errores posibles en la solución de los ejercicios planteados.

De manera individual, resuelve mentalmente las siguientes operaciones. Subraya aquellas que necesites escribir verticalmente para resolverlas.

a) $900 + 100 =$	a) $108 + 79 =$
b) $990 + 10 =$	b) $463 + 41 =$
c) $1900 + 1100 =$	c) $579 + 21 =$
d) $890 + 110 =$	d) $35 + 99 =$
e) $86 + 11 =$	e) $1462 + 99 =$
f) $529 + 11 =$	f) $4300 + 900 =$
g) $894 + 101 =$	g) $2170 + 990 =$
h) $963 + 101 =$	h) $258 + 9 =$
i) $7305 + 101 =$	i) $262 - 90 =$
j) $7305 + 1001 =$	j) $7639 - 900 =$
k) $36 + 79 =$	k) $1970 - 99 =$

Figura 3.7. Ejemplo de ejercicios con operadores aritméticos (*Desafíos matemáticos*).

En equipos, anoten los datos que hacen falta en las siguientes tablas. Procuren hacer las operaciones mentalmente.

Tabla 1			
Fruta	Cajas	Frutas en cada caja	Total de cada fruta
Melón	6	10	
Pera	9	20	
Manzana	5	40	
Uva	7	300	
Fresa	2	600	
Durazno			

Tabla 2			
Fruta	Cajas	Frutas en cada caja	Total de cada fruta
Melón	8		80
Pera	2		40
Manzana	1		50
Uva	9		3600
Fresa	7		3500
Durazno			

Tabla 3			
Fruta	Cajas	Frutas en cada caja	Total de cada fruta
Melón		20	100
Pera		30	240
Manzana		40	280
Uva		700	1400
Fresa		500	2500
Durazno			

Figura 3.8. Ejemplo de ejercicios sin operadores aritméticos (*Desafíos matemáticos*).

Ahora, como se pretende llevar este tipo de actividad a la aplicación, se retomaran ejercicios similares a los planteados anteriormente, solo que ahora alternando operadores:

$$2 + 3 =$$

$$2 - 3 =$$

$$2 \times 3 =$$

$$2 \div 3 =$$

de esta manera se están utilizando los cuatro operadores básicos, también esta contemplada la opción de configurar la actividad con el tipo de operadores que se desea ejercitar; por ejemplo, si solo se requiere practicar con multiplicaciones, en la configuración se especifica únicamente este operador y los ejercicios serán exclusivamente con el tipo de operador seleccionado.

De esta manera el alumno ejercita el tiempo que considere necesario repitiendo sesiones hasta alcanzar sus logros personales, por otra parte el administrador podrá consultar los resultados de usuarios previamente registrados, verificando el progreso realizado por el usuario.

Capítulo 4

Desarrollo de la Aplicación

En este apartado se describen los elementos del videojuego, los componentes de hardware y software utilizados en la construcción de SportMath. El componente principal de hardware empleado en este proyecto es el dispositivo Kinect, el cual se conecta a una PC, asimismo se mencionan algunas ventajas y desventajas de las versiones disponibles de Kinect hasta el momento. También se describe el conjunto de elementos de software empleados, compuesto por Framework, Middleware, Wrapper, módulos de la aplicación y herramientas utilizadas para su desarrollo; detallando el proceso de codificación e integración de los elementos.

4.1. Elementos del videojuego

Una vez analizados los requerimientos se comenzó a contemplar los elementos que componen un videojuego, en este proyecto se consideraron las recomendaciones de Ares (2014) donde sugiere la integración de los siguientes elementos:

- Guión
- Diseño de Juegos
- Arte (modelado y texturizado)
- Desarrollo (programación)

- Multimedia (animaciones y sonidos)

Estos elementos son fundamentales en la elaboración de un videojuego, sin importar sus dimensiones, ya sea un pequeño o un desmesurado videojuego.

4.1.1. Guión

Desde un principio es importante definir el tema y el género al que pertenece el videojuego ya que actualmente existe una amplia variedad de géneros (acción, disparos, estrategia, simulación, deportes, aventura, etc.), este proyecto intenta estar definido en el género de deportes y en el tema de la educación, busca relacionar las matemáticas con la simulación de algún deporte.

Una vez especificado tema y género se pasa a definir la jugabilidad (gameplay) que vendría a ser la experiencia de sensaciones que se producen al interactuar con el videojuego, que para este proyecto se pretende mejorar la habilidad en la solución a operaciones aritméticas interactuando a través del dispositivo Kinect, buscando producir una sensación de alegría al participante.

Por último, el argumento que esta compuesto por un conjunto de acciones que narran la creación, este puede estar conformado de tres elementos: Introducción (presentación de escenarios ¹ y elementos), Nudo (sucesos inesperados) y Desenlace (en que concluye la obra) y con estos elementos se creó el guión como primer paso en el desarrollo del videojuego, ver figura 4.1.

Los personajes son un factor decisivo en la construcción de un videojuego, ya sea para entusiasmar al jugador o para que se sienta identificado con algún personaje, en este proyecto se busca entusiasmar por medio de personajes animados que el jugador tendrá que enfrentar. En el caso del micro-juego fútbol solo existen dos personajes un

¹Una escena de acuerdo a un guión gráfico, esta representada por un lugar donde ocurre la historia (Parque, Lago, Escuela, etc.), en este caso estará representado por un conjunto de imágenes de distintos tamaños y resoluciones.

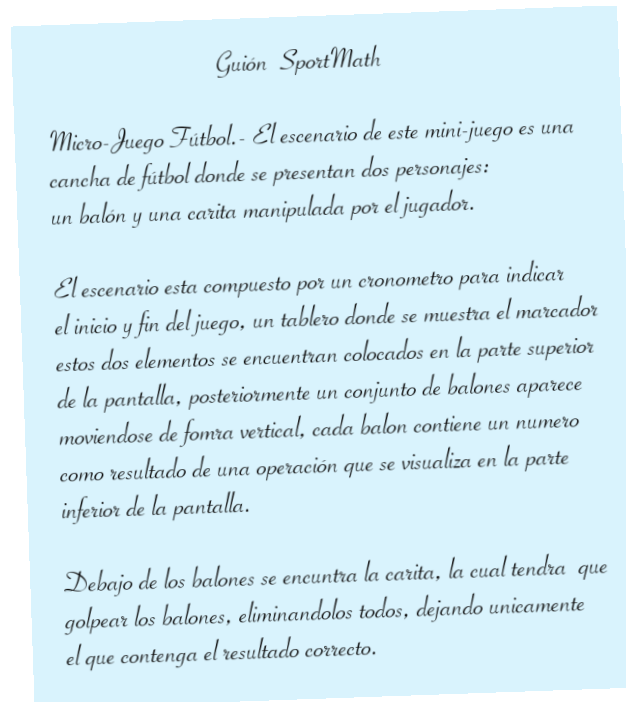


Figura 4.1. Ejemplo de Guión para el micro-juego fútbol.

balón y una carita, la carita funge como protagonista² de esta actividad y el balón como antagonista³, la figura 4.2 muestra la ficha de personaje, la cual especifica todos los datos e información para conocer a detalle un personaje.

4.1.2. Diseño de juegos

En esta sección se definen el concepto del juego, en el cual se establecen objetivos, contenidos, reglas y niveles; donde el diseñador se imagina y traza la mecánica del juego, las mecánicas definen el funcionamiento, la interacción del jugador con el propio juego. Para este proyecto el principal objetivo es resolver operaciones aritméticas en un determinado tiempo, el contenido primordial son todas las operaciones o ejercicios que tiene que resolver el jugador y una de las reglas establecidas son resolver 1 ejercicio en 20 segundos, al termino de este tiempo si el ejercicio no es resuelto se toma como incorrecto; una herramienta que fue de gran ayuda es el Guión visual (ver figura 4.3), permite plasmar con imágenes lo que se va imaginando el diseñador, materializando

²Es el personaje principal en una creación narrativa.

³Es el personaje que actúa de manera contraria y opuesta al protagonista.

NOMBRE DEL PERSONAJE

Datos Personales:
Seudónimo:
Edad:
Lugar de Nacimiento:

Descripción:
Altura:
Rasgos:

Otros:
Objetos Personales:
Aficiones:
Habilidades:
Defectos:

Apariencia:
Vestimenta:
Porte:

Historia:

Entorno:

Personalidad:

Aspiraciones:

IMAGEN

Figura 4.2. Ejemplo ficha de personajes(Ares, 2014).

los conceptos sobre cada escenario, personajes y objetos que contendrá; todo esto se comienza realizándolo a lápiz.

4.1.3. Arte

Esta categoría se refiere a los gráficos, desde el diseño de personajes en 2D hasta el diseño y animación de personajes en 3D, existe un sin número de aplicaciones para modelado 3D, como 3D Studio Max, Blender, Cinema 4D, Maya y Rhinoceros, por mencionar algunas; para diseño de personajes en 2D se puede utilizar Illustrator, Corel Draw, Photoshop o Gimp que son los mas empleados para este fin, una vez que se realiza el modelado de algún personaje se pasa a dar textura, luminosidad y color. En este proyecto se crearon algunos personajes, objetos y escenarios en 2D, también algunas imágenes fueron tomadas del sitio **opencart.org**, este sitio cuenta con una gran variedad de imágenes prediseñadas que son libres de copyright y pueden ser utilizadas en cualquier proyecto sin problema, esto ahorra tiempo si se encuentran imágenes similares a las que se necesitan en el diseño.

