



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**TEMA: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
DE APOYO ACADÉMICO USANDO INSTRUCCIONES
GESTUALES PARA NIÑOS MEDIANTE EL USO DEL
DISPOSITIVO LEAP MOTION CONTROLLER.**

AUTOR: VEGA SOSAPANTA PAÚL ESTEBAN

DIRECTOR: LARCO BRAVO JULIO CESAR

SANGOLQUÍ

2017



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APOYO ACADÉMICO USANDO INSTRUCCIONES GESTUALES PARA NIÑOS MEDIANTE EL USO DEL DISPOSITIVO LEAP MOTION CONTROLLER”** realizado por el señor VEGA SOSAPANTA PAÚL ESTEBAN, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor VEGA SOSAPANTA PAÚL ESTEBAN para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 14 de febrero del 2017

Julio Cesar Larco Bravo
DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **VEGA SOSAPANTA PAÚL ESTEBAN**, con cédula de identidad N° 1717261760, declaro que este trabajo de titulación **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APOYO ACADÉMICO USANDO INSTRUCCIONES GESTUALES PARA NIÑOS MEDIANTE EL USO DEL DISPOSITIVO LEAP MOTION CONTROLLER”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 14 de febrero del 2017

PAÚL ESTEBAN VEGA SOSAPANTA
C.C 1717261760



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, **VEGA SOSAPANTA PAÚL ESTEBAN**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE APOYO ACADÉMICO USANDO INSTRUCCIONES GESTUALES PARA NIÑOS MEDIANTE EL USO DEL DISPOSITIVO LEAP MOTION CONTROLLER”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 14 de febrero del 2017

PAÚL ESTEBAN VEGA SOSAPANTA
C.C 1717261760

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado a mis padres y abuelita que con tanto esfuerzo han logrado guiarme hasta este punto, dándome su amor, apoyo, comprensión y ejemplo de lucha en las adversidades. A mis hermanos, sobrinos con los cuales he compartido excelentes momentos en diferentes situaciones que han hecho en mí, parte de lo que soy y como soy. Al resto de mi familia y amigos quienes en algún momento de mi carrera me ayudaron y aportaron en lo que necesité para poder salir adelante y cumplir mis actividades.

AGRADECIMIENTO

Ing. Julio Larco, que con su guía, apoyo y tiempo invertido ha logrado que este proyecto se convierta en realidad y adicionalmente por su visión para enfocar este proyecto a quienes lo necesitan.

Ing. Gonzalo Olmedo, quien inició la idea para desarrollar el proyecto con el dispositivo Leap Motion Controller.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA	
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación e Importancia	5
1.3. Alcance del Proyecto.	7
1.4. Objetivos	9
1.4.1. Objetivo General	9
1.4.2. Específicos	10
1.5. Métodos	10
1.5.1. Herramientas a utilizar	10
CAPÍTULO 2	12
DISPOSITIVO LEAP MOTION CONTROLLER	12
2.1. Leap Motion Controller	12
2.1.2. Aplicaciones y desarrolladores.	15
2.2. Instalación	16

2.3. Plataformas soportadas.....	23
CAPÍTULO 3.....	25
DESARROLLO DEL SISTEMA DE APOYO ACADÉMICO PARA LOS ESTUDIANTES DE PRIMER GRADO DE EDUCACIÓN BÁSICA CON LEAP MOTION CONTROLLER.....	25
3.1. Determinar las necesidades del primer grado de educación básica de la institución.	25
3.2. Configuración de un proyecto en términos generales.....	26
3.3. Desarrollo de aplicación de lateralidad y orientación espacial.....	40
3.4. Desarrollo de aplicación para identificación de números presentados mediante el ingreso gestual.	49
3.5. Desarrollo de operaciones aritméticas del nivel.....	57
CAPÍTULO IV.....	73
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	73
4.1. Análisis y evaluación de programas de prueba.	73
4.1.1. Análisis de aplicación de detección de mano (lateralidad y orientación espacial).	73
4.1.2. Análisis de aplicación para identificación de números presentados mediante el ingreso gestual.	74
4.1.3. Análisis de aplicación de operaciones aritméticas del nivel.....	75
4.2. Análisis y evaluación de resultados.....	76
CAPÍTULO V.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.2. Recomendaciones.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Arquitectura de la aplicación lateralidad modo guiado	41
Tabla 2	Arquitectura de la aplicación lateralidad modo autónomo	44
Tabla 3	Arquitectura de la aplicación números en modo guiado	50
Tabla 4	Arquitectura de la aplicación “Números” en modo autónomo ..	54
Tabla 5	Arquitectura de la aplicación suma en modo guiado	58
Tabla 6	Arquitectura de la aplicación restas modo guiado	63
Tabla 7	Arquitectura de la aplicación suma modo autónomo	66
Tabla 8	Arquitectura de la aplicación resta en modo autónomo	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dispositivo Leap Motion Controller	2
Figura 2 Interacción de Leap Motion Controller	2
Figura 3 Aplicación Sculpting.....	3
Figura 4 Visualizador de Leap Motion Controller	3
Figura 5 Evolución de Leap Motion Controller	14
Figura 6 Modo de uso de leap Motion Controller	15
Figura 7 Categorías de App's disponibles con Leap Motion	16
Figura 8 Forma de uso del Leap Motion Controller.....	17
Figura 9 Página oficial de Leap Motion Controller	18
Figura 10 Interfaz de descarga del SDK	18
Figura 11 Interfaz para la guía de instalación de Leap Motion Controller	18
Figura 12 Terminos y condiciones de Leap Motion Controller	19
Figura 13 Instalación de elementos de Leap Motion Controller	19
Figura 14 Interfaz para instalar los controladores de Leap Motion Controller	20
Figura 15 Interfaz con controladores en proceso de instalación.....	20
Figura 16 Interfaz con controladores instalados y listos para su uso.....	20
Figura 17 Proceso de instalación de Leap Motion Controller finalizada.....	21
Figura 18 Autenticación del dispositivo Leap Motion Controller.....	21
Figura 19 Interfaz con previas App instaladas de Leap Motion Controller	22
Figura 20 Guía rápida de Leap Motion Controller	22
Figura 21 App home lista para su uso.	23
Figura 22 Plataformas soportadas por Leap Motion Controller.....	23
Figura 23 Diagrama de la aplicación bajo Leap Motion Controller.....	28
Figura 24 Creación de una aplicación en netbeans 6.9.1	29
Figura 25 Creación de una clase main y seteado como proyecto principal	29
Figura 26 Aplicación Java creada.	30
Figura 27 Archivo Jar Cargado.	30
Figura 28 Ejemplo de prueba corriendo en la plataforma Java.....	34
Figura 29 Interfaz para configurar el modo autónomo	38

Figura 30 Modo autónomo configurado.	38
Figura 31 Menú principal para el “Modo Guiado” y ”Modo Autónomo”	39
Figura 32 Esquema general para acceder a Lateralidad	41
Figura 33 Botón de Lateralidad.....	42
Figura 34 Diagrama de flujo de la aplicación lateralidad en modo guiado.	43
Figura 35 Interfaz gráfica del modo guiado.....	44
Figura 36 Diagrama de flujo de la aplicación lateralidad modo autónomo.	45
Figura 37 Configuración de repeticiones para los diferentes lados.....	45
Figura 38 Interfaz de la aplicación lateralidad en modo autónomo.	46
Figura 39 Esquema general para acceder a la aplicación números.	49
Figura 40 Botón que activa la aplicación Números	50
Figura 41 Diagrama de flujo de la aplicación números modo guiado.....	51
Figura 42 Interfaz de la aplicación números en modo guiado.....	52
Figura 43 Interfaz de la aplicación números con una cifra lista para practicar.	52
Figura 44 Interfaz de la aplicación números con el dígito uno leído por Leap Motion Controller.....	53
Figura 45 Diagrama de flujo de la aplicación números modo autónomo.	55
Figura 46 Interfaz de la aplicación “Números” en modo autónomo.....	56
Figura 47 Esquema general para acceder a la aplicación “suma” en modo guiado.	58
Figura 48 Diagrama de flujo de la aplicación números modo autónomo.	59
Figura 49 Botón de la aplicación “sumas y restas”	60
Figura 50 Interfaz del submenú sumas y restas.	60
Figura 51 Interfaz de la aplicación “suma” en modo guiado.	61
Figura 52 Aplicación suma en modo guiado con los componentes ingresados.	61
Figura 53 Mensaje visual cuando la respuesta es correcta.	62
Figura 54 Mensaje visual cuando la respuesta es incorrecta.	62
Figura 55 Esquema general para acceder a la aplicación de “resta” en modo guiado.	63
Figura 56 Diagrama de flujo de la aplicación resta en modo guiado.....	64

Figura 57 Interfaz gráfica de la aplicación resta en modo guiado	65
Figura 58 Aplicación resta en modo guiado con los componentes ingresados	65
Figura 59 Diagrama de flujo de la aplicación suma en modo autónomo.....	67
Figura 60 Diagrama de flujo de la aplicación resta en modo autónomo.	69
Figura 61 Interfaz de la aplicación “sumas” en modo autónomo	70
Figura 62 Interfaz de la aplicación “restas” en modo autónomo	71

RESUMEN

Este proyecto es un conjunto de aplicaciones, en el cual se ha investigado el uso y funcionamiento del dispositivo Leap Motion Controller, el mismo que permite mediante la utilización de métodos propios y desarrollados, relacionar la posición de dedos y manos utilizando la vectorización de estos elementos, siempre y cuando se encuentren completamente dentro del campo visual de este dispositivo. Adicionalmente se ha indagado los requisitos y configuraciones básicas para la conexión con la plataforma Java y de esta manera poder configurar el proyecto bajo el software netbeans permitiendo incorporar la tecnología al ámbito académico, brindando a estudiantes del primer grado de educación básica una nueva herramienta de apoyo al aprendizaje, en el cual podrán reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas en temas específicos como la lateralidad, identificación de números y operaciones aritméticas como sumas y restas de un dígito. Debido a que en la actualidad el avance tecnológico ha incrementado notablemente, ha motivado el innovar la educación mediante la creación de estas aplicaciones, las cuales mantienen dos modos de uso, el modo guiado y autónomo, los mismos que permiten al docente mantenerse a la vanguardia en innovación de métodos de apoyo a sus conocimientos impartidos debido que permite al estudiante manejar el ordenador y dar instrucciones a las diferentes aplicaciones realizando el ingreso de mandos gestuales con sus manos y dedos sobre un campo visual generado por el dispositivo Leap Motion Controller.

Palabras clave:

- **DISPOSITIVO LEAP MOTION CONTROLLER**
- **CAMPO VISUAL DEL DISPOSITIVO LEAP MOTION**
- **INSTRUCCIONES GESTUALES**
- **MODOS AUTÓNOMO**
- **MODOS GUIADO**

ABSTRACT

This project is a set of applications, in which the use and operation of the Leap Motion Controller device has been investigated, allowing the use of own and developed methods to relate the position of fingers and hands using the vectorization of these elements , As long as they are completely within the visual field of this device. Additionally, the basic requirements and configurations for the connection with the Java platform have been investigated and this way to be able to configure the project under netbeans software allowing to incorporate the technology to the academic scope, providing to students of the first grade of basic education a new support tool To learning, in which they can reinforce the knowledge acquired in the classroom on specific topics such as laterality, identification of numbers and arithmetic operations as addition and subtraction of a digit. Due to the fact that the technological advance has increased significantly, it has motivated the innovation of education through the creation of these applications, which maintain two modes of use, guided and autonomous, the same that allow the teacher to stay at the forefront In innovation of methods to support their knowledge imparted because it allows the student to manage the computer and give instructions to the different applications by entering gestures with their hands and fingers on a visual field generated by the device Leap Motion Controller.