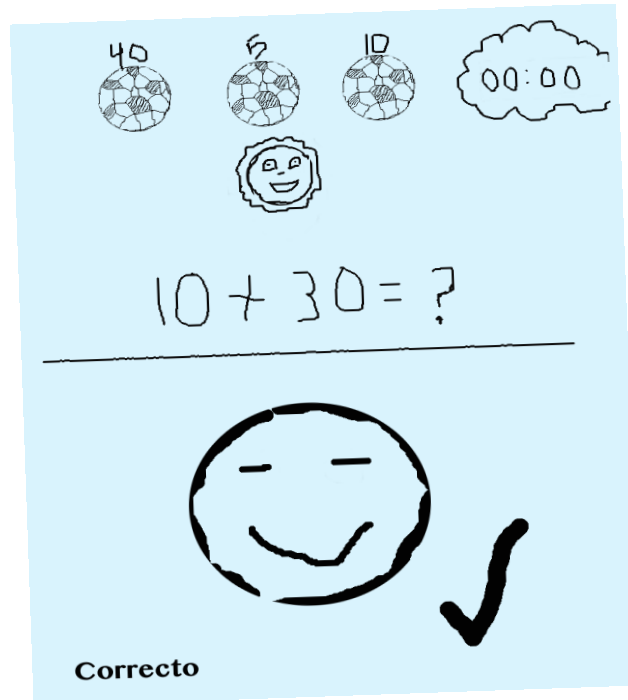


Figura 4.3. Ejemplo Guión gráfico a lápiz.

Una vez terminados los diseños de los personajes, objetos y escenarios, se pasa al siguiente nivel, animar los objetos y personajes; para la realización de animaciones existe una infinidad de software, tanto para crear animaciones básica como profesionales, libres (Pencil 2D, Krita, Synfig Studio, Tupi 2D y Blender) y comerciales (After Effects, Animate, y Motion) por mencionar algunos, aunque para este proyecto no fue necesario recurrir a software sofisticado.

Dentro de este proyecto sólo se crearon animaciones con imágenes 2D simulando movimientos a través de ciclos repetitivos y guardadas con extensión .gif detallado en el apartado 4.2, para terminar con el proceso completo de la animación solo hace falta trasladar estas imágenes a coordenadas distintas dentro del escenario en relación a la actividad y la manipulación del usuario, esto se realizó mediante la programación por ejemplo si el usuario presiona el botón derecho deberá moverse el personaje u objeto en esa dirección.

4.1.4. Desarrollo

Esta sección inicia con el desarrollo de la programación, comenzando con la elección de la plataforma donde se ejecutará el juego, para SportMath se decidió que fuera multi-plataforma, para que el sistema operativo utilizado no sea una restricción.

Para la elección del lenguaje de programación que se utilizó se consideraron ciertos factores, como el sistema operativo, tomando en cuenta los recursos disponibles de cómputo, la elección entre un lenguaje de programación de código abierto o uno cerrado y de pago, la madurez y difusión, esta última característica permite localizar fácilmente documentación y materiales de ayuda referentes al lenguaje, asimismo se contemplo la seguridad y rendimiento del proyectos, por último solo se consideraron aquellos compatibles con el dispositivo Kinect (C#,C++ y Java).

Otra alternativa es la utilización de motores de videojuegos, que provea del motor de renderizado⁴, motor de física⁵ o de colisiones, permite incorporar sonidos, animaciones y escenarios sin mucho esfuerzo, en contraste a los lenguajes de programación pueden restringir o limitar funcionalidad a la hora de desarrollar, en el apartado 4.2 se detalla este proceso que se utilizó para este proyecto.

4.1.5. Multimedia

Mediante la multimedia, se busca que el usuario experimente la mayor cantidad posible de sensaciones a través de la coordinación de la música, las animaciones y efectos de sonido, con la intención de sumergir al usuario en el ambiente del videojuego. Estos elementos de multimedia deben también coordinar con el ambiente y naturaleza de los objetos, personajes y escenarios.

⁴ Software que se ocupa de interpretar y representar contenido, como figuras e imágenes que forman animaciones.

⁵ Software capaz de realizar simulaciones de algunos sistemas físicos.

4.2. Herramientas utilizadas

Las herramientas utilizadas en el desarrollo de este proyecto están divididas en dos secciones, hardware y software, con la intención de organizar los elementos de acuerdo a cada categoría, de tal forma que se puedan identificar fácilmente conflictos en alguno de estos niveles.

4.2.1. Hardware

Para este proyecto se utilizó un dispositivo Kinect, el cual permite al usuario tener una interacción natural con la computadora, la cual también forma parte del hardware, al momento de realizar este trabajo se encuentran en el mercado los siguientes modelos de dispositivos de Microsoft, los cuales se indican en la figura 4.4.



Figura 4.4. Dispositivos en el mercado.

También se pueden apreciar algunas de sus principales características de estas versiones en la tabla 4.1. Las cuales servirán para delimitar y/o adaptar las escenas de la aplicación a las condiciones dadas por el fabricante, de tal manera, que se consideren, tamaño y resolución de la cámara, distancia y altura del sensor, así como la cantidad de usuarios soportados.

Tabla 4.1. Comparación de dispositivos Kinect.

Característica	Kinect para Xbox 360 V1	Kinect para Windows V1	Kinect para Xbox One V2	Kinect para Windows V2
Cámara a color	640 X 480 30Hz.	640 X 480 30Hz.	1080p 30Hz.	1080p 30Hz.
Sensor de profundidad	320 X 240	320 X 240	512 X 424	512 X 424
Distancia sensor profundidad	0.4 - 4.5 m.	0.4 - 4.5 m.	0.5 - 4.5 m.	0.5 - 4.5 m.
Articulaciones por persona	20	20	25	25
Rastreo de jugadores	2	2	6	6
USB bus	2.0	2.0	3.0	3.0
Altura	0.6 - 1.8 m.	0.6 - 1.8 m.	0.6 - 1.8 m.	0.6 - 1.8 m.

A parte de considerar las características técnicas en la elección del dispositivo, se consideró principalmente la facilidad de adquisición de éste, siendo Kinect Xbox 360 V1 el dispositivo con mayor disponibilidad en el mercado, bajo costo y compatibilidad con los sistemas operativos.

Por otra parte la computadora empleada en el proyecto fue un Mac por su estabilidad en proyectos grandes, para mantener el sistema controlado, evitando reinicios no deseados, con las siguientes características: Procesador 2.4 GHz. Intel Core i5, Memoria 8 GB, DD 750 GB, OSX 10.9.5.

Una vez elegido el hardware a utilizar, se describe el software que se utilizó en la construcción de la aplicación.

4.2.2. Software

Primero se realizó un análisis sobre las principales herramientas más utilizadas para el desarrollo y manipulación del sensor Kinect, en la tabla 4.2 se mencionan algunas características que pueden ser consideradas para evaluar cuál utilizar, considerando el hardware elegido, la plataforma a utilizar y las necesidades del proyecto.

Tabla 4.2. Comparación de herramientas para manipulación del sensor.

Características	Microsoft SDK V1	OpenNI	OpenKinect libfreenet
Dispositivos Soportados	Kinect	Kinect, Primesense, Carminc, Asus-Xtion	Kinect
Código fuente	Cerrado	Abierto	Abierto
Articulaciones Detectadas	20	20	20
Inicialización de Captura	Inmediata	Requiere Calibración	Requiere Calibración
Sistema Operativo	Windows	Windows, GNU/Linux, Mac OSX	Windows, GNU/Linux, Mac OSX

De acuerdo al análisis realizado, Windows SDK proporciona un conjunto de herramientas y API's de forma nativa, para la administración del dispositivo de tal manera que se pueda manipular desde aplicaciones desarrolladas únicamente para Microsoft Windows, con esta condición deja de lado plataformas como Linux y Mac, lo que implica buscar otra alternativa compatible con la plataforma que se está utilizando.

OpenKinect es una comunidad que desarrolló librerías de código abierto, para la manipulación de componentes como la cámara de profundidad y RGB, motor, acelerómetro, led y audio del dispositivo Kinect, su principal librería es libfreenet,

la cual se encuentra bajo licencia Apache 2.0 y GPL2, permite acceder a los datos capturados a través del Kinect, aunque, estos datos deben ser procesados por la aplicación, de tal manera que se llega a utilizar junto a librerías como OpenCV para el tratamiento de imágenes, como el reconocimiento y movimiento de personas u objetos. OpenKinect es una buena alternativa, aunque para el desarrollo del proyecto se requiere una herramienta de mayor categoría, como el framework OpenNI.

OpenNI es la organización responsable del framework con el mismo nombre, este framework trabaja con los dispositivos basados en Primesense (Kinect, Primesense y Asus Xtion) a bajo nivel, permitiendo la interoperabilidad de datos con la cámara y micrófonos, así como resultados de alto nivel para el reconocimiento y seguimiento de objetos (como figuras humanas y sus extremidades) con la integración del middleware, Natural interface Technology for End-User (NiTE), el cual es un middleware de vision por computadora en 3D multiplataforma, puede utilizar la profundidad, el color, rayos infrarrojos ó información de los micrófonos para realizar funciones como el reconocimiento de gestos, creación y seguimiento del esqueleto en usuarios, así como la localización de las articulaciones. Por otro lado, también permite integrar middlewares desarrollados por terceros para extender el API de OpenNI, de acuerdo a la necesidad que se requiera, se distribuye bajo licencia GNU Lesser General Public License (LGPL) e incluye wrappers para diferentes lenguajes de programación como C, C++, C# y Java (Jurado et al., 2012).

Para el desarrollo del proyecto se utiliza OpenNI, ya que es una de las herramientas más completas en la solución a la construcción de la interfaz natural. Como el lenguaje de programación a utilizar es Java, es necesario implementar un wrapper que sirva como puente entre el lenguaje y OpenNI, para esta cuestión se utilizó SimpleOpenNI, el cual es un wrapper utilizado en Processing, de esta manera utilizando el lenguaje de programación Java se tiene acceso al dispositivo Kinect, aunque no todas las funciones de OpenNI están soportadas en este wrapper; para cuestiones del proyecto será suficiente ya que cumple con lo necesario que se requiere

para la aplicación. En la figura 4.5 se observa la arquitectura del framework OpenNI.

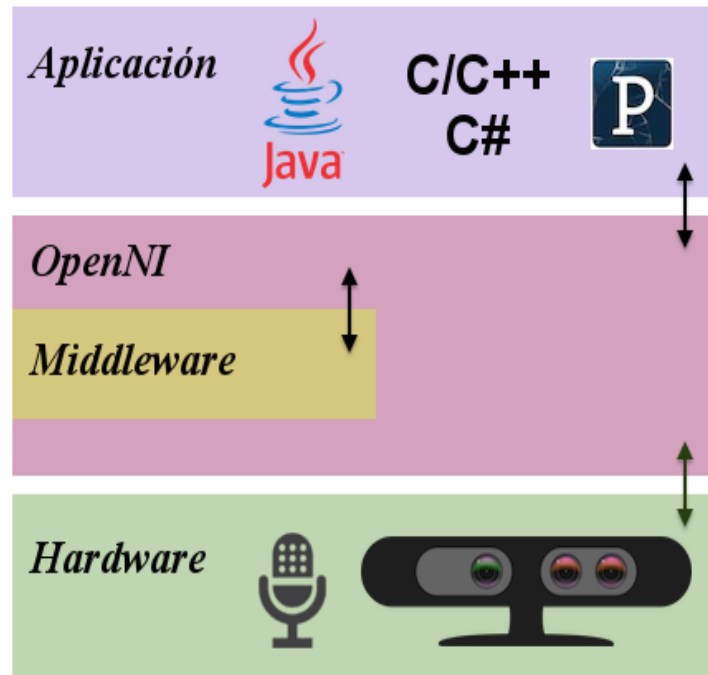


Figura 4.5. Arquitectura del framework OpenNI.

Una vez elegido el sensor Kinect y el framework para su manipulación, se prosiguió con la instalación de este componente. Descargando los archivos binarios del sitio web www.openni.ru, para este proyecto se descargó la versión OpenNI SDK v1.5.7.10 se descomprime el paquete y en una terminal se accede a la carpeta y se ejecuta el archivo `install.sh` de la siguiente manera:

```
MacBook: Usuario$ cd OpenNI-Bin-Dev-MacOSX-v1.5.7.10
```

```
MacBook: Usuario$ sudo ./install.sh
```

Posteriormente se instalan los controladores, **Sensor Driver v5.1.6.6**, el cual se puede obtener de la misma dirección www.openni.ru, en la sección de versiones previas, de la misma manera se descomprimen los archivos y se ejecuta el comando:

```
MacBook: Usuario$ cd Sensor-Bin-MacOSX-v5.1.2.1
```

```
MacBook: Usuario$ sudo ./install.sh
```

Por último, se instala el middleware NiTE, el cual también se encuentra en el mismo sitio www.openni.ru, y se prosigue de la misma manera descargando e instalando, una vez iniciada la instalación preguntará por la clave de licencia, se puede proporcionar: 0KOIk2JeIBYCIpWVnMoRKn5cdY4= incluyendo el signo igual, con lo que se concluye la instalación para el dispositivo Kinect.

```
MacBook: Usuario$ cd NITE-Bin-MacOSX-v5.1.2.1
```

```
MacBook: Usuario$ sudo ./install.sh
```

De esta manera se tiene preparado el dispositivo para su utilización, se puede comprobar ejecutando los archivos de ejemplo que proporciona OpenNI en la carpeta Samples. Una vez instalado el dispositivo, se continua con la instalación de las herramientas que permitirán la creación de la aplicación.

Se comenzó con la instalación del entorno de desarrollo y el lenguaje de programación, como Java es el lenguaje utilizado en el desarrollo de este proyecto, se inicia instalando el JDK y el entorno de desarrollo integrado (IDE) Eclipse, ya que permitirá editar, depurar, compilar y ejecutar el código, por otro lado se incluyeron librerías como core.jar de Processing con la función de realizar el proceso de renderización; otra librería fue gifAnimation.jar la cual permite integrar imágenes con extensión .gif en el entorno Java; SimpleOpenNi.jar como wrapper para comunicar Java con el dispositivo Kinect; Minim-master.jar para insertar los sonidos y melodías con los que cuenta el videojuego.

Para el diseño y manipulación de gráficos que se utilizaron en la aplicación, se empleo Gimp 2.8, un software de edición de imágenes y fotografía bajo licencia pública general de GNU, disponible para multiples sistemas operativos (GNU/Linux, Microsoft Windows, Mac OS X, entre otros), en la figura 4.6 se presenta un diseño utilizando esté editor, con imágenes prediseñadas.

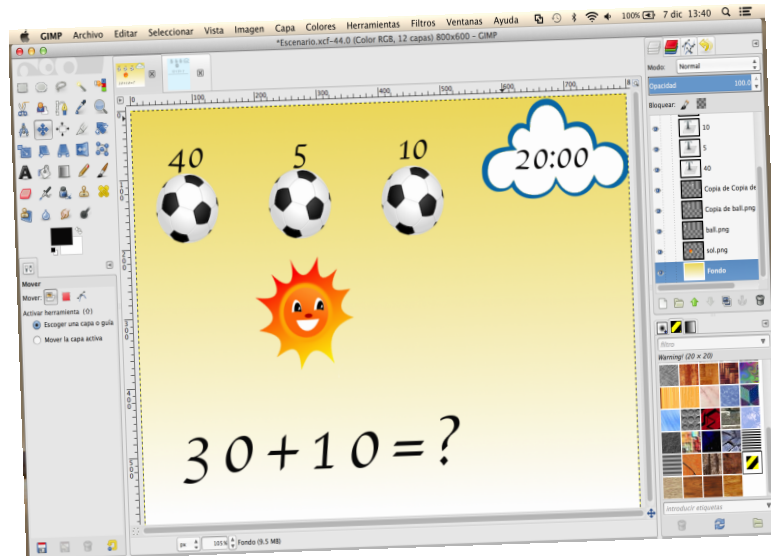


Figura 4.6. Editor Gimp 2.8.

La música y sonidos utilizados en esta aplicación fueron tomados del sitio web licensing.jamendo.com/es/catalogo, cuenta con mas de 200.000 pistas en diferentes estilos musicales y pueden ser utilizadas con fines de prueba, los cuales fueron editados con el software **Audacity** 2.1.2, un editor de audio bajo licencia pública general de GNU, dispone de herramientas de edición como copiar, cortar, pegar, así como algunos efectos importantes en la edición de audio. En la figura 4.7 se encuentra una edición realizada con este programa, para recortar y ajustar los sonidos utilizados en la aplicación.

El proyecto inició con el desarrollo de la base de datos, utilizando **PostgreSQL**, un gestor de bases de datos relacional, de código libre y multiplataforma, con el propósito de almacenar el registro de cada usuario y los resultados obtenidos en los ejercicios realizados, en la figura 4.8 se pueden apreciar las tablas utilizadas en la base de datos, para lograr el almacenamiento de los registros.

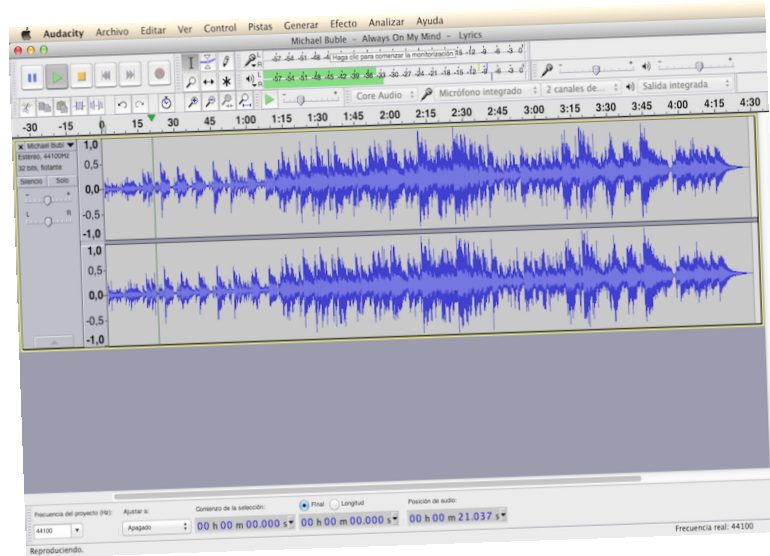


Figura 4.7. Editor Audacity 2.1.2

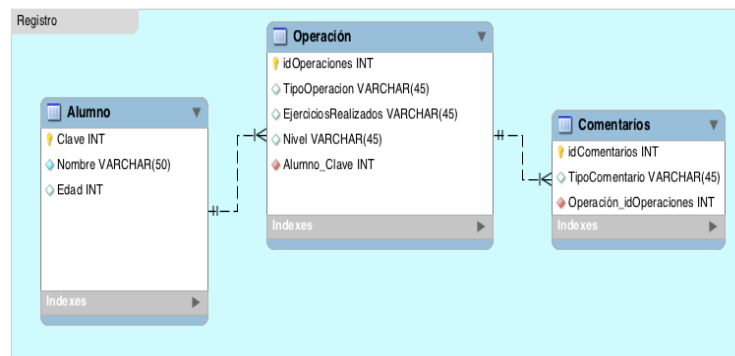


Figura 4.8. Tablas de la Base de Datos.

Posteriormente se pasó a codificar la conexión a la base de datos desde la aplicación y se inicio con el desarrollo de los escenarios, de tal forma, que se puedan implementar las primeras funciones utilizando la interacción a través del dispositivo Kinect, como se aprecia en la figura 4.9.