Keywords:

- **LEAP MOTION CONTROLLER.**
- **VISUAL FIELD OF LEAP MOTION.**
- **EMOTIONS.**
- **STANDALONE MODE.**
- **GUIDED MODE.**

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En los últimos años el crecimiento y apoyo de la tecnología para el ámbito educativo ha sido de gran importancia en el aprendizaje de los estudiantes y más aún de aquellos que están en sus primeros años de estudios académicos. Convertir el aprendizaje en algo que los estudiantes sientan como una actividad divertida es muchas veces algo complicado para los docentes, por lo que día a día es necesario tener nuevas técnicas de estudio para captar la atención de ellos.

Existen algunas propuestas para lograr este objetivo las cuales se han realizado usando dispositivos como Kinect (Microsoft, 2015), el cual es usado para desarrollar sistemas que utilizan el reconocimiento de gestos para realidad aumentada, aplicaciones de diversión y otras enfocadas en el ámbito educativo, pero el gran problema que presenta es el espacio y distancia que necesita para poder reconocer las instrucciones que el usuario da con todo el cuerpo.

En la figura 1 se puede observar a Leap Motion Controller es un dispositivo USB el cual realizó su aparición en julio del 2013, permite el rastreo de los movimientos de la mano, dedos y ciertos objetos como herramientas dentro de un campo de acción 3D en un ángulo de 150 grados a través de luz infrarroja, permitiendo que un usuario interactúe con un computador u otro dispositivo final con el ingreso de comandos en forma de gestos utilizando las manos.



Figura 1 Dispositivo Leap Motion Controller

Desde la aparición de Leap Motion Controller varias aplicaciones han sido desarrolladas para el ámbito educativo las cuales aportan en el desarrollo de la motricidad fina y gruesa a más de nutrir en conocimientos al usuario entre ellas la aplicación sculpting (Leap Motion Inc., 2016) y la aplicación 3D Geometry (Leap Motion Inc., 2016) por mencionar algunas, pero no son enfocadas a niños que empiezan su vida académica sino a aquellos que se encuentran en niveles de educación media o superior y son orientadas más a una forma lúdica que académica.



Figura 2 Interacción de Leap Motion Controller

Fuente: (Leap Motion Inc., 2016)



Figura 3 Aplicación Sculpting

Fuente: (Leap Motion Inc., 2016)

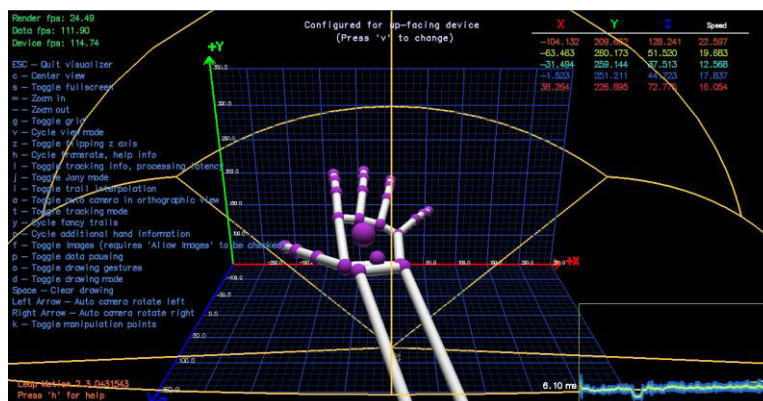


Figura 4 Visualizador de Leap Motion Controller

En la Figura 2 se presenta la interacción del dispositivo Leap Motion Controller con el ordenador en una forma básica con una forma de visualizador de prueba del dispositivo en el cual al presentar sus manos dentro del campo visual son transmitidas a la pantalla del computador. La Figura 3 muestra la aplicación Sculpting, la cual permite a un usuario moldear diferentes figuras utilizando sus manos para interactuar con la aplicación, preseleccionando herramientas que permiten dar forma a la escultura.

Leap Motion Controller posee un visualizador en el cual se puede probar el dispositivo, sea para evidenciar la correcta detección de las manos o herramientas como lápices y punteros o ver diferentes perspectivas de visualización (ver figura 4). Adicionalmente algunas aplicaciones se han desarrollados en el ámbito pedagógico una de ellas es el reconocimiento de lenguaje de señas, donde al realizar el reconocimiento de gestos en el lenguaje arábico lograron conseguir con diferentes métodos hasta un 98.3% en el reconocimiento de 28 signos y al momento se encuentra en el estudio para realizar el reconocimiento usando dos dispositivos Leap Motion Controller para aumentar la tasa de aciertos (Fickenscher, 2016)

Leap Motion Controller ha sido utilizado en el desarrollo otros proyectos para el uso en la vida diaria lo que ha dado a las personas un mejor estilo de vida como el “Diseño e implementación del sistema de control de iluminación de una vivienda, controlado por el dispositivo Leap Motion, basado en realidad virtual” (Yépez, 2016), en donde se realiza una aplicación que permite tener un control de la iluminación de una vivienda integrando este dispositivo y un software desarrollado que permite gestionar la luminosidad desde este software teniendo una interacción virtual con los interruptores a ser activados.

Además en el ámbito musical al ser una ciencia muy exigente en el tiempo de precisión de las notas musicales y la latencia de las mismas, se han realizado estudios y evaluaciones de Leap Motion Controller para la construcción de nuevos instrumentos musicales digitales (DMI), en los cuales se ha logrado mediante el reconocimiento de gestos realizados con este dispositivo la manipulación para reproducir varias notas musicales (Silva, 2016).

1.2. Justificación e Importancia.

Hoy en día el desarrollo de la tecnología hace que en el ser humano crezca la necesidad y el gusto de realizar sus actividades de una forma más apegada a la realidad, más aún en los niños que se han acostumbrado y están familiarizados con el uso diario de dispositivos inteligentes como teléfonos celulares, tablets, juegos de consola entre otras que ha llevado a que la interacción con un dispositivo tecnológico sea común y que esté involucrado con un mundo virtual en el desarrollo de las actividades cotidianas.

Es por este motivo que la Unidad Educativa Particular La Salle de Conocoto se ha encontrado en la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas en el ámbito educativo para lo cual se han visto en la necesidad de la creación de un sistema de apoyo académico para el nivel de primer grado de educación básica, como piloto para en un corto a mediano plazo poder incorporar herramientas y sistemas de apoyo de aprendizaje en los diferentes niveles que maneja la institución con el objetivo de tener un mayor incentivo para el aprendizaje e innovar con técnicas de estudio hacia los estudiantes e ir de la mano con el desarrollo de este mundo tecnológico.

La aplicación desarrollada permite al estudiante reforzar sus conocimientos practicando temas correspondientes a la lateralidad, identificación de números, realizando sumas y restas de un dígito con el ingreso de ordenes gestuales utilizando el dispositivo Leap Motion Controller, el cual posee un modo guiado que es tutelado por el docente y un modo autónomo en donde el estudiante podrá utilizar la aplicación sin la presencia del profesor.

El aporte de este proyecto se dirige a contribuir con el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 que en su objetivo número 2 persigue “Mejorar la capacidades y potencialidades de la población” y que tiene como fundamento “La educación, entendida como formación y capacitación en distintos niveles y ciclos, es fundamental para fortalecer y diversificar las

capacidades y potencialidades individuales y sociales, y promover una ciudadanía participativa y crítica, conjuntamente con el lineamiento que contempla dentro del objetivo 2 “Promover la investigación y el conocimiento científico, la revalorización de conocimientos y saberes ancestrales, y la innovación tecnológica” (Semplades, 2015) .

La importancia de usar Leap Motion Controller aparte de ser un dispositivo innovador y que tiene poco tiempo en el mercado y por ende el interés en este es mayor, es el aporte que puede dar en el desarrollo de la motricidad fina y gruesa en los alumnos así como también el beneficio de aprendizaje con métodos fuera de lo convencional, es decir más apegados a la realidad y con interacción más íntima con el usuario y enfocado en lo que hoy por hoy es el pilar que mueve al mundo, la tecnología.

Además al tratarse de un proyecto en el cual se pretende la inclusión al ámbito educativo de este sistema el costo económico con relación al aporte que brinda en el ámbito académico se mantiene dentro de un rango aceptable en relación con otros dispositivos de similares condiciones que se mantienen más tiempo en el mercado pero que no han logrado disminuir sus precios. Adicional al ser un dispositivo que se enfoca netamente en los gestos de las manos o herramientas que utilice el usuario para dar instrucciones, permite tener un mayor control de la ilustración que el estudiante pretende dar al sistema.

Así mismo permite al estudiante que su aprendizaje en el aula no sea solo teórico, sino que facilita el captar las órdenes y conocimiento que imparte el docente mediante el uso del sistema proporcionado en este proyecto con el Leap Motion Controller en una forma práctica y divertida al proporcionar sus instrucciones con gestos realizados por sus propias manos.

Con esto llevado a cabo los resultados obtenidos en este proyecto podrían abrir nuevas expectativas hacia nuevas investigaciones y comparaciones con proyectos que se encuentren enfocados en este lineamiento usando

dispositivos similares, promoviendo así la búsqueda del mejoramiento del aprendizaje en las aulas con la incursión y el uso de nuevas tecnologías.

1.3. Alcance del Proyecto.

Se recopilará las necesidades que tienen los estudiantes y docentes de primer grado de educación básica de la Unidad Educativa Particular La Salle de Conocoto para su posterior desarrollo mediante la visita e incursión con el personal docente y estudiantes del nivel para poder desarrollar un proyecto que satisfaga sus peticiones.

Se realizará la investigación del dispositivo Leap Motion Controller donde se buscará información referente al dispositivo que permita la creación del sistema de apoyo académico. Además se realizará un análisis para definir el sistema operativo con el que se va a trabajar, los recursos lógicos y físicos necesarios para el correcto funcionamiento de este. Así también se investigará la forma correcta de instalación y calibración del dispositivo el cual se lo realizará de forma manual para después indagar sobre las plataformas que soporta, así también documentación, comunidades, ejemplos y sistemas desarrollados en diferentes plataformas para lograr tomar una decisión de cuál será la mejor opción dependiendo de información, conocimiento de la plataforma soporte on-line, comunidades entre otras que se pueda usar para desarrollar aplicaciones incorporando al Leap Motion Controller.

Una vez teniendo conocimiento necesario del dispositivo Leap Motion Controller, calibrado y decidido la plataforma a usarse, se procederá a investigar sobre las librerías con las cuales el dispositivo trabaja y que son necesarias para un correcto funcionamiento, adicional se incursionará en el estudio de API's básicas que usa el dispositivo y API's que pueden ser modificadas para un posterior uso en el proyecto.

Adicionalmente cuando se obtenga toda la información previa acerca de los recursos para un correcto funcionamiento en la plataforma seleccionada se procederá a realizar varios programas de prueba los cuales ayudarán a dar un mejor entendimiento de la forma de uso del Leap Motion Controller, campo visual del dispositivo, reconocimiento de manos, dedos y objetos, cantidad de manos, dedos y objetos que puede reconocer, análisis de vectorización de manos y objetos, problemas de superposición de manos con objetos y viceversa, límites de distancias entre las manos y el dispositivo, tipos de gestos que reconoce el dispositivo, movimientos correctos para el reconocimiento válido de los gestos realizados, forma de activación para el reconocimiento de herramientas como un esfero o apuntador, coordenadas que maneja, captura de datos y transmisión de información hacia la aplicación.

Para desarrollar el sistema de apoyo académico se realizará un análisis a fin de determinar el software que mejor se adapte a la implementación y desarrollo con Leap Motion Controller, una vez obtenidos los conocimientos mencionados en el párrafo anterior se realizará una interfaz que permita la interacción del estudiante con la aplicación con la utilización de sus manos mediante el ingreso de instrucciones por gestos, en el cual podrá seleccionar diferentes opciones para el apoyo al aprendizaje, entre estas están operaciones aritméticas, la lateralidad y la identificación de números presentados.

Además se pretende ayudar a desarrollar en el estudiante habilidades cognitivas como la coordinación mano-ojo. “Las habilidades cognitivas son un conjunto de operaciones mentales que permiten que el alumno integre la información adquirida por vía sensorial, en estructuras de conocimiento más abarcadoras que tengan sentido para él” (Torrende, 2016).

El aporte que se dará con este proyecto será la obtención y análisis de las matrices que ofrece el dispositivo a fin de encontrar características que permitan identificar la posición de manos y dedos así como también la flexión de las falanges de los dedos, información necesaria para identificar

los gestos que realice el usuario. Con esta información se realizará la creación de nuevas API's para el dispositivo Leap Motion Controller que serán utilizadas en futuros proyectos académicos.

Adicionalmente se aportará con la investigación del reconocimiento de tamaños para manos de niños, además al desarrollar una aplicación de apoyo académico se analizará el aporte que ofrece a los profesores para incentivar al estudiante a interesarse en los temas desarrollados con Leap Motion Controller debido a que los infantes muestran una mayor atención frente a un aprendizaje innovador..

Se realizarán pruebas a fin de obtener una retroalimentación para hacer mejoras donde las críticas y consejos de parte del personal docente asignado que realizó las evaluaciones a los estudiantes servirán para pulir y mejorar el sistema de apoyo creado, el próximo paso será el análisis de resultados en donde se revisará en forma parcializada y global si el conjunto de las aplicaciones realizadas cumplieron con el objetivo creado.

Al finalizar el proyecto se obtendrá un sistema de apoyo académico que permitirá al estudiante de primer grado de educación básica fortalecer sus conocimientos mediante el uso del sistema de apoyo con Leap Motion Controller, en tareas como operaciones aritméticas, lateralidad, identificación de números presentados mediante el ingreso gestual y permitirá desarrollar sus habilidades cognitivas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de apoyo al aprendizaje académico con la incorporación del dispositivo Leap Motion Controller para contribuir con el fortalecimiento de conocimientos de los estudiantes de primer grado de educación básica.

1.4.2. Específicos

- Determinar las necesidades para el apoyo del aprendizaje académico en el nivel de primer grado de educación básica de la Unidad Educativa Particular La Salle de Conocoto.
- Hacer un análisis acerca del dispositivo Leap Motion Controller.
- Analizar y determinar el sistema operativo, recursos físicos, lógicos, instalación y calibración que necesita Leap Motion Controller.
- Realizar el estudio del estado del arte de aplicaciones realizadas con este dispositivo y buscar las librerías necesarias para el correcto funcionamiento del Leap Motion Controller.
- Desarrollar un conjunto de aplicaciones y API's de prueba en la plataforma seleccionada para el sistema de apoyo académico usando Leap Motion Controller.
- Desarrollar el sistema de apoyo académico.
- Realizar pruebas, afinar, mejorar y optimizar el sistema de apoyo académico.
- Analizar resultados.
- Documentar el proyecto.

1.5. Métodos

1.5.1. Herramientas a utilizar

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizaron las herramientas NetBeans IDE 6.9.1 que es un entorno desarrollado integrado (IDE) el cual permite realizar programación en la plataforma Java, Netbeans es libre y no necesita realizarse algún pago para descargarlo, además este software es de código abierto lo que permite tener una gran cantidad de usuarios y de esta manera desarrollar una extensa cantidad de aplicaciones dependiendo de las necesidades del usuario.

Leap Motion Controller es un dispositivo que permite la interacción con el ordenador mediante el ingreso de instrucciones gestuales dentro de un campo visual 3D generado por luz infrarroja, este dispositivo reconoce los movimientos o gestos generados dentro de su campo de visión que es de 150 grados. Adicionalmente se ha utilizado un computador con sistema operativo Windows 7, con procesador Core i5, que mantiene 4Gb de memoria RAM y puerto USB 2.0, este ordenador cuenta con los requerimientos especificados para el correcto desarrollo de la aplicación, con la utilización del dispositivo Leap Motion Controller.

CAPÍTULO 2

DISPOSITIVO LEAP MOTION CONTROLLER

2.1. Leap Motion Controller

Leap Motion Controller es un dispositivo que pertenece a la compañía Leap Motion Inc, esta empresa fabrica y comercializa el dispositivo que permite el control de periféricos como mouse, teclado entre otros, sin la necesidad de tener un contacto físico con ellos, el control del ordenador se lo hace a base de gestos que se los realiza en el aire, primordialmente está diseñado para captar gestos y posición de las manos y dedos, además con la incorporación de accesorios distribuidos por la misma empresa permite al usuario tener una percepción de realidad virtual.

Generalmente los usuarios estamos acostumbrados a interactuar con el ordenador en dos dimensiones sea con el mouse o pantallas táctiles, Leap Motion Controller da una experiencia de uso más real al incorporar la profundidad cuando se interactúa con un ordenador, esto provoca en los usuarios un mayor interés de uso al tener nuevas experiencias al dar instrucciones a los dispositivos mediante la gesticulación de las manos en el aire.

Por ser un dispositivo relativamente nuevo en el mercado y que mantiene una forma de uso particular con respecto a los que tradicionalmente utilizamos desde hace muchísimo tiempo se vuelve atractivo para quien lo usa y mucho más en algunas áreas de trabajo ya que permite realizar sus actividades cotidianas en una forma más dinámica y real como por ejemplo en el área de la escultura o la creación de música debido a que Leap Motion Controller permite con ciertas aplicaciones cumplir estas actividades.

El dispositivo Leap Motion Controller cuenta con un SDK (*Software development kit*) que contiene las librerías necesarias y suficientes para poder incorporar este dispositivo a cualquier proyecto que en el que se lo quiera utilizar debido a que puede soportar varias plataformas las cuales serán mencionadas más adelante .

2.1.1. Historia.

David Holz quien es el co-fundador de Leap Motion Controller en el año 2008 comenzó a desarrollar un nuevo software cuando estaba estudiando un Ph.D. en matemáticas en la Universidad de Carolina del Norte en la ciudad Chapel Hill. Al realizar sus actividades académicas y de diversión diariamente empezó a frustrarse por las limitaciones del ratón y el teclado, pasó casi cinco años en el desarrollo de las cámaras en el controlador. En el momento en que se juntó con Michael Buckwald, un amigo de la infancia y empresario, David Holz ya había desarrollado un prototipo. Por desgracia, el prototipo era demasiado grande y tomaba más de una hora para instalarlo, no era ideal para dar una demostración para los inversores potenciales que pretendía captar en ese entonces.

Un oportuno inversor para ellos, fundador de Avid Technology, Bill Warner, se impresionó con el prototipo y las primeras palabras fueron: "El prototipo es grande, pero lo mejor está en los detalles", sin embargo a pesar de este inconveniente quedó muy sorprendido por ver cómo podía realizar un seguimiento de los 10 dedos a la vez y sorprendentemente rápido, casi sin tiempo de espera. Como resultado de esta demostración consiguen el apoyo económico de este inversor, lo cual para él nunca fue un problema. En definitiva la compañía creció, gracias a inversionistas que aportaron varios millones de dólares hasta alcanzar un capital total de unos 45 millones algunas de estas empresas fueron Andreessen Horowitz, Founders Fund, y Highland Capital Partners. La compañía ha crecido hasta las 80 y más

empleados, en comparación con sólo los 12 con los que contaban en un inicio.

Como es de esperarse para que un producto se dé a conocer hace falta marketing por lo que Leap Motion Controller dio el salto y se empezó a comercializar en las tiendas de Best Buy a finales de julio del 2013. Con la implicación de un nuevo producto original e innovador la compañía ya ha aceptado \$ 10 millones en pagos por adelantado de su sitio web, sin ningún tipo de publicidad.

En la figura 5 se muestra la evolución del dispositivo Leap Motion Controller, el primer prototipo fue en 2011 y su lanzamiento oficial fue en 2013, desde ese entonces este dispositivo ha sufrido varias modificaciones. El último cambio a nivel de hardware fue a finales del 2012 donde la compañía Leap Motion Inc. logró compactar al dispositivo en un case de 25mm de ancho por 75mm de largo y 15mm de alto con conexión USB, conteniendo dentro de este dos cámaras IR monocromáticas y tres led infrarrojo, esto permite sensar las manos y dedos de los usuarios que ingresen dentro del campo de visión que tiene el dispositivo como se puede ver en la figura 6 con una precisión de 0.01mm y en el rango de microsegundos.



Figura 5 Evolución de Leap Motion Controller

Fuente: (Yépez, 2016)

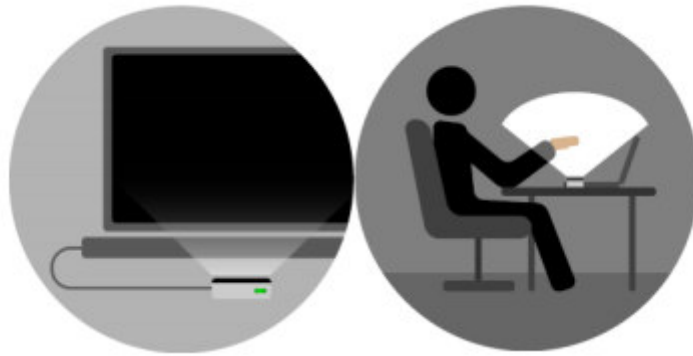


Figura 6 Modo de uso de leap Motion Controller

Fuente: (Leap Motion Inc., 2016)

2.1.2. Aplicaciones y desarrolladores.

Desde la aparición de Leap Motion Controller varias aplicaciones relacionadas a diferentes áreas han sido desarrolladas las cuales pueden ser instaladas desde la página web <https://apps.leapmotion.com/> algunas son gratuitas y otras se las puede descargar previo a un pago puesto por el autor y que sin embargo algunas aún siguen siendo actualizadas. Las categorías existentes que al momento se encuentran disponibles son las siguientes:

- Controles de ordenador.
- Creación de herramientas.
- Educación.
- Experimental.
- Juegos.
- Música y Entretenimiento.
- Productividad y Utilidades
- Ciencia

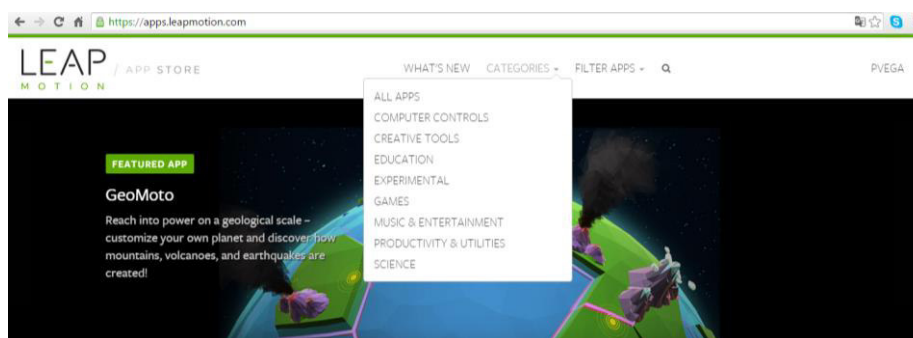


Figura 7 Categorías de App's disponibles con Leap Motion

Fuente: (Leap Motion Inc., 2016)

2.2. Instalación.

La instalación del software del dispositivo Leap Motion Controller es muy intuitiva y tiene una guía muy práctica para realizarlo. Para proceder con la instalación del SDK se requiere tener un mínimo de requisitos a nivel de hardware, cabe notar que el SDK no está aún disponible para el sistema operativo Linux, sin embargo para este sistema operativo se lo puede dar uso solo para las aplicaciones disponibles en el app store de Leap Motion Controller con Ubuntu 12, debido a esto se muestra a continuación los requisitos mínimos para desarrollar aplicaciones en las plataformas anteriormente mencionadas que son los siguientes:

- Sistema operativo: Windows 7+ o MAC OS X10.7 o versiones menores.
- Procesador: AMD Pentium II o Intel Core i3/i5/i7.
- Memoria RAM: 2 GB RAM.
- Versión de USB: USB 2.0 port.
- Conexión a Internet.