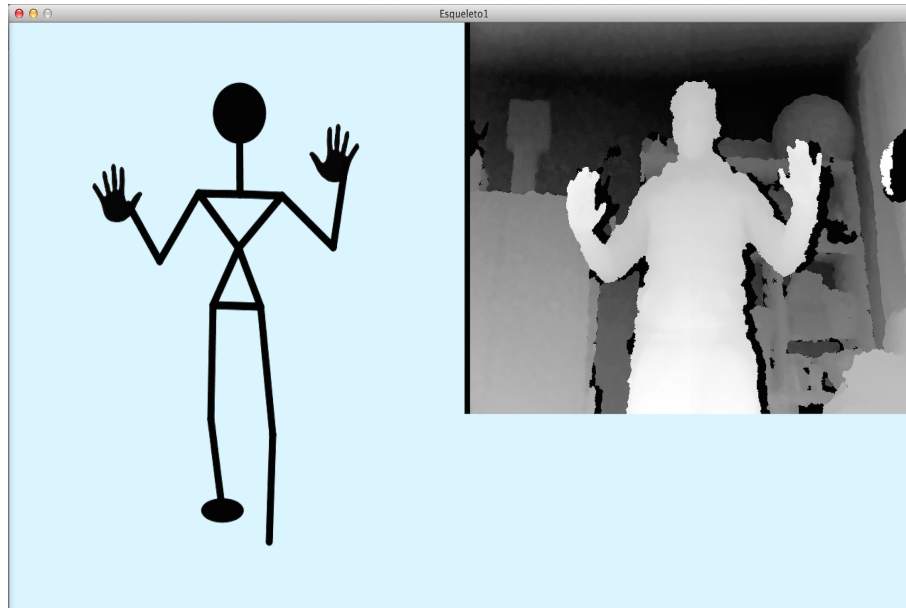


Figura 4.9. Interacción utilizando Kinect.

4.3. Programación de los Micro-Juegos

En este apartado se puede apreciar algunos segmentos de código, cómo se incorporan los algoritmos que permiten la selección de operaciones aritméticas, la generación aleatoria de operaciones para realizar los ejercicios, el tipo de retroalimentación que se proporciona al finalizar un ejercicio y por último el mensaje con los resultados obtenidos para su almacenamiento.

Un micro-juego como anteriormente se describe es un componente interactivo de corto tiempo, con una descripción finita; esto es, que debe contener un inicio y un final. El objetivo es cumplir con una meta en un tiempo establecido, obteniendo un puntaje de acuerdo a los logros realizados, este concepto se adapta a la solución

del proyecto, buscando ejercitar las distintas operaciones aritméticas en cada juego, variando el escenario, los tiempos y los movimientos del cuerpo; con la finalidad de repetir el juego durante un tiempo considerado.

La aplicación esta constituida por cuatro micro-juegos, simulando distintos deportes, cada micro-juego consta de ejercicios aritméticos de opción multiple, los cuales son creados por el módulo generador, constituido por un algoritmo que genera aleatoriamente las operación con un nivel de complejidad y un limite de tiempo, de acuerdo al nivel en que se encuentre el usuario, en el código 4.1 se aprecia parte del algoritmo para generar operaciones.

```
1 // Metodo para generar operaciones
2     public static String generateOperations(){
3         int valor1= random.nextInt(100);
4         int valor2= random.nextInt(100);
5         int operador = (int)(random.nextDouble()*4+1);
6         String operacion = null;
7
8         if (operador==1)
9             operacion="+";
10        if (operador==2)
11            operacion="-";
12        if (operador==3)
13            operacion="*";
14        if (operador==4){
15            operacion="/";
16            valor2 =10;
17        }
18        return valor1+operacion+valor2;
19    }
```

Códigos 4.1. Parte del Módulo para generar operaciones.

El módulo retroalimentador esta encargado de generar la retroalimentación, después de cada ejercicio, realizando una breve sugerencia si el ejercicio fue realizado incorrectamente, de lo contrario solo un sonido indica que la operación se realizó de forma correcta, los comentarios están almacenados en la aplicación, el módulo comprueba que el resultado del usuario sea igual al resultado correcto devolviendo un comentario de acuerdo a la comparación realizada; el código 4.2 muestra parte de este algoritmo para los comentarios devueltos.

```
1 // Comprobar resultados
2
3     public void testing(int resultadoUsuario ,
4                         int resultadoCorrecto){
5
6         if (resultadoUsuario == resultadoCorrecto)
7         {
8             comentario("Correcto");
9         } else {
10            comentario( "Incorrecto");
11        }
12    }
13
14    public String comentario(String resultado) {
15
16        if (resultado == "Correcto"){
17            return "Correcto, operación bien realizada";
18        }
19
20        if (resultado == "Incorrecto" && Operador = '+'){
21            return "El resultado correcto es: "+ resultadoCorrecto+
22                "verifica la suma de los valores nuevamente";
23        }
24    }
```

Códigos 4.2. Parte del Módulo retroalimentador.

Por último, el módulo evaluador, obtiene un promedio de acuerdo a la cantidad de operaciones correctas, para dar una puntuación a la categoría finalizada, también genera un mensaje indicando cantidad de ejercicios correctos e incorrectos, categorías realizadas y operaciones ejercitadas, almacenando el reporte en la base de datos; el código 4.3 presenta parte de la estructura que realiza la evaluación.

```
1
2 // Comprobar resultados
3
4 public String setMessage(totalIncorrectos, totalCorrectos)
5 {
6     String cadena = "Operaciones realizadas correctamente: "+
7     totalCorrectos+ "Operaciones incorrectas: "+
8     totalIncorrectos;
9     return cadena;
10
11     String ruta= txtRuta.getText();
12     String contenido= cadena;
13     try{
14         FileOutputStream archivo = new FileOutputStream(ruta+".pdf");
15         Document documento = new Document();
16         PdfWriter.getInstance(doc,archivo);
17         documento.open();
18         documento.add(new Paragraph(cadena));
19         documento.close();
20     }catch(Exception e){
21         System.out.println("Ocurrió un error, "+e);
22     }
23
24 }
25 }
```

Códigos 4.3. Parte del Módulo evaluador.

El primer módulo selector solo tiene asignada la responsabilidad de seleccionar el tipo de micro-juego elegido por el usuario, lo cual no tiene ninguna complejidad, estos son los cuatro módulos que constituyen la parte operativa de la aplicación.

4.4. Requerimientos técnicos

Para que la aplicación tenga un funcionamiento adecuado, es importante que tanto el dispositivo y el equipo de cómputo cuenten con los requerimientos técnicos que a continuación se mencionan:

Requerimientos de hardware

- Kinect V1 (para Xbox 360 o Kinect para Windows)
- PC con las siguientes características:
 - Procesador de 32-bits (X86) ó 64-bits (X64), Dual Core 2.66 GHz. o superior.
 - Puerto USB 2.0 dedicado únicamente al Kinect.
 - Memoria Ram 2 Gb. o superior.
 - Bocinas.
 - Resolución de pantalla 1024 X 768 o superior.

Requerimientos de Software

- Contar con la Máquina Virtual de Java en el sistema.
- Framework OpenNI.
- Middleware NITE.
- Wrapper SimpleOpneNI.
- Librerías (core.jar, gifAnimation.jar, Minim-master.jar)

Independientemente del sistema operativo que se utilice, para un buen desempeño del dispositivo es necesario instalar los drivers del Kinect según el sistema operativo que se esté utilizando, para este trabajo se utilizaron drivers no oficiales proporcionados por OpenNI.

4.5. Interfaz gráfica de la aplicación

El resultado obtenido de este proyecto fue la aplicación SportMath, la cual esta compuesta de una serie de cuatro micro-juegos, que tienen como intención interactuar con la aplicación a través de distintas partes del cuerpo; también esta la parte en la que el tutor puede registrar, eliminar y consultar avances logrados por los usuarios como se aprecia en la figura 4.10.

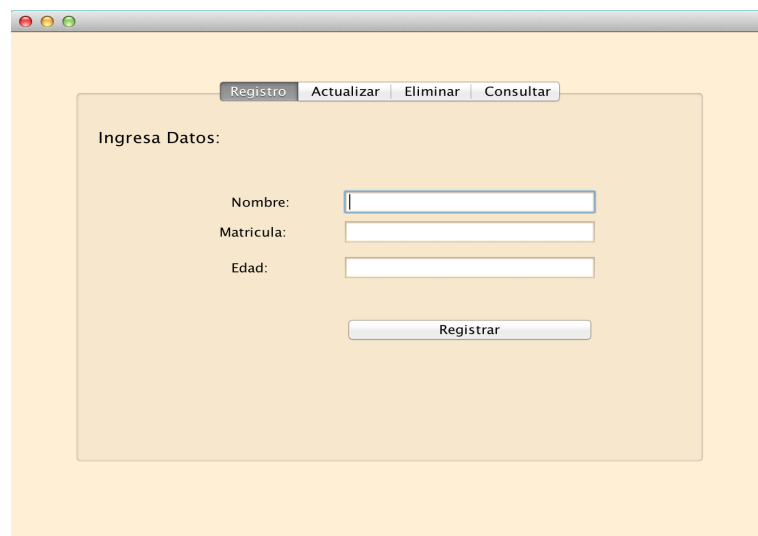


Figura 4.10. Pantalla registro de usuarios.

La pantalla principal inicia con un menú compuesto por dos opciones *Instrucciones*, que ofrece una serie de indicaciones a seguir por el usuario para poder interactuar de una manera eficaz con la aplicación, y *Jugar* en esta opción el usuario pasa al menú de los micro-juegos, ya sea registrándose o sin registro, ver figura 4.11.

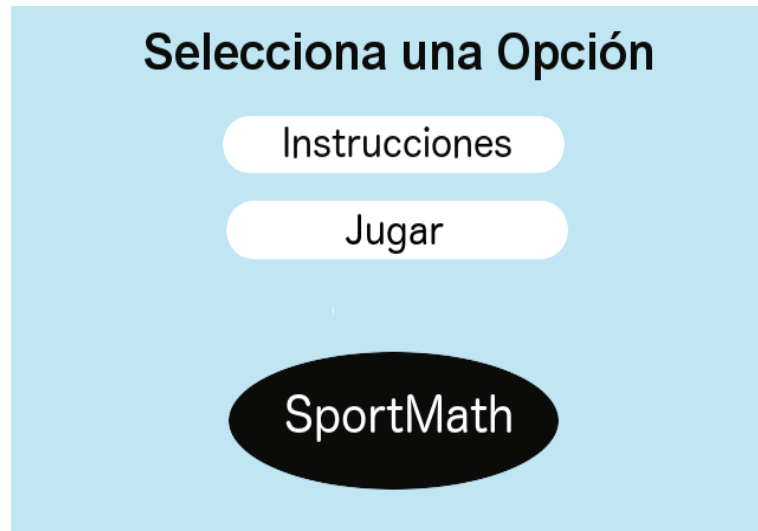


Figura 4.11. Pantalla menú principal.