El primer paso para la instalación del SDK es descargarlo de la página oficial de Leap Motion Controller donde se puede encontrar una versión para usuarios que deseen usarlo simplemente con las aplicaciones que

previamente se pueden encontrar y descargar para este dispositivo desde la APP store de Leap Motion Controller y por otra parte existe una versión para desarrolladores las cuales cuentan con librerías adicionales dentro de su SDK que permite al usuario realizar su aplicaciones y poderlas poner en funcionamiento para sus intereses. Los SKD que se encuentran disponibles al momento son para Windows y MAC. En la figura 8 se puede observar en forma general los pasos básicos para empezar a usar el dispositivo.



Figura 8 Forma de uso del Leap Motion Controller

Fuente: (Leap motion Inc, 2016)

Los pasos a seguir es ingresar a la página oficial de Leap Motion Controller donde podremos descargar el SDK necesario para el correcto funcionamiento del dispositivo, aquí se puede encontrar una forma detallada la cual se muestra a continuación.

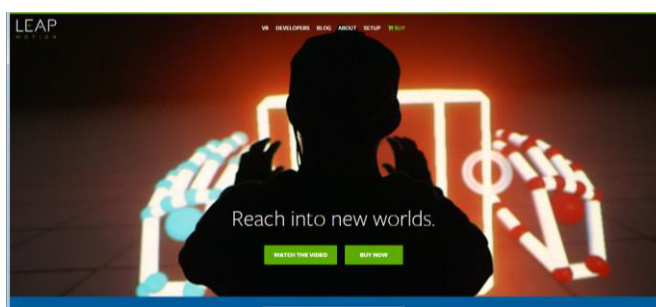


Figura 9 Página oficial de Leap Motion Controller

Fuente: (Leap Motion Inc., 2016)

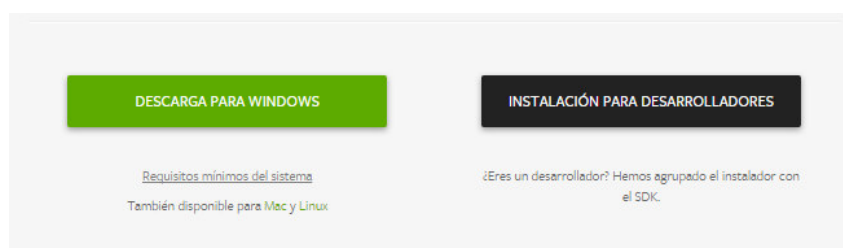


Figura 10 Interfaz de descarga del SDK

Fuente: (Leap Motion Inc., 2016)

Una vez descargado el SDK se debe proceder a ejecutarlo donde nos muestra la interfaz de instalación.



Figura 11 Interfaz guía de instalación de Leap Motion Controller

Posteriormente se necesita aceptar los términos y condiciones de la licencia de Leap Motion para poder continuar.

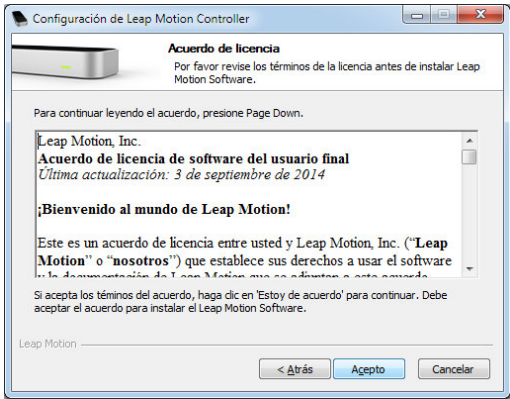


Figura 12 Términos y condiciones de Leap Motion Controller

Una vez se aceptó los términos y condiciones esperamos mientras se instala el SDK.

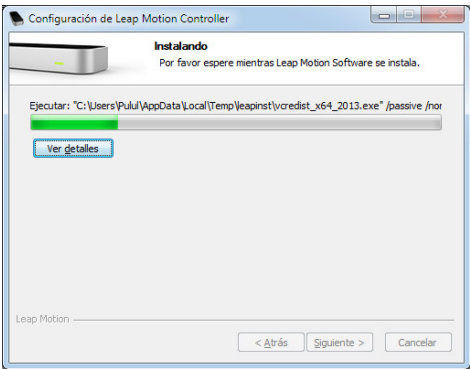


Figura 13 Instalación de elementos de Leap Motion Controller

Adicionalmente se debe instalar los controladores para el correcto funcionamiento del dispositivo.

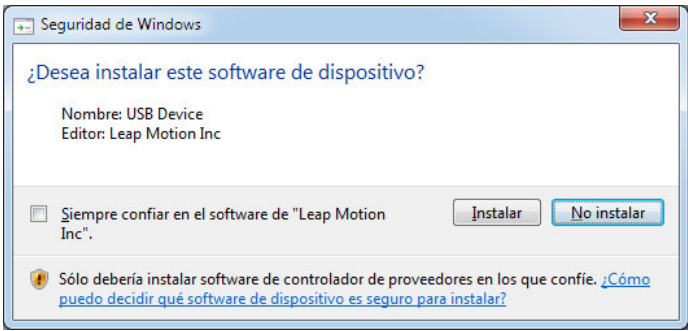


Figura 14 Interfaz para instalar los controladores de Leap Motion Controller

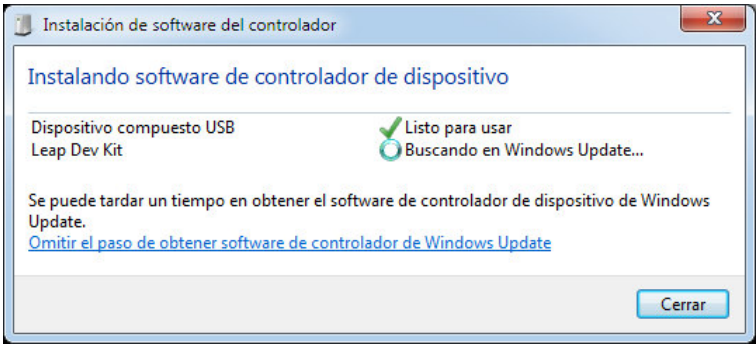


Figura 15 Interfaz con controladores en proceso de instalación

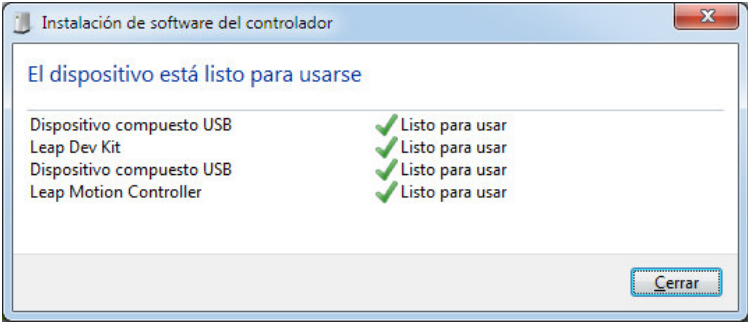


Figura 16 Interfaz con controladores instalados y listos para su uso

Creamos un acceso directo para el uso de Leap Motion Controller y se puede iniciar directamente una vez acabada la instalación.



Figura 17 Proceso de instalación de Leap Motion Controller finalizada

Al iniciar el APP de Leap Motion Controller por primera vez se conecta a servidor para autenticar el dispositivo.

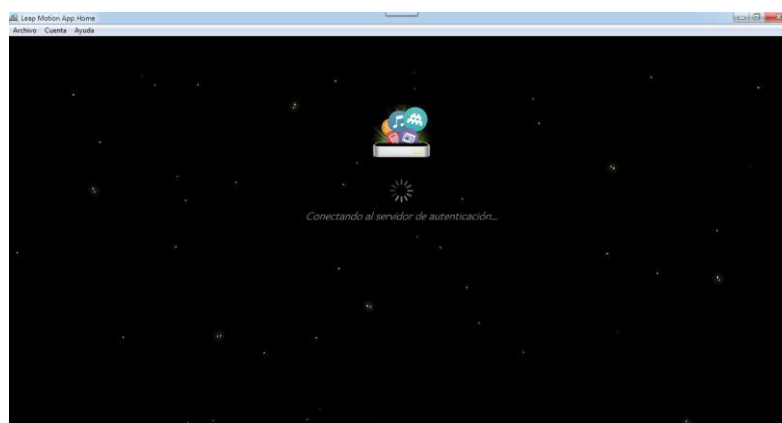


Figura 18 Autenticación del dispositivo Leap Motion Controller

Una vez que accedemos a la APP home de Leap Motion Controller por defecto viene entre 3 y 4 aplicaciones previamente descargadas así como también se tiene el acceso al APP STORE de Leap Motion.

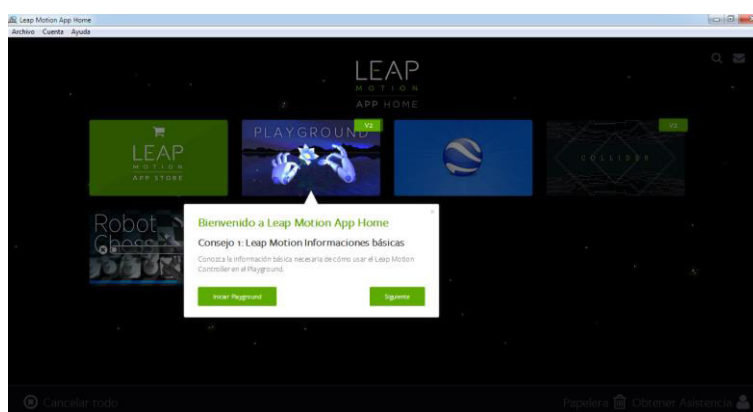


Figura 19 Interfaz con previas App instaladas de Leap Motion Controller

La primera vez que se instala se tiene una guía rápida de la forma de uso de la interfaz.

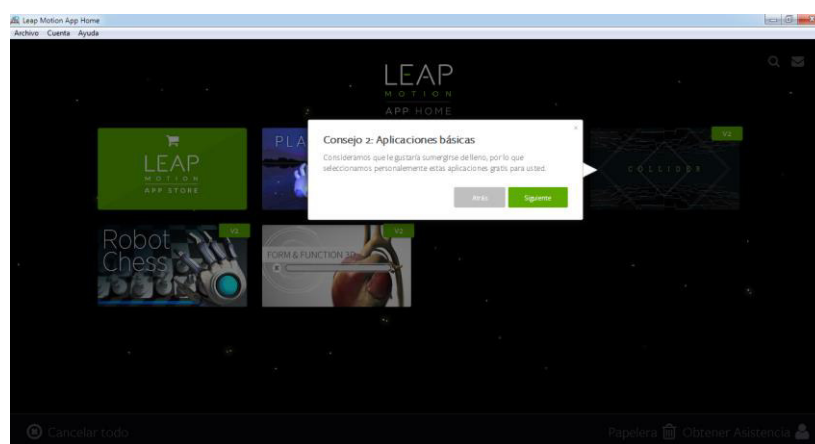


Figura 20 Guía rápida de Leap Motion Controller

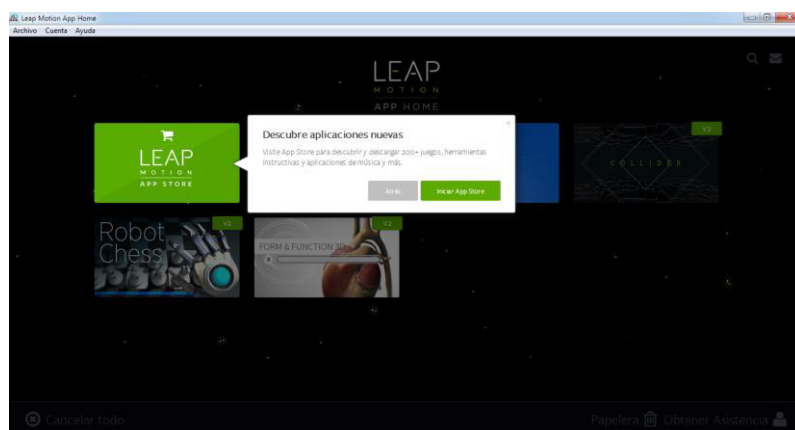


Figura 21 App home lista para su uso

2.3. Plataformas soportadas.

Desde la creación de Leap Motion Controller sus creadores se han visto la necesidad de que este dispositivo logre comunicarse con varias plataformas y lenguajes entre estos están C++, C#, Unity, Objective-C, Java, Python; Java Scrip y Unreal Engine como se muestra en la figura 22, cada una de estas cuentan con documentación en la que orientan al usuario a desarrollar sus actividades o proyectos, esto está definido únicamente para desarrolladores. El uso de Leap Motion Controller con cualquiera de estos lenguajes implica un conocimiento previo del lenguaje escogido para desarrollar ya que dentro de las políticas de Leap Motion Inc. no permite visualizar en código abierto varias de las funciones por lo que el uso de la documentación es imperativo para alcanzar los objetivos propuestos.



Figura 22 Plataformas soportadas por Leap Motion Controller

Fuente: (Leap Motion Inc., 2016)

En cada uno de estos lenguajes que soporta Leap Motion Controller se cuenta con una guía para poder generar aplicaciones, esta documentación se la encuentra dentro de la página oficial de Leap Motion ya que varios de los métodos no son de código abierto pero se los puede llamar en cualquier parte del desarrollo de la aplicación según se lo necesita, esta documentación permite tener una idea clara de que se puede obtener ejecutando varios de estos comandos con lo que de esta manera podremos ir generando nuestra aplicación.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL SISTEMA DE APOYO ACADÉMICO PARA LOS ESTUDIANTES DE PRIMER GRADO DE EDUCACIÓN BÁSICA CON LEAP MOTION CONTROLLER

3.1. Determinar las necesidades del primer grado de educación básica de la institución.

En la actualidad el aprendizaje de los estudiantes y mucho más de los niños ha cambiado en relación con los métodos de enseñanza que se tenía en los años 90, esto debido al desarrollo tecnológico que ha habido en el mundo entero, el aparecimiento de equipos como mp4, dispositivos con conexión bluetooth, celulares, tablets y el mismo acceso a internet a provocado que el aprendizaje en las aulas cambie no solo para seguir a la vanguardia en la enseñanza y el aprendizaje sino también para lograr captar la atención de los alumnos y de esa manera conseguir brindar conocimientos en una forma que el estudiante se sienta atraído por lo que su profesor le enseñe.

Es así que mediante una reunión mantenida con docentes de la Unidad Educativa Particular La Salle Conocoto se determinó desarrollar la aplicación enfocada a los estudiantes de primer grado de educación básica, como un piloto de apoyo al aprendizaje para posteriormente incorporar la tecnología en niveles superiores. Adicionalmente, se enfocó el desarrollo para los alumnos de este nivel pensando en un nuevo método de reforzar conocimientos en actividades que a la postre pueden resultar monótonos y de poco interés.

Es por eso que la Unidad Educativa Particular La Salle Conocoto se ha visto en la necesidad de implementar un proyecto que permita cumplir con la incursión de la tecnología en las aulas y de esta manera lograr captar el interés por aprender temas específicos correspondientes al pensum

académico. Adicionalmente en un plan piloto realizado se logró verificar que el interés de los alumnos de primer grado de educación básica fue positivo al presentar el Leap Motion puesto que al ser algo novedoso, genera mucha atracción e interés hacia el, por lo que al combinarlo con la parte académica se logra un aprendizaje con otro método fuera de los que comúnmente conocemos.

Es por eso que entre las necesidades primordiales de los docentes de la Unidad Educativa La Salle de Conocoto para los niños de primer grado de educación básica están las matemáticas que siempre han sido un problema para los alumnos en el tema de aprendizaje, y para los docentes al lograr captar la atención de ellos, pero que a la vez es necesario ya que lo usarán en su vida cotidiana. Adicionalmente al estar en sus primeros niveles académicos el reconocimiento de números y de la lateralidad es un inconveniente por lo que se ha incluido en las necesidades a satisfacer con el desarrollo del proyecto.

3.2. Configuración de un proyecto en términos generales.

Una vez recopilada la información sobre las necesidades tanto de docentes como de alumnos del primer grado de educación básica de la Unidad educativa Particular La Salle de Conocoto se decidió desarrollar una aplicación en la que mediante el ingreso gestual de instrucciones se pueda reforzar conocimientos referentes a lateralidad, identificación de números y operaciones aritméticas del nivel, realizando esta aplicación en dos modos, el modo guiado, que involucraría el trabajo alumno-profesor y el modo autónomo donde el estudiante podría reforzar sus conocimientos en una forma libre con una previa configuración del docente, por lo que proseguiremos con la implementación de la aplicación para solventar las exigencias que se recopilaron.

Es así que, se vuelve necesario involucrarse con la forma de uso del dispositivo Leap Motion Controller ya que previamente ha sido instalado el software para poder usarlo en el desarrollo de la aplicación. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado y con una idea general, clara y concisa de las necesidades a ser resueltas se planteó en forma general el desarrollo del proyecto, para lo cual fue necesario generar un diagrama en términos generales de la aplicación y así posteriormente ser analizada en cada uno de sus elementos, dando como resultado un proyecto que pueda satisfacer las necesidades planteadas.

Debido a que en la institución educativa, sus laboratorios de computación cuentan con un sistema operativo Windows y una vez identificado que Leap Motion Controller soporta y cuenta con librerías para la plataforma Java, por previos conocimientos en el desarrollo de aplicaciones bajo el software Netbeans, se tomó la decisión de realizar el desarrollo del proyecto en esta plataforma, por lo que procedemos a indagar los requerimientos básicos para un correcto progreso del proyecto, por lo que empezamos con la implementación de una aplicación básica de ejemplo que contará con los requerimientos mínimos para el correcto funcionamiento y conexión con la plataforma seleccionada como se muestra en la figura 23.

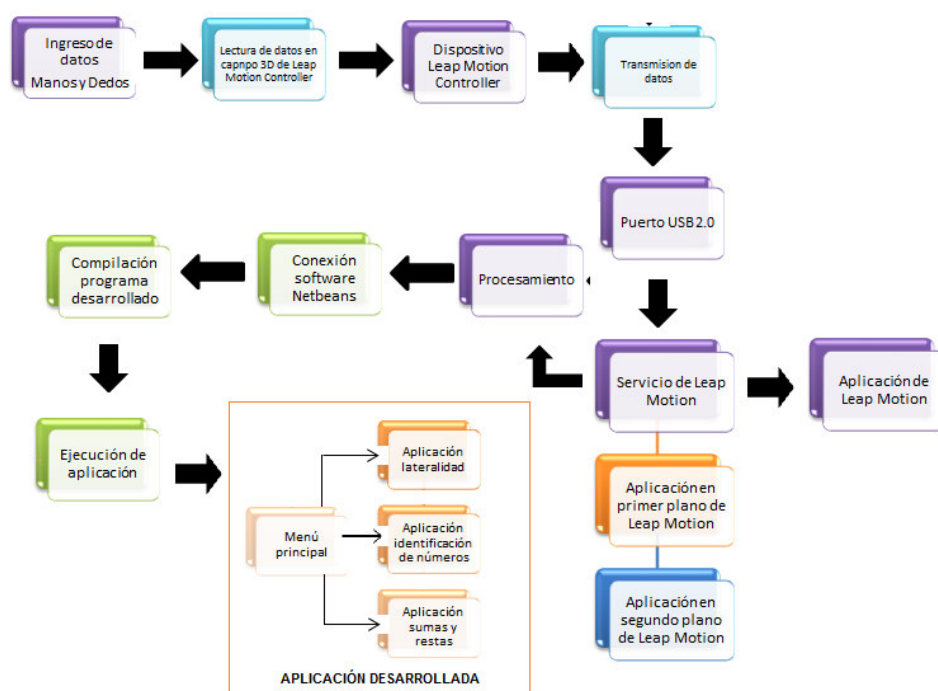


Figura 23 Diagrama de bloques del proyecto

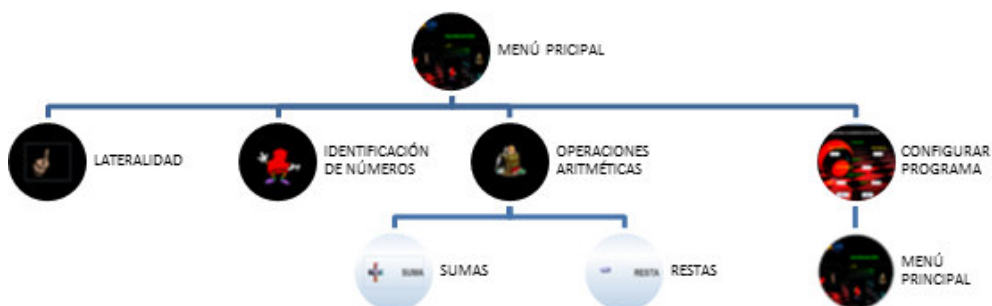


Figura 24 Diagrama de la aplicación bajo Leap Motion Controller

En primer lugar, empezaremos creando un nuevo proyecto al cual lo denominaremos *leappruebauno* donde creamos una clase principal denominada main y lo seteamos como proyecto principal, hasta este punto aún no se ha realizado ninguna acción respecto a la configuración de Leap Motion Controller por lo que tendremos algo similar a lo que se muestra a continuación.

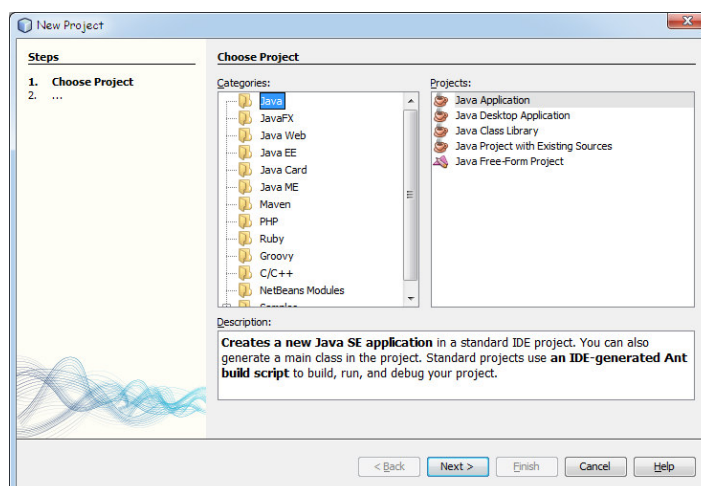


Figura 25 Creación de una aplicación en netbeans 6.9.1

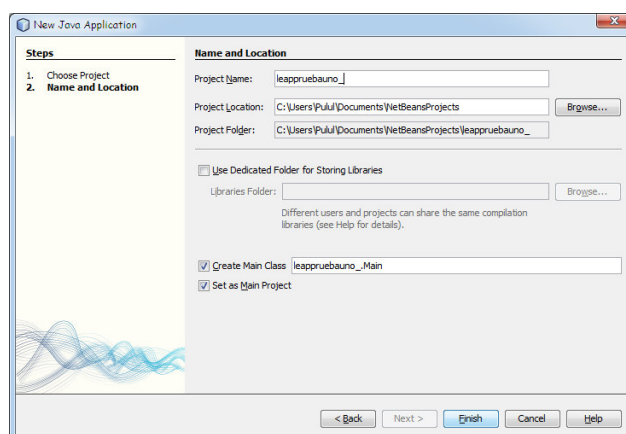


Figura 26 Creación de una clase main y seteado como proyecto principal

Una vez creada la aplicación java en la cual desarrollamos nuestro ejemplo de prueba tendremos algo similar a lo que a continuación se muestra, cabe notar que hasta este punto aún no se ha realizado ninguna configuración, ni se ha cargado ningún tipo de librería que corresponda al uso del dispositivo Leap Motion Controller.