La figura 4.12 presenta la pantalla donde se solicita la matrícula del usuario, el cual deberá estar registrado previamente para poder llevar un seguimiento y permita almacenar sus resultados obtenidos, también podrá ingresar sin registro si el usuario solo quiere practicar, en cualquiera de los dos casos el jugador pasará al menú donde se encuentran los micro-juegos, la escena esta compuesta de cuatro opciones, como se observa en la figura 4.13.



Figura 4.12. Pantalla ingreso de usuario.



Figura 4.13. Pantalla menú de juegos.

El primer juego Tenis, consiste en resolver una serie de ejercicios matemáticos que van apareciendo en la parte inferior de la pantalla, el reto consiste en golpear todas las pelotas con resultado incorrecto, utilizando la mano derecha, a excepción del último que indicará el resultado correcto de la operación, para lograr esta actividad se cuenta con 15 segundos para cada operación, esta imagen se puede observar en la figura 4.14.

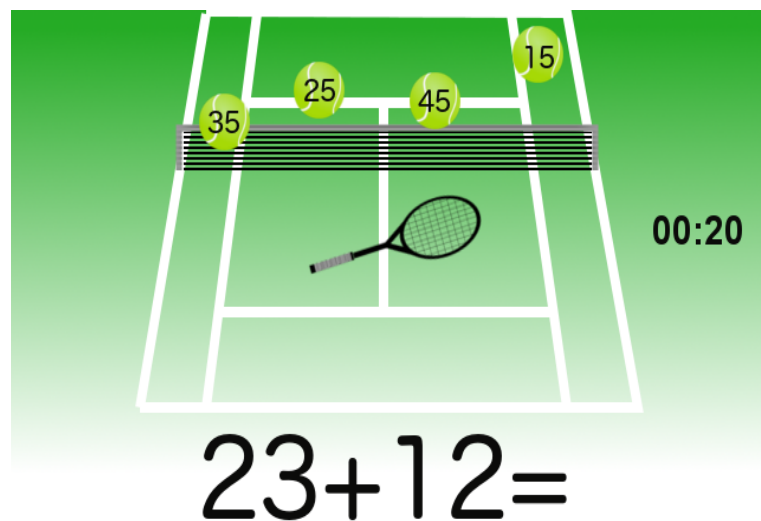


Figura 4.14. Pantalla juego Tenis.

El segundo juego fútbol, consiste en resolver la serie de ejercicios matemáticos que se generan en la pantalla, eliminando los balones que contengan resultados incorrectos, en este juego la interacción se logra utilizando la cabeza, el jugador tendrá que dar saltos para alcanzar los balones y eliminarlos, en este juego el tiempo se incrementa a 20 segundos por operación ya que requiere mas precisión, la figura 4.15 ofrece la imagen de este juego.

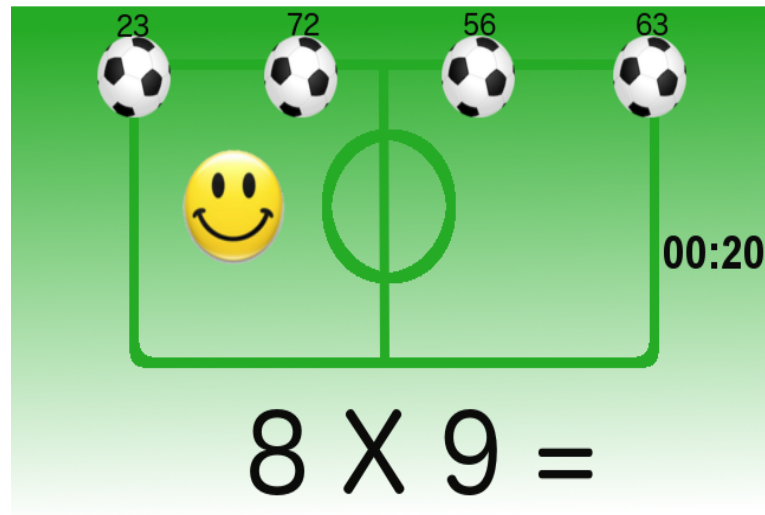


Figura 4.15. Pantalla juego Fútbol.

El tercer juego Box, consiste también en resolver ejercicios, en este juego el reto es golpear la perilla que contengan el resultado incorrecto dejando únicamente la que contiene el correcto, para este reto se cuenta con un tiempo de diez segundos para cada operación y el resultado deberá ser seleccionado utilizando las manos, como se aprecia en la figura 4.16.

Por último se encuentra el juego Cacería, en este juego aparecen algunas aves, las cuales podrán ser eliminadas utilizando los movimientos de las manos, al igual que en los juegos anteriores se tendrá que eliminar todas las aves que contengan resultados incorrectos, el tiempo máximo para esta actividad es de 20 segundos por operación, como se muestra en la figura 4.17.

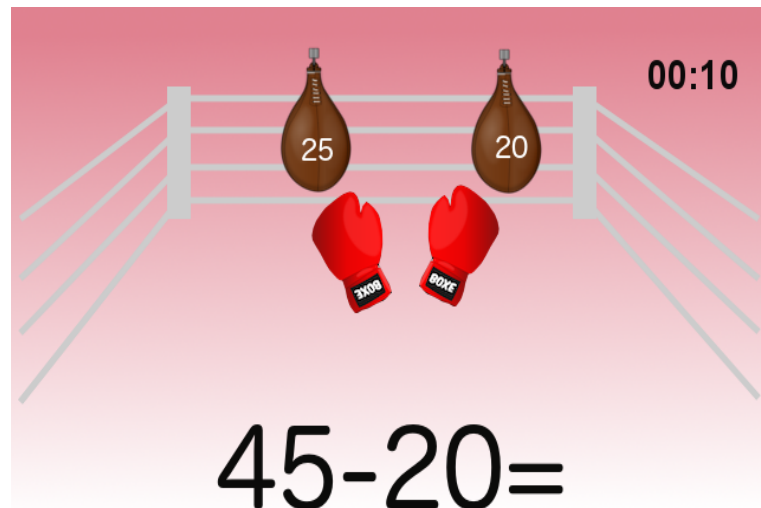


Figura 4.16. Pantalla juego Box.

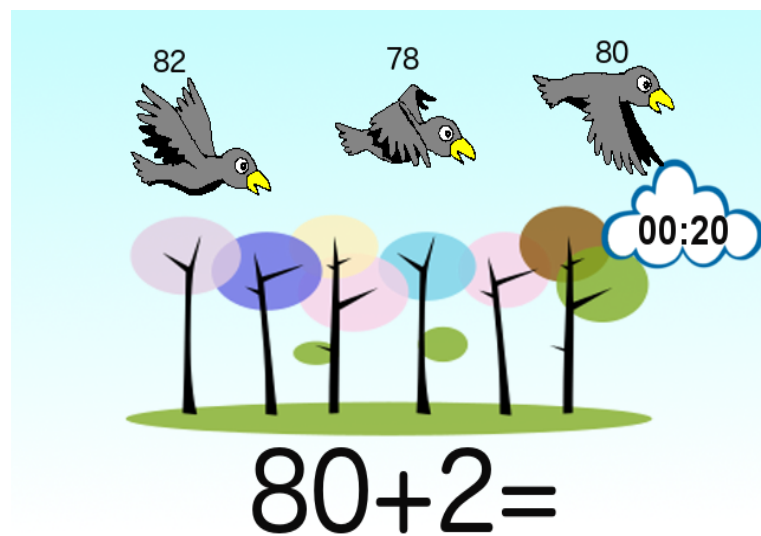


Figura 4.17. Pantalla juego Cacería.

Al termino de cada ejercicio, se proporciona una retroalimentación indicando si se realizo correcto o incorrecto el ejercicio, en caso de ser incorrecto, señala el tipo de operación y el resultado correcto, también se proporciona el número de ejercicios realizados, ejercicios correctos y ejercicios incorrectos, como se observa en la figura 4.18.



Figura 4.18. Pantalla Resultados.

En este capítulo se expusieron en detalle los elementos que conforma un videojuego, así como, las herramientas utilizadas y los componentes que conforman la aplicación SportMath, dando una expectativa de cómo se construyeron y la funcionalidad que deben cumplir, también se explicó cada pantalla que conforma la aplicación con un breve concepto del proceso que debe llevar el usuario.

Capítulo 5

Experimentación y Validación

El presente capítulo presenta las distintas pruebas de evaluación realizadas, con el objetivo de poder comprobar el funcionamiento de los micro-juegos, si cumplen con el propósito educativo, así como el interés generado en los alumnos de participar en las actividades educativas, que involucran razonamientos y cálculos mentales, utilizando la aplicación y el dispositivo Kinect; la evaluación se desarrollo en la escuela primaria “Leona Vicario”, ubicada en Av. Axayacatl S/N, Valle de Chalco, donde se organizaron algunas sesiones con estudiantes para realizar la apreciación.

Inicia con la implementación de la aplicación y la evaluación de su funcionamiento, verificando que la funcionalidad sea la adecuada para los alumnos, posteriormente se evalúan las instrucciones del juego con la finalidad de conocer la precisión de estas, y se finaliza con la evaluación de la actividad y su propósito educativo.

Indicando que los micro-juegos pueden ser empleados de forma individual, como también ser utilizados con o sin supervisión, se desarrollaron para ejecutarse en PC, y están dirigidos a niños de entre 8 a 12 años de edad que puedan acceder al equipo que cuenta con la aplicación, y que requieran ejercitar las operaciones básicas de una manera entretenida para mejorar su habilidad.

5.1. Implementación de la aplicación

La implementación es la fase donde se realiza la instalación de la aplicación para comenzar su utilización y la capacitación a los usuarios para que puedan utilizarlo, este proyecto consideró el uso de un instructivo para el usuario, el cual se encuentra en el anexo B. La instalación se realizó en un equipo portátil, con ayuda de un proyector se desplegaron los gráficos de la aplicación en el pizarrón del aula, por otro lado se utilizó una base para Kinect para mantener la altura adecuada para los estudiantes, ver figura 5.1.



Figura 5.1. Implementación.

En una pequeña mesa se colocaron y conectaron los dispositivos a una distancia aproximada de dos a tres metros de pizarrón, del tal manera que las imágenes proyectadas se aprecien correctamente, posteriormente se prosiguió a realizar las pruebas necesarias sobre el funcionamiento de la aplicación.

5.2. Evaluación del Funcionamiento

Para evaluar el funcionamiento de la aplicación se realizaron algunas pruebas que permitieron determinar el desempeño del producto final y garantizar un buen funcionamiento a la hora de realizar las actividades. Las pruebas consistieron en verificar la funcionalidad individualmente para cada capa, el producto obtenido y las interacciones con las que tiene relación, verificando todo caso posible, de tal manera, que se asegure que el resultado esta plenamente controlado por el usuario, la figura 5.2 muestra un usuario utilizando la aplicación.



Figura 5.2. Evaluación.

Para esto se realizó una prueba en la cual participaron tres alumnos, intercalando uno tras otro, resolviendo cada uno un ejercicio y verificando que los resultados sean los correctos, comprobando que el conteo llevado de las operaciones realizadas y el tipo de operaciones que se genera son los esperados, de esta manera se garantiza que la aplicación responde a todas y cada una de las opciones seleccionadas por el jugador. Una vez verificado que la aplicación tiene un correcto desempeño y que no es necesario realizar ninguna otra iteración para corregir algún fallo, se prosiguió a utilizarlo con el grupo experimental.

5.3. Evaluación de los Resultados obtenidos

El experimento se llevó a cabo en la escuela primaria “Leona Vicario”, la escuela cuenta con dos grupos de tercer grado uno matutino y otro vespertino, por las facilidades prestadas se determinó experimentar con el grupo de tercer grado turno matutino, el cual estuvo integrado por 34 estudiantes, compuesto por 16 niños y 18 niñas; los cuáles vienen practicando sus ejercicios de forma tradicional. Para poder obtener estos resultados previamente se organizó y realizó una actividad, la cual se describe a continuación.

5.3.1. Diseño de la Actividad

La actividad consistió en organizar y programar una sesión para trabajar con los alumnos, mismos que vienen ejercitando las operaciones aritméticas de forma tradicional; se organizó una sesión que duró 3.5 horas, una vez el grupo reunido e instalado el equipo necesario para utilizar la aplicación, se inició con la intervención de cada estudiante, el cual participó en la solución a por lo menos diez ejercicios, mientras un estudiante resolvía los ejercicios a través de la aplicación, sus compañeros también resolvían la operación mentalmente hasta que llegará su turno de participar, todos los estudiantes colaboraron en la realización de las operaciones que les correspondía realizar.

La forma en que se preparó el aula para esta practica fue, cubrir las ventanas con cortinas, acomodar las bancas hacia los costados dejando el centro libre donde se utilizo un proyector y el dispositivo Kinect conectados al PC, proyectando las imágenes al centro del aula a la altura del pizarrón, de tal manera, que todos los estudiantes puedan visualizar los ejercicios a resolver, como se aprecia en la figura 5.3.



Figura 5.3. Preparación del aula.

El equipo utilizado fue ubicado a una distancia de dos metros del punto donde el estudiante realiza los movimientos para interactuar con la aplicación como se observa en la figura 5.4. Una vez concluidos los ejercicios cada estudiante verifica sus aciertos y errores en la pantalla de resultados.

5.3.2. Evaluación de la Actividad y Propósito educativo

Para poder evaluar la actividad previamente se aplicó una prueba compuesta de 20 operaciones aritméticas elaboradas por la profesora de la clase, las cuales contenía cinco ejercicios para cada operador (adición, sustracción, multiplicación y división), para resolver en un tiempo estimado de cinco minutos, con el propósito de evaluar la habilidad para resolver las operaciones, la tabla 5.1 contiene los resultados obtenidos y la figura 5.5 el momento de la evaluación.



Figura 5.4. Ubicación del equipo.



Figura 5.5. Evaluación previa.

Tabla 5.1. Resultados obtenidos de la Prueba previa.

Alumno	Calificación	Edad	Sexo
1	8.5	9	F
2	10.0	8	M
3	8.5	8	M
4	8.5	8	F
5	10.0	8	M
6	8.0	9	M
7	9.5	8	F
8	9.0	8	F
9	10.0	8	M
10	9.0	8	F
11	7.0	9	F
12	9.0	8	M
13	9.5	9	M
14	9.5	8	M
15	5.0	8	M
16	10	8	F
17	9.5	9	M
18	7.5	8	F
19	9.0	9	F
20	9.5	8	F
21	9.0	8	F
22	8.5	9	F
23	8.5	8	F
24	9.0	8	M
25	9.5	9	F
26	8.5	8	F
27	6.5	9	M
28	8.5	9	M
29	10	8	M
30	9.0	9	M
31	9.5	9	F
32	8.0	8	F
33	6.0	9	F
34	5.5	9	M
Media	8.60		

Posteriormente se llevó a cabo la actividad, con la participación de 34 estudiantes, 18 de sexo femenino y 16 de masculino con edades entre 8 y 9 años, iniciando la actividad a las 8:00 y concluyendo a las 11:30, donde todos los estudiantes participaron con entusiasmo en la actividad.

Después de realizada la actividad y un receso de 30 minutos se volvió aplicar una prueba de evaluación para comprobar si de alguna manera se presentó un cambio en la solución a las operaciones matemáticas después de concluir la actividad, los resultados obtenidos en esta prueba se muestran en la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Resultados obtenidos de la Prueba después de la actividad.

Alumno	Calificación	Edad	Sexo
1	8.5	9	F
2	9.5	8	M
3	8.5	8	M
4	9.5	8	F
5	10.0	8	M
6	8.0	9	M
7	9.5	8	F
8	9.0	8	F
9	10.0	8	M
10	8.5	8	F
11	8.5	9	F
12	9.0	8	M
13	8.5	9	M
14	10.0	8	M
15	5.5	8	M
16	10	8	F
17	9.5	9	M
18	9.5	8	F
19	9.0	9	F
20	10.0	8	F
21	9.0	8	F
22	10.0	9	F
23	9.5	8	F
24	8.5	8	M
25	9.5	9	F
26	8.5	8	F
27	7.0	9	M
28	10.0	9	M
29	10.0	8	M
30	9.5	9	M
31	8.5	9	F
32	8.0	8	F
33	7.5	9	F
34	8.5	9	M
Media	8.96		

Como puede apreciarse hay un incremento en los resultados obtenidos, ver figura 5.6, ya que después de utilizar la aplicación los alumnos se encontraban entusiasmados y contentos, a parte de que la profesora se mostró interesada en este tipo de tecnología, comprobando que efectivamente la aplicación puede servir de apoyo en la ejercitación tradicional de operaciones matemáticas, ya que estimula la participación en los estudiantes para involucrarse en la solución a los conceptos matemáticos.

5.3.3. Evaluación de las Instrucciones de la aplicación.

Otro de los puntos que se evaluaron en la aplicación fue la sección de instrucciones, esta sección explica a detalle, la manera de interactuar con la aplicación, los distintos

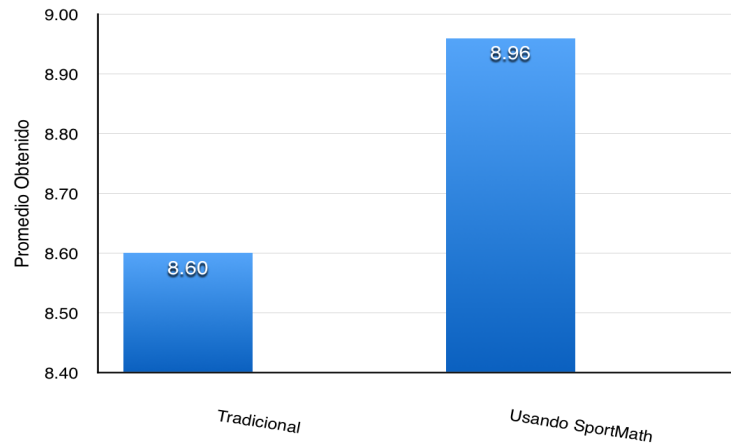


Figura 5.6. Gráfica de resultados.

juegos con los que cuenta, la forma de conseguir el objetivo y la interpretación de los resultados obtenidos. En la última prueba realizada a los estudiantes también se les consultó sobre la claridad de las instrucciones, los participantes manifestaron una aceptación favorable a esta sección como se puede apreciar en la tabla 5.3, donde se muestra la respuestas que los estudiantes dieron a la pregunta: ¿Las instrucciones fueron claras?, estos valores son representados en la figura 5.7.

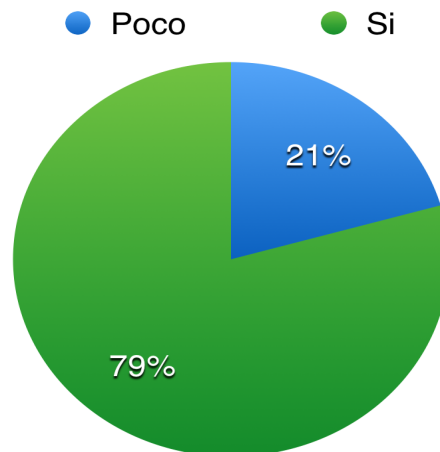


Figura 5.7. Gráfica claridad en las instrucciones.

Tabla 5.3. Evaluación de la claridad en las instrucciones.