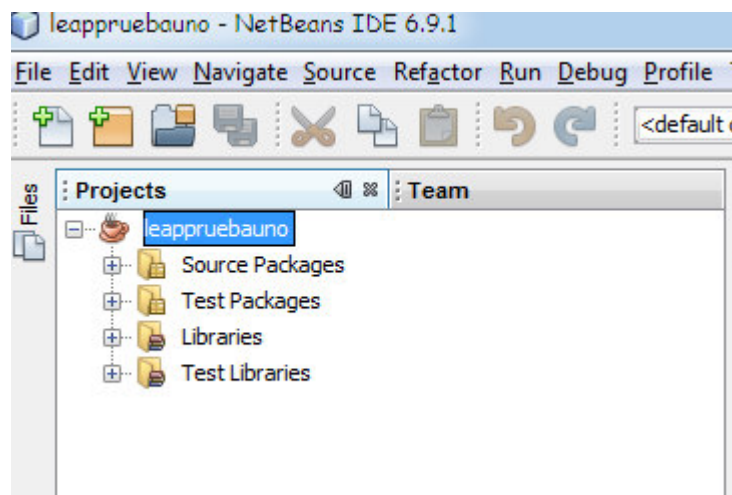


Figura 27 Aplicación Java creada

Es aquí donde tendremos que cargar las librerías y archivos con extensión *JAR* para el correcto funcionamiento de nuestra aplicación en Netbeans, por lo que ingresaremos en las propiedades del proyecto y dentro de la sección Librerías cargaremos el archivo con extensión *JAR* que viene incluido en el paquete de descarga para la instalación de Leap motion Controller, el cual deberá encontrarse en el siguiente path, recordar que se deberá previamente cargar el paquete de instalación en la raíz del ordenador.

C:\LeapDeveloperKit_2.2.5+26752_win\LeapSDK\lib

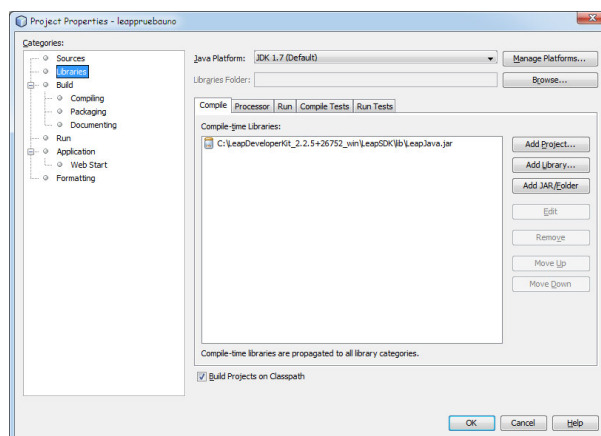


Figura 28 Archivo Jar Cargado

En la sección Run en el campo VM Options colocaremos el siguiente path lo cual permitirá la correcta conexión con las librerías nativas de Leap Motion Controller y de esta manera nos permitirá continuar con el desarrollo del proyecto, cabe notar que este paso es esencial para poder realizar el uso del dispositivo en esta plataforma. Este path deberá ser colocado dependiendo si se tiene un sistema operativo de 32 o 64 bits.

Path para sistema operativo de 32 bits.

-Djava.library.path=\\LeapDeveloperKit_2.2.5+26752_win\\LeapSDK\\lib\\x86

Path para sistema operativo de 64 bits.

-Djava.library.path=\\LeapDeveloperKit_2.2.5+26752_win\\LeapSDK\\lib\\x64

Una vez configurado estos dos pasos indispensables tenemos lista nuestra aplicación en la cual desarrollamos el ejemplo de prueba con los requerimientos y elementos básicos para la correcta conexión de la plataforma java con el dispositivo Leap Motion Controller. Es así que a continuación se muestra el código básico para la comprensión del uso de Leap Motion Controller bajo la plataforma Java.

Código

```

package leappruebauno; // Se crea el paquete respectivo de la
aplicación Java
import com.leapmotion.leap.*; // Se importa todas las librerías de
Leap Motion Controller
import java.io.IOException; // Se importa la librería IOException
class Prueba extends Listener {
    //Este método permite habilitar el reconocimiento de gestos al Leap
    Motion Controller
    public void onConnect(Controller controller) { //Se crea el metodo que
    acepta un objeto de la clase Controller
        System.out.println("Conectado"); // Imprime mensaje informativo
        controller.enableGesture(Gesture.Type.TYPE_SWIPE); // Habilita
    el gesto swipe
        controller.enableGesture(Gesture.Type.TYPE_CIRCLE); // Habilita
    el gesto circle
        controller.enableGesture(Gesture.Type.TYPE_SCREEN_TAP); //
    Habilita el gesto screen tap
        controller.enableGesture(Gesture.Type.TYPE_KEY_TAP); //
    Habilita el gesto key tap
    }
    public void onFrame(Controller controller) { //Se crea el método que
    acepta un objeto de la clase Controller
        Frame datos = controller.frame(); //Se crea un objeto de la clase
        Frame
        //En datos llegan todos los datos captados por Leap Motion Controller
        Hand mano = new Hand(); //Se crea un objeto de la clase
        Hand para detectar las manos
        System.out.println("FOTOGRAMA ID: " + datos.id() + ", CANTIDAD
        DE MANOS: " + datos.hands().count()+ ", CANTIDAD DE DEDOS: "
        +

```

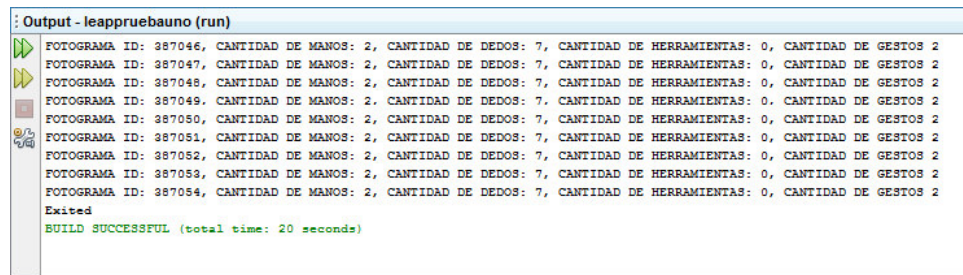
Continúa

```

datos.fingers().extended().count()+ ", CANTIDAD DE
HERRAMIENTAS: " + datos.tools().count() + ", CANTIDAD DE
GESTOS " + datos.gestures().count());
} //cierra el método onframe
} //cierra el listener
class Main {
public static void main(String[] args) {
Prueba listener = new Prueba(); //Permite hacer el llamado a los
eventos de Leap Motion Controller
Controller controller = new Controller(); //Permite la conexión con el
Leap Motion Controller
controller.addListener(listener); //hace que el listener reciba los
eventos del controlador
System.out.println("Press Enter to quit...");
// Mantiene corriendo el programa
try { System.in.read();
} // cierra el try
catch (IOException e){ e.printStackTrace();
} //cierra el catch
controller.removeListener(listener);
}
}

```

Con lo cual solo queda correr el programa para tener los primeros resultados de un ejemplo en la plataforma Java conectado a Leap Motion Controller, de esta manera un modelo básico es configurado, el mismo que se tomará de referencia para la posterior configuración de la aplicación que satisfaga las necesidades recopiladas en la Unidad Educativa La Salle de Conocoto.



```

Output - leappruebauno (run)
FOTOGRAMA ID: 387046, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
FOTOGRAMA ID: 387047, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
FOTOGRAMA ID: 387048, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
FOTOGRAMA ID: 387049, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
FOTOGRAMA ID: 387050, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
FOTOGRAMA ID: 387051, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
FOTOGRAMA ID: 387052, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
FOTOGRAMA ID: 387053, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
FOTOGRAMA ID: 387054, CANTIDAD DE MANOS: 2, CANTIDAD DE DEDOS: 7, CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: 0, CANTIDAD DE GESTOS 2
Exited
BUILD SUCCESSFUL (total time: 20 seconds)

```

Figura 29 Ejemplo de prueba corriendo en la plataforma Java

Adicionalmente a veces resulta necesario saber en qué proceso se encuentra el programa cuando se está usando el Leap Motion Controller, así como también la posición de los dedos, de la palma de la mano y de los huesos de los dedos por lo que se puede incorporar los siguientes métodos, y código adicional en el método `onFrame` es así que se puede añadir al código básico lo siguiente.

Código extra para identificar parámetros de las manos y dedos

```

//Imprime en consola cuando el dispositivo Leap Motion Controller ha
sido iniciado
public void onInit(Controller controller) {
    System.out.println("Inicializado");
}

//Imprime en consola cuando el dispositivo Leap Motion Controller ha
sido desconectado
public void onDisconnect(Controller controller) {
    System.out.println("Desconectado");
}

//Imprime en consola cuando el dispositivo Leap Motion Controller ha
sido salido de la aplicación
public void onExit(Controller controller) {
    System.out.println("Salio");
}

```

Continúa




```

}

public void onFrame(Controller controller) { //Se crea el metodo que
    acepta un objeto de la clase Controller
    Frame datos = controller.frame(); //Se crea un objeto de la clase Frame
    //En datos llegan todos los datos captados por Leap Motion Controller
    Hand mano = new Hand();           //Se crea un objeto de la clase Hand
    para detectar las manos

    //A continuación se imprime en consola el número y cantidad de:
    //los parámetros fotograma,manos, dedos, herramientas,gestos
    System.out.println("FOTOGRAMA ID: " + datos.id()
        + ", CANTIDAD DE MANOS: " + datos.hands().count()
        + ", CANTIDAD DE DEDOS: " +
        datos.fingers().extended().count()
        + ", CANTIDAD DE HERRAMIENTAS: " + datos.tools().count()
        + ", CANTIDAD DE GESTOS " + datos.gestures().count());
    //Para manos, me indica si es mano derecha o izquierda y la posicion
    de la palma
    for(Hand hand : datos.hands()) {
        String mano1 = hand.isLeft() ? "Mano izquierda" : "Right hand";
        System.out.println(" " + mano1 + ", id: " + hand.id()
            + ", Posición de la palma: " + hand.palmPosition());
        // Para dedos, me muestra largo ancho y la posición
        for (Finger finger : hand.fingers()) {
            System.out.println(" " + finger.type() + ", id: " + finger.id()
                + ", Largo dedo : " + finger.length()
                + ", Ancho dedo: " + finger.width()
                + ", Posición x:" + finger.stabilizedTipPosition().getX()
                + ", Posición y:" + finger.stabilizedTipPosition().getY()
                + ", Posición z:" + finger.stabilizedTipPosition().getZ());
        }
        //Muestra la posicion Y direcciónen coordenadas de las falanges
        //falanginas y falangetas
    }
}

```

Continúa 

```

for(Bone.Type boneType : Bone.Type.values()) {
    Bone bone = finger.bone(boneType);
    System.out.println("    " + bone.type()
+ " bone, start: " + bone.prevJoint()
+ ", end: " + bone.nextJoint()
+ ", direction: " + bone.direction());
}
}
}

// Para herramientas, me muestra el id la posición y herramientas
for(Tool tool : datos.tools()) {
    System.out.println("Id de herramienta: " + tool.id()
+ ", Posición herramienta: " + tool.tipPosition()
+ ", Dirección herramienta: " + tool.direction());
}
}

} //cierra el método onframe

```

De esta manera podremos obtener con este código, lo que se muestra en la figura 30, donde podremos conseguir datos como, si la mano es derecha o izquierda, la posición de la palma dada en coordenadas cartesianas y para cada dedo, es decir, pulgar, índice, medio, anular y meñique la posición inicial y final de cada hueso del dedo que son distal, intermedio, proximal, metacarpo y carpo, además de la dirección de cada uno de ellos.

```

: Output - leapruebauno (run)
Right hand, id: 52, Posición de la palma: (-0.301485, 187.841, -21.8591)
TYPE_THUMB, id: 520, Largo dedo: 46.330265, Ancho dedo: 18.001787, Posición x:-90.99802, Posición y:186.71211, Posición z:-1.5352725
TYPE_METACARPAL bone, start: (-7.37217, 176.531, 31.1103), end: (-7.37217, 176.531, 31.1103), direction: (0, 0, 0)
TYPE_PROXIMAL bone, start: (-46.3698, 182.297, 10.7355), end: (-46.3698, 182.297, 10.7355), direction: (0.878807, -0.129948, 0.459144)
TYPE_INTERMEDIATE bone, start: (-46.3698, 182.297, 10.7355), end: (-74.0191, 188.08, -0.280788), direction: (0.91221, -0.189148, 0.363452)
TYPE_DISTAL bone, start: (-74.0191, 188.08, -0.280788), end: (-93.4387, 198.47, -0.900517), direction: (0.933399, -0.357602, 0.0297896)
TYPE_INDEX, id: 521, Largo dedo: 52.278534, Ancho dedo: 17.195307, Posición x:-51.588055, Posición y:212.25594, Posición z:-102.6816
TYPE_METACARPAL bone, start: (1.70252, 198.414, 22.356), end: (-25.7955, 198.85, -36.7315), direction: (0.420453, -0.0835798, 0.903456)
TYPE_PROXIMAL bone, start: (-25.7955, 198.85, -36.7315), end: (-38.8678, 207.139, -71.6556), direction: (0.942264, -0.216081, 0.31442)
TYPE_INTERMEDIATE bone, start: (-38.8678, 207.139, -71.6556), end: (-46.4802, 210.766, -91.4175), direction: (0.354294, -0.168907, 0.919719)
TYPE_DISTAL bone, start: (-46.4802, 210.766, -91.4175), end: (-52.0045, 212.731, -105.429), direction: (0.363735, -0.129374, 0.922474)
TYPE_MIDDLE, id: 522, Largo dedo: 59.567196, Ancho dedo: 16.888077, Posición x:-20.547953, Posición y:203.9687, Posición z:-121.98274
TYPE_METACARPAL bone, start: (11.3662, 192.943, 17.2357), end: (-6.97564, 196.427, -41.9098), direction: (0.29573, -0.0561694, 0.953419)
TYPE_PROXIMAL bone, start: (-6.97564, 196.427, -41.9098), end: (-13.4381, 201.145, -84.0052), direction: (0.150819, -0.110112, 0.98241)
TYPE_INTERMEDIATE bone, start: (-13.4381, 201.145, -84.0052), end: (-17.8456, 202.439, -108.864), direction: (0.174351, -0.0512077, 0.983351)
TYPE_DISTAL bone, start: (-17.8456, 202.439, -108.864), end: (-21.0751, 202.477, -125.254), direction: (0.193318, -0.00224603, 0.981134)
TYPE_RING, id: 523, Largo dedo: 57.275448, Ancho dedo: 16.070076, Posición x:10.209102, Posición y:198.64706, Posición z:-119.455414
TYPE_METACARPAL bone, start: (21.061, 189.836, 13.2814), end: (12.5514, 191.04, -41.7369), direction: (0.152816, -0.0216126, 0.988018)
TYPE_PROXIMAL bone, start: (12.5514, 191.04, -41.7369), end: (12.6291, 198.48, -80.7529), direction: (-0.00195611, -0.187324, 0.982296)
TYPE_INTERMEDIATE bone, start: (12.6291, 198.48, -80.7529), end: (11.7676, 201.253, -105.208), direction: (0.0349833, -0.112585, 0.993026)
TYPE_DISTAL bone, start: (11.7676, 201.253, -105.208), end: (10.6631, 202.047, -121.761), direction: (0.0664929, -0.0477999, 0.996641)
TYPE_PINKY, id: 524, Largo dedo: 44.90289, Ancho dedo: 14.274697, Posición x:56.18745, Posición y:174.40565, Posición z:-95.9804
TYPE_METACARPAL bone, start: (29.6936, 180.756, 11.5188), end: (29.2117, 182.184, -40.0075), direction: (0.00740816, -0.027698, 0.999589)
TYPE_PROXIMAL bone, start: (29.2117, 182.184, -40.0075), end: (44.5988, 181.846, -67.4713), direction: (-0.486331, 0.0107392, 0.873708)
TYPE_INTERMEDIATE bone, start: (44.5988, 181.846, -67.4713), end: (52.3381, 180.411, -82.9749), direction: (-0.44511, 0.0825532, 0.891662)
TYPE_DISTAL bone, start: (52.3381, 180.411, -82.9749), end: (58.9705, 178.198, -96.7973), direction: (-0.406732, 0.14442, 0.90206)

Salio
BUILD SUCCESSFUL (total time: 4 seconds)

```

Figura 30 Resultado del mini programa de prueba extendido

Una vez corriendo nuestro ejemplo y sin errores nos enfocamos en el desarrollo de nuestra aplicación que satisfaga los requerimientos mencionados en el capítulo anterior que son la lateralidad, reconocimiento de números del 0 al 9 y operaciones aritméticas del nivel que son sumas y restas de un dígito, con este antecedente y una vez desarrollado el ejemplo para determinar el funcionamiento de Leap Motion bajo la plataforma java determinaremos el funcionamiento de nuestra aplicación en forma global.

Nuestra aplicación contará con un Menú que será nuestra interfaz de usuario principal en la cual se podrá seleccionar dos diferentes modos de uso de la aplicación. El primer modo será el “Modo Guiado”, este modo presenta una forma para que el docente pueda, como su nombre lo indica, guiar al estudiante a cumplir con los objetivos asignados en cada opción de la aplicación, cabe recalcar que este modo se usará también como una forma de entrenamiento para el uso de la aplicación y de interacción alumno-profesor, para ello al correr el programa deberá simplemente seleccionar cualquiera de las opciones que se presentan directamente (Lateralidad, Números o Sumas y Restas) y cumplir con los objetivos para cada fase.

El segundo modo es el denominado “Modo autónomo”, en este modo de uso el profesor podrá observar su avance sin tener que involucrarse con el

alumno mientras usa la aplicación, para poder ingresar en este modo el docente configurará previamente la cantidad de veces que el estudiante podrá realizar las diferentes opciones mostradas en el Menú principal, para ello presionará el botón “Configurar Programa”, donde se mostrará una interfaz en la que le solicitará ingresar la cantidad de repeticiones a las que el estudiante podrá acceder.



Figura 31 Interfaz para configurar el modo autónomo



Figura 32 Modo autónomo configurado

Al presionar el botón Aceptar el modo autónomo queda configurado y nos regresará al Menú principal y que ahora una vez que se seleccione cualquier opción nos direccionará a una interfaz en la que las instrucciones las recibirá mediante comandos de voz que son producidos por la aplicación, cabe recalcar que el número de veces que la voz indicará al estudiante que realice determinada acción dependerá de los valores que previamente se configuraron en el botón Configurar Programa.



Figura 33 Menú principal para el “Modo Guiado” y “Modo Autónomo”

Además para conseguir que el proyecto sea mucho ms amigable en su uso se desarrolló, inicialmente un mini programa de prueba el cual permite incorporar voz a nuestras aplicaciones. Esto permitirá que el estudiante tenga una interacción con el proyecto más real y tenga una guía para que pueda desarrollarse de una forma correcta mucho más cuando se encuentra reforzando sus conocimientos en el modo autónomo. La inclusión de la voz se lo realizará con archivos wav previamente grabados y se los reproducirá desde la aplicación.

Código salida de comandos de voz

```

package voces;
import java.io.File;
import javax.sound.sampled.AudioSystem;
import javax.sound.sampled.Clip;
public class Main {
public static void main(String[] args) throws LineUnavailableException,
InterruptedException, UnsupportedAudioFileException, IOException {
Clip sonido = AudioSystem.getClip();Creo un objeto de la clase CLip
//Creo un dato del tipo String
String[] voz ={"C:\\sonidosleap\\2numcero.wav"};
File a = new File(voz[0]);// Creo un objeto del tipo File
sonido.open(AudioSystem.getAudioInputStream(a));
sonido.start();// Reproduzco el sonido
//Imprimo un mensaje
System.out.println("Reproduciendo 10s. de sonido...");
//Le doy una pausa para que el archivo pueda reproducirse
Thread.sleep(5000); // 1000 milisegundos (10 segundos)
}
}

```

3.3. Desarrollo de aplicación de lateralidad y orientación espacial.

Con el fin de cumplir con una de las necesidades recogidas en la Unidad Educativa Particular La Salle de Conocoto se decidió crear la aplicación de lateralidad, puesto que al estar enfocada en estudiantes que se encuentran en sus primeros años académicos es esencial fortalecer la identificación del lado derecho y del lado izquierdo debido a que este recurso será usado no solo en su vida académica, sino también en su andar día a día, lo cual será de gran utilidad al lograr que el estudiante tenga una percepción clara de su orientación espacial y de su entorno. Es así que a continuación se muestra un esquema general para poder acceder a esta aplicación en modo guiado.



Figura 34 Esquema general para acceder a Lateralidad

Tabla 1
Arquitectura de la aplicación lateralidad modo guiado

PASO 1	PASO 2
FRAME MENÚ PRINCIPAL: <ul style="list-style-type: none">• Botón Lateralidad.• Botón Números.• Botón Sumas y restas.• Botón Salir	FRAME LATERALIDAD: <ul style="list-style-type: none">• Botón Mano Derecha.• Botón Mano Izquierda.• Botón Regresar.

Desde este punto el uso de Leap Motion Controller se hace presente debido a que el movimiento del mouse para poder seleccionar esta y el resto de opciones se lo debe realizar con el movimiento del dedo índice extendido sobre el campo visual de Leap Motion Controller el cual al estar sobre el botón de Lateralidad lo seleccionará, haciendo que acceda a la interfaz correspondiente.

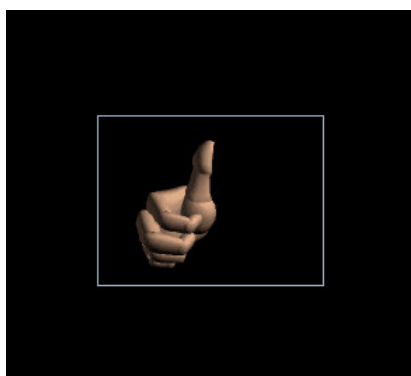


Figura 35 Botón de Lateralidad.

Como lo habíamos anticipado nuestro programa contará con un Menú, el cual mantendrá tres opciones de aplicaciones, uno de ellos es el que explicaremos en esta sección que es el botón u opción de Lateralidad colocado en la sección izquierda de nuestra interfaz principal, como se puede ver en la figura 31, realizando el movimiento con el dedo índice sobre el Leap Motion Controller y una vez nos colocamos sobre el botón de lateralidad mostrará la interfaz de la aplicación lateralidad en modo guiado. Este modo me presentará una interfaz con tres botones los cuales serán seleccionados por el profesor con el mouse tradicional según lo crea conveniente y seguirán el siguiente flujo.