Alumno	Respuesta	Edad	Sexo
1	Poco	9	F
2	Si	8	M
3	Si	8	M
4	Si	8	F
5	Si	8	M
6	Si	9	M
7	Si	8	F
8	Poco	8	F
9	Si	8	M
10	Si	8	F
11	Si	9	F
12	Si	8	M
13	Si	9	M
14	Poco	8	M
15	Si	8	M
16	Si	8	F
17	Si	9	M
18	Si	8	F
19	Si	9	F
20	Si	8	F
21	Si	8	F
22	Poco	9	F
23	Si	8	F
24	Si	8	M
25	Poco	9	F
26	Poco	8	F
27	Si	9	M
28	Si	9	M
29	Si	8	M
30	Si	9	M
31	Poco	9	F
32	Si	8	F
33	Si	9	F
34	Si	9	M

Fue así como se dio por terminada la actividad, una vez realizadas las evaluaciones, se agradeció a la escuela las facilidades prestadas, a la profesora y los estudiantes por participar en este proyecto que busca mejorar la forma de ejercitar la solución a operaciones matemáticas entre los estudiantes de tercer grado.

Capítulo 6

Conclusiones

Este trabajo presenta una manera de implementar un recurso tecnológico como es el dispositivo Kinect a través de un videojuego, como una alternativa en la ejercitación de operaciones matemáticas básicas a estudiantes de nivel primaria.

La implementación se realizó en dos etapas, la primera identifica las principales características de los elementos tecnológicos afines a la investigación, examinando especialmente la detección de los movimientos del usuarios e identificar la relación de los requerimientos necesarios para lograr la interacción con el medio de ejercitación. Por otro lado, se fue preparando el escenario con la actividad de resolución de problemas, lo que permitió identificar y establecer las reglas y la mecánica de la actividad, estableciendo los elementos que conforman la arquitectura de la aplicación.

La segunda etapa pertenece al desarrollo del software, que en este caso fue el propio videojuego, se inicio estableciendo los elementos que conforman un videojuego y analizando las herramientas para la manipulación del sensor, posteriormente se formularon los diagramas de casos de uso, identificando las actividades principales que los estudiantes deben realizar durante la actividad educativa. Asimismo, se analizaron los lenguajes de programación buscando la compatibilidad con el sensor, se determino trabajar con el lenguaje Java y con un conjunto de API's para este lenguaje, respondiendo positivamente en el funcionamiento de la aplicación

y en los mecanismos para la interacción con el sensor, finalmente se desarrollo la interfaz gráfica que mantiene la visualización de los recursos utilizados. De esta manera se cumplió con el objetivo de crear una aplicación basada en tecnología Kinect.

Una vez concluida la aplicación se llevaron acabo las pruebas, las cuales fueron realizadas individualmente con ayuda de diferentes participantes, determinando un buen desempeño de la aplicación, posteriormente se realizo la experimentación con el grupo de tercer grado de la escuela primaria “Leona Vicario”.

Los principales aspectos localizados durante las pruebas que se realizaron en la evaluación son: Los alumnos manejaron apropiadamente la aplicación kinestésica sin presentar ningún problema; no obstante durante la interacción de los estudiantes con la aplicación en ocasiones se llego a presentar la solicitud de calibración del dispositivo Kinect nuevamente, esto a consecuencia de utilizar un SDK multiplataforma; la actividad educativa planteada se llevó a cabo con éxito, mostrando un desempeño correcto la aplicación y el dispositivo Kinect, al mismo tiempo que los estudiantes mostraron una aceptación hacia la aplicación.

De esta manera se comprobó que la hipótesis se cumple y que adicionalmente una aplicación kinestésica da oportunidad de ejercitar físicamente ciertas partes del cuerpo, ya que son necesarios los movimientos para logra una interacción, por otro lado, se aprovecha el potencial de dispositivos como Kinect, dándole un uso educativo a modelos antiguos que se han rezagando en el uso para el que fueron creados. De esta manera se fortalece el ambiente educativo, ya que se enriquece con despliegues visuales, movimientos y sonidos.

Esto fue posible una vez que los objetivos específicos se fueron cumpliendo, ya que de estos partió el desarrollo, para concluir con el objetivo principal.

6.1. Trabajo a Futuro

Dentro del desarrollo de la aplicación educativa, la cual tiene como propósito integrar un dispositivo Kinect, en primer lugar se planteó una arquitectura flexible con la intención de aprovechar la reutilización, de tal forma que los elementos de software que actualmente integran la aplicación puedan ser mejorados, comenzando por hacerlo multiusuario, ya que en este momento solo trabaja con un usuario a la vez.

La aplicación educativa puede ser complementada con tareas que no se encuentran implementadas hasta el momento, como agregar operaciones utilizando fracciones, aumentar la cantidad de dígitos en su ejercicios, así como mejorar los gráficos y sonidos utilizados.

En caso de que el profesor este interesado en revisar el progreso de sus estudiantes, adicionalmente se puede complementar utilizando una conexión a internet, y con el desarrollo de un módulo que le permita saber quienes están utilizando la aplicación, qué operaciones están realizando, cuanto tiempo le dedican. Además de contemplar también a los padres, dando acceso a los resultados de sus hijos.

Anexos

Anexos A

Planificación del proyecto

Para lograr la planeación del proyecto se consideró una serie de elementos que permitieron organizar la manera y el tiempo en que se deberán realizar las actividades, de acuerdo a la metodología utilizada.

Elementos:

- Historias de usuario.
- Cronograma de actividades.
- Segmentación de Iteraciones.
- Entregas.

Una vez realizada la recolección de las historias de usuario, se prosiguió a realizar una reunión con el grupo que conforma el equipo de trabajo, con el objetivo de plantear los tiempos requeridos para lograr la implementación, estos tiempos fueron estimaciones que se aproximaron bastante a los tiempos reales.

A.1. Cronograma

En la tabla A.1 se detalla el tiempo estimado para el desarrollo de las historias de usuario, contemplando todo el proceso hasta su entrega.

Tabla A.1. Cronograma de Desarrollo.

Actividades	Semana 1-2	Semana 3-4	Semana 5-6	Semana 7-8
Iteración 1 Historias de usuario a desarrollar	6			
Iteración 2 Historias de usuario a desarrollar		6		
Iteración 3 Historias de usuario a desarrollar			5	
Iteración 4 Historias de usuario a desarrollar				4

A.2. Segmentación de iteraciones

El proyecto fue segmentado en cuatro iteraciones, de tal forma, que al final se consiguieron cuatro entregas completamente funcionales, cada entrega consistía en desarrollar una parte de la aplicación y corregir errores de entregas anteriores, así como nuevas implementaciones no consideradas.

La primera iteración contempló conseguir la interacción utilizando el dispositivo Kinect, logrando la comunicación entre el usuario y la aplicación, posteriormente se fueron integrando al desarrollo los módulos que componen la aplicación en iteraciones posteriores.

Como se indica en el cronograma cada iteración tuvo una duración de aproximadamente dos semanas, como cada historia de usuario varía en complejidad

algunas tardaron un poco más de tiempo que otras, pero al final se trató de cumplir con el tiempo establecido.

A.3. Entregas

Cada iteración tenía una duración de aproximadamente dos semanas, tiempo establecido para cada entrega, la cual debía ser funcional a la hora de la entrega, es decir, que al momento de su entrega, se encontraba en condiciones de ser utilizada por el usuario. De esta forma el usuario se mantuvo con gran interés, ya que a corto plazo estaba recibiendo avances que podía utilizar y probar su funcionalidad.

Fue de esta manera como se planeó el desarrollo de cada iteración sin considerar dos semanas donde se realizaron las historias de usuario, la reunión para estimar el tiempo aproximado para el desarrollo de cada historia y la entrega de está.

Anexos B

Instructivo de usuario

Una vez realizada la instalación de la aplicación, el usuario puede hacer uso de ella ejecutando el archivo .jar, que se encontrará en la carpeta de la aplicación, una vez abierta la aplicación iniciará una ventana como se observa en la figura B.1, que indica que la aplicación esta cargando los componentes necesarios para su funcionamiento.



Figura B.1. Carga de la aplicación.

Una vez completada la carga, la aplicación comenzará como se muestra en la figura B.2, es la pantalla principal permite el ingreso a sus diferentes funciones, como son:



Figura B.2. Pantalla Principal.

- *Opción Registro*, permite realizar el registro y acciones sobre los usuarios, al presionar en esta opción se abre una ventana para acceder a realizar estos procedimientos, se detalla en la sección registro.
- *Opción Configurar*, proporciona una manera de configurar los operadores con los cuales se pretende ejercitar, por ejemplo, si solo se requiere trabajar con la adición, se selecciona únicamente este operador.
- *Opción Salir*, permite salir de la aplicación, cerrando todas su ventanas.
- *Imágenes del Sensor de Profundidad*, proporciona la captura de 30 cuadros por segundo a una resolución de 640 X 480, mostrando las imágenes al usuario, con la finalidad de indicar la posición donde se encuentra y pueda colocarse a la distancia y en la posición correcta.
- *Opción Instrucciones*, da una breve indicación al usuario sobre la manera como puede interactuar con la aplicación.
- *Opción Jugar*, mediante esta opción se puede acceder al menú de los videojuegos, el cual se detalla en la sección menú de videojuegos.

B.1. Registro

Es esta sección se realiza el registro de usuarios, así como, la eliminación y actualización de sus datos, también se encuentra la opción de consultar, donde se despliega información sobre los usuarios registrados, la figura B.3 presenta la ventana donde se realizan estas funciones.



Figura B.3. Pantalla de Registro.

- *Crear*, permite registrar un nuevo usuario, contiene tres campos para ingresar una matrícula, nombre y edad; al presionar el botón registrar, este quedará almacenado en la base de datos.
- *Eliminar*, borra el registro del usuario, solicita ingresar la matrícula para identificar el registro que será eliminado, una vez confirmada su eliminación será borrada de la base de datos.
- *Modificar*, esta opción permite modificar los datos del usuario, si por alguna razón estuvieran incorrectos y se desea corregir esos errores, mediante esta opción se puede conseguir.
- *Consultar*, muestra un informe sobre los usuarios registrados en la base de datos, así como, los resultados obtenidos en la realización de las actividades efectuadas dentro de la aplicación.

B.2. Menú de Videojuegos

El menú principal está compuesto por cuatro opciones, cada una permite interactuar con la aplicación utilizando una parte distinta del cuerpo.



Figura B.4. Menú de Videojuegos.

- *Tenis*, permite realizar la interacción utilizando las manos, de esta manera el usuario puede realizar la actividad con movimientos de ambas manos.
- *Fútbol*, en este videojuego el usuario interactúa con la cabeza, alcanzando los balones con su respectivo resultado, con ayuda de saltos se logrará el objetivo de la actividad.
- *Box*, este videojuego es manipulado con las manos, el usuario interactúa con el videojuego para conseguir los objetivos de la actividad.
- Por último se encuentra la opción de *Cacería* en este videojuego la interacción se logra utilizando ambas manos para eliminar los resultados incorrectos.

Anexos C

Constancias de Ponencias

 **UAEM** | Universidad Autónoma del Estado de México


A través del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco
Otorga la presente

Constancia

A: Trujillo Castro Alejandro

Por su participación en el **"XI Coloquio de Investigación de la Maestría en Ciencias de la Computación 2014B"** llevado a cabo el día 13 de Noviembre de 2014.

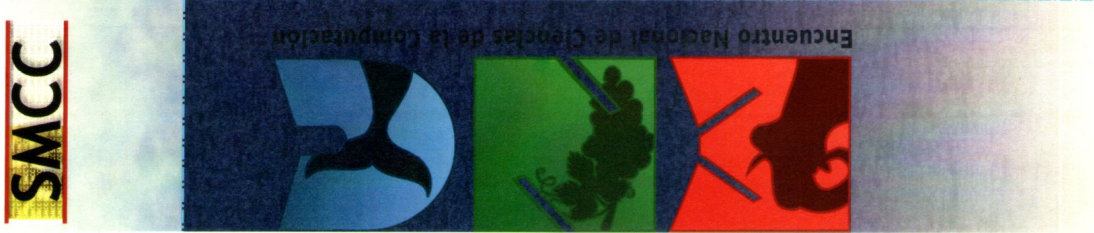
"PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO"
"2014, 70 Aniversario de la Autonomía ICLA-UAEM"


Dr. René G. Cruz Flores
Coordinador de Investigación y Estudios Avanzados, Valle de Chalco


Dra. Magally Martínez Reyes
Encargada del despacho de la dirección del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco


Dr. Samuel Olmos Peña
Coordinador de la M.A.C.S.C.O Valle de Chalco





La Sociedad Mexicana de Ciencias de la Computación,
La Universidad Autónoma de Baja California y
El Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada



Hacen constar que

Alejandro Trujillo Castro
Rene Cruz Flores
Magally Martínez Reyes

Participaron con la presentación de la ponencia

Desarrollo de una Aplicación Kinesésica para
Ejercitar las Nociones Matemáticas a Nivel Básico

Presentada en el taller

Tecnologías Emergentes en la Educación

En el marco del Encuentro Nacional de Ciencias de la Computación 2015.
Ensenada, Baja California, 5 al 7 de octubre de 2015.

"La presente constancia acredita a los participantes del ENC'2015 como miembros de la Sociedad Mexicana de Ciencias de la Computación durante un año (Octubre-2015 a Octubre-2016)."

Dra. Marcela D. Rodríguez
Presidenta de SMCC. chair general

Dra. Ana Isabel Martínez García
Chair general

Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares
Chair Local



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México
CUTex

Centro Universitario UAEM Texcoco

Otorga el presente

RECONOCIMIENTO

A: Trujillo Castro Alejandro

Por su participación como ponente en el Coloquio de Investigación de la Maestría en Ciencias de la Computación, emisión 2015B, efectuado el día 8 de diciembre de 2015

Patria, Ciencia y Trabajo



DR. EN DER. RICARDO COLÍN GARCÍA
Director del Centro Universitario UAEM Texcoco





GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



GOBIERNO DEL ESTADO DE CHALCO
enGRANDE



TESC A
TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES
CHALCO

El Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco otorga el presente

Reconocimiento

a

ALEJANDRO TRUJILLO CASTRO

Por su distinguida participación como conferencista, en el marco del XVII Aniversario de esta casa de estudios, con el tema “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN KINESTESICA PARA EJERCITAR LAS NOCIONES MATEMATICAS A NIVEL BASICO”, el día 10 de diciembre de 2015.



L en D. **EDGAR DANIEL SANCHEZ BALDERAS**
DIRECTOR GENERAL DEL TESCHA



CHALCO, ESTADO DE MÉXICO, 10 DE DICIEMBRE DE 2015



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



A través del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco
Otorga la presente

Constancia

A: *Alejandro Trujillo Castro*
Dr. René Guadalupe Cruz Flores

Por participar con la ponencia denominada

"Desarrollo de una aplicación kinestésica para ejercitar las nociones matemáticas a nivel básico"

Presentada dentro del *XXX Coloquio de Investigación de la Maestría en Ciencias de la Computación 2016A*,
realizado el 20 de junio de 2016 en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

"PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO"

"2016. Año del 60 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"

"2016. Año de Leopoldo Flores Valdez"

Dr. René Guadalupe Cruz Flores

Director del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco



VALLE DE CHALCO
DIRECCIÓN



Bibliografía

- Alexandre, I. M., Jardim, D., and Lopez, P. F. (2010). Maths4kids: telling stories with maths. In *Proceedings of the Intelligent Narrative Technologies III Workshop*, page 4. ACM.
- Araya, R. G. (2007). Uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 2(3):11–44.
- Ares, M. (2014). *VideoJuegos Construye tu empresa en 10 pasos*. Alfaomega.
- Ayala, N. A. R., Mendívil, E. G., Salinas, P., and Rios, H. (2013). Kinesthetic learning applied to mathematics using kinect. *Procedia Computer Science*, 25:131–135.
- Boutsika, E. (2014). Kinect in education: A proposal for children with autism. *Procedia Computer Science*, 27:123–129.
- Camacho, S. C. and Gómez, M. (2016). Teoría de las inteligencias multiples: un aporte a la educación superior. *Academia Libre*, (7):29–35.
- Cid, F. M., Suazo, A. G., Ferro, E. F., and González, J. A. (2012). Estilos de aprendizaje visual, auditivo o kinestésico de los estudiantes de educación física de la uisek de chile. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 15(2):405.
- Davison, A. (2012). *Kinect Open Source Programming Secrets: Hacking the Kinect with OpenNI, NITE, and Java*. McGraw Hill.
- Djaouti, D., Alvarez, J., and Jessel, J. P. (2011). Classifying serious games: the g/p/s model. *Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches*.

- Gil, A. and Vida, T. (2007). *Los videojuegos*. UOC.
- Goldman, S., Pea, R., Blair, K. P., Jimenez, O., Booker, A., Martin, L., and Esmonde, I. (2010). Math engaged problem solving in families. In *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences-Volume 1*, pages 380–387. International Society of the Learning Sciences.
- Gómez, L. and Aduna, A. (2004). Manual de estilos de aprendizaje. *México, D.F. Secretaria de Educación Pública*.
- Gómez, S. (2014). *¿Pueden los videojuegos cambiar el mundo?: Una introducción a los serious games*. Unir editorial.
- Inee (2016). Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos. <http://www.inee.edu.mx/index.php/bases-de-datos/bases-de-datos-excale/excale-03-ciclo-2013-2014>. [Online; accesado 19-Mayo-2016].
- Jurado, F., Asbusac, J., et al. (2012). *Desarrollo de Videojuegos: Desarrollo de Componentes*. Cursos en Español.
- Madeira, R. N., Silva, B., and Palma, J. (2012). Helping math learning. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE*, pages 1–7. IEEE.
- Marcano, B. (2008). Juegos serios y entrenamiento en la sociedad digital. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 9(3).
- Morales, J. (2015). Modelo de procesos para la creación de actividades de aprendizaje basadas en mesas multitouch y dispositivos móviles. Master's thesis, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Patrick, F. (2009). Videojuegos en el aula manual para docentes. *European Schoolnet*.
- Planea (2016). Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes. http://planea.sep.gob.mx/ba/estadisticas_2015/. [Online; accesado 19-Mayo-2016].

- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software Un enfoque práctico, Séptima edición*. McGraw-Hill.
- RadioEducación (2016). Acerca de Radio Educación - Radio Educación. <http://www.radioeducacion.edu.mx/acerca-de-radio-educacion/>. [Online; accesado 19-Mayo-2016].
- Stevens, R., Mertl, V., Levias, S., McCarthy, L., Goldman, S., Martin, L., Pea, R., Booker, A., Blair, K. P., Nasir, N. S., et al. (2006). At home with mathematics: Meanings and uses among families. In *Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences*, pages 1088–1093. International Society of the Learning Sciences.
- Tehrani, M. M. and Lim, Y. P. (2013). Interactive kinect using mobile phone for education. In *Informatics and Creative Multimedia (ICICM), 2013 International Conference on*, pages 135–138. IEEE.
- Thakkar, V., Shah, A., Thakkar, M., Joshi, A., and Mendjoge, N. (2012). Learning math using gesture. In *Education and e-Learning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on*, pages 1–3. IEEE.
- Veletsianos, G. (2010). *Emerging technologies in distance education*. Athabasca University Press.
- Virvou, M. and Papadimitriou, S. (2013). Learning addition by playing an adaptive game with coins. In *Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), 2013 Fourth International Conference on*, pages 1–4. IEEE.
- Wigdor, D. and Wixon, D. (2011). *Brave NUI World: Designing natural user interfaces for touch and gesture*. Morgan Kauffman, USA.
- Zhang, Z. (2012). Microsoft kinect sensor and its effect. *IEEE multimedia*, 19(2):4–10.
- Zichermann, G. and Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. “O’Reilly Media, Inc.”, Canada.