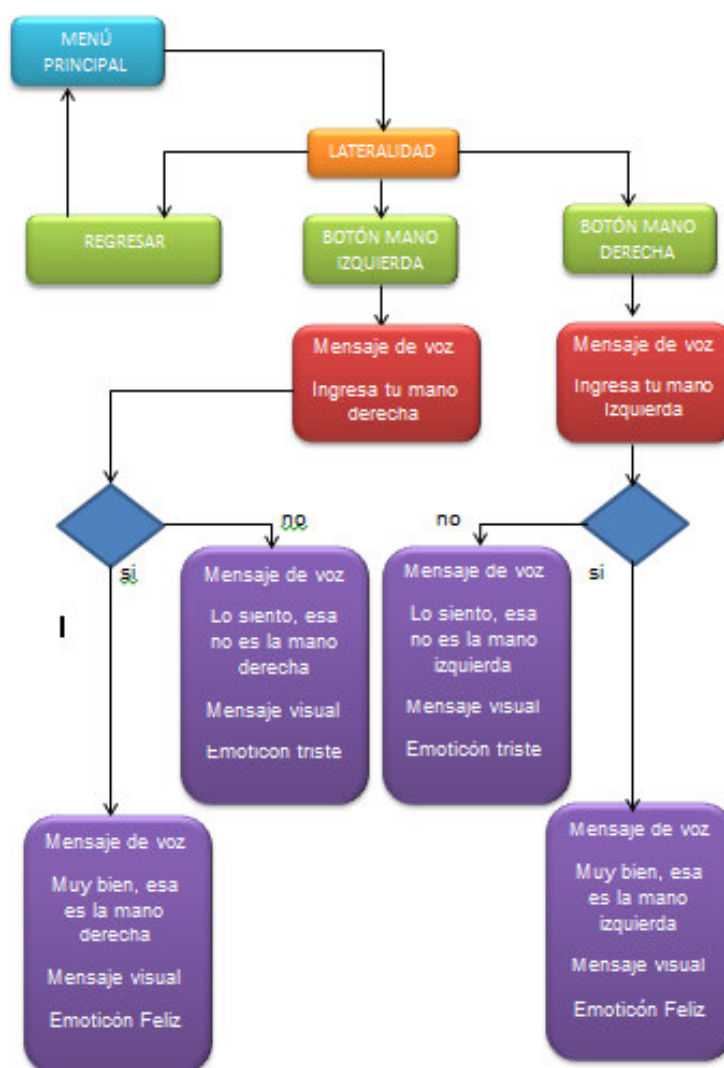


Figura 36 Diagrama de flujo de la aplicación lateralidad en modo guiado.

Este proceso se podrá repetir indefinidamente según lo crea pertinente el docente, como se había explicado este modo guiado servirá para que el alumno se familiarice con el uso de la aplicación y mantenga una relación docente-estudiante realizando el refuerzo del aprendizaje de la lateralidad mediante el ingreso de órdenes gestuales con el dispositivo Leap Motion Controller.



Figura 37 Interfaz gráfica del modo guiado.

A continuación explicaremos el funcionamiento del modo autónomo, este modo es mucho más sencillo por el mismo hecho que es para el uso del estudiante y no tendrá ninguna indicación de su profesor, sino que las instrucciones serán dadas por la aplicación, en este modo es necesario que el docente previamente configure los parámetros en el botón “Configurar Programa”, que indicarán cuantas veces desea que el estudiante pruebe sus habilidades de lateralidad ya sea para identificar la mano derecha o la mano izquierda.

Tabla 2

Arquitectura de la aplicación lateralidad modo autónomo

PASO 1	PASO 2	PASO 3
CONFI. PROG <ul style="list-style-type: none"> • Mano derecha • Mano izquierda • Repetir números • Sumas • Restas 	MENÚ <p>PRINCIPAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Botón Lateralidad. • Botón Números. • Botón Sumas y restas. • Botón Salir 	LATERALIDAD_1: <ul style="list-style-type: none"> • Instrucciones guiadas mediante órdenes de voz.

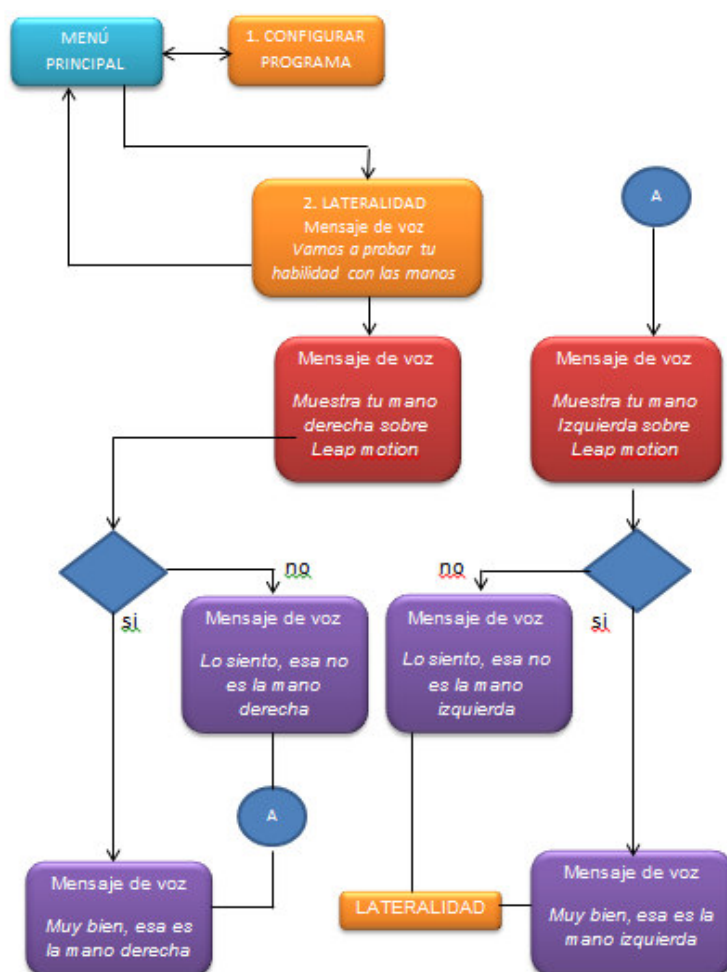


Figura 38 Diagrama de flujo de la aplicación lateralidad modo autónomo.



Figura 39 Configuración de repeticiones para los diferentes lados.

Dependiendo de la cantidad de veces que fue previamente configurada esta opción por el docente, la aplicación solicitará que ingrese la mano derecha o la mano izquierda, las cuales deberán ser cumplidas una vez culmine la orden de voz hasta que la aplicación le indique si lo que se le

solicitó fue o no realizado correctamente . Este proceso se repetirá hasta que se llegue al número de veces que el docente configuró previamente. Una vez, el número de repeticiones sea igual a lo que se programó con anterioridad la aplicación volverá a mostrar el “Menú principal” y finalizará este proceso.

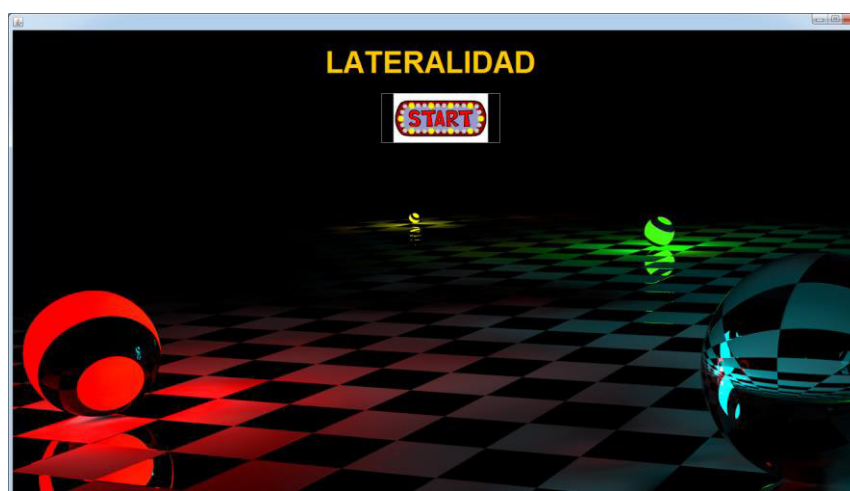


Figura 40 Interfaz de la aplicación lateralidad en modo autónomo.

Para poder realizar el desarrollo de esta aplicación tanto en modo guiado como autónomo se ha programado el código modular que permite el funcionamiento de la aplicación de lateralidad el cual después de la investigación y pruebas respectivas se lo ha utilizado en la aplicación lateralidad en modo guiado y lateralidad en modo autónomo, el cual es presentado a continuación.

Código modular para la aplicación lateralidad mano derecha con mensaje de voz

```

//Se crea un objeto para el llamado a las voces generadas
Voces Lvoces= new Voces();

//Crea un objeto para la conexión con Leap Motion Controller
Controller con = new Controller();

//Genera un pausa para que la orden pueda ser leída
try{Thread.sleep(3000);} catch(Exception ex){ex.printStackTrace();}

//Se crea frame para leer los fotogramas en el tiempo deseado
Frame frame = con.frame();

//Se crea un hand donde se almacenarán los frame respectivos de las
manos detectadas
for(Hand hand : frame.hands()) {
//Se crea un condicional que indicará si la mano detectada es derecha
o no
if(hand.isRight()){
//Se imprime la mano detectada utilizando el condicional
System.out.println("mano derecha");
//Se hace el llamado a la voz respectiva para condicional correcto.
Lvoces.voz(15);
}
//Se programa el condicional para caso contrario
else{
//Se imprime la mano detectada utilizando el condicional
System.out.println("mano izquierda");
//Se hace el llamado a la voz respectiva para condicional incorrecto.
Lvoces.voz(13);
}
}
}

```

Código modular para la aplicación lateralidad mano izquierda con mensaje de voz

```

//Se crea un objeto para el llamado a las voces generadas
Voces Lvoces= new Voces();
//Crea un objeto para la conexión con Leap Motion Controller
Controller con = new Controller();
//Genera un pausa para que la orden pueda ser leída
try{Thread.sleep(3000);} catch(Exception ex){ex.printStackTrace();}
//Se crea frame para leer los fotogramas en el tiempo deseado
Frame frame = con.frame();
//Se crea un hand donde se almacenarán los frame respectivos de las
manos detectadas
for(Hand hand : frame.hands()) {
//Se crea un condicional que indicará si la mano detectada es derecha
o no
if(hand.isLeft()){
//Se imprime la mano detectada utilizando el condicional
System.out.println("mano izquierda");
//Se hace el llamado a la voz respectiva para condicional correcto.
Lvoces.voz(15);
}
//Se programa el condicional para caso contrario
else{
//Se imprime la mano detectada utilizando el condicional
System.out.println("mano derecha");
//Se hace el llamado a la voz respectiva para condicional incorrecto.
Lvoces.voz(13);
}
}
}

```

3.4. Desarrollo de aplicación para identificación de números presentados mediante el ingreso gestual.

La finalidad para el desarrollo de la identificación de números mediante el ingreso gestual nace de la necesidad de incorporar una aplicación de refuerzo para los conocimientos adquiridos en el aula, pero con la incorporación de dispositivos electrónicos para mantenerse en la vanguardia del avance tecnológico y permitiendo así, tener un método innovador que consiga obtener un mayor interés de los estudiantes del primer grado de educación básica de la Unidad Educativa Particular La Salle de Conocoto ya que al encontrarse en los primeros años de su carrera académica es necesario tener este tipo de iniciativas para despertar en el estudiante un mayor interés a los conocimientos impartidos por los docentes.

Adicionalmente con el desarrollo de esta aplicación, permitirá que el estudiante tenga una mayor habilidad al momento de encontrarse en situaciones que involucren estos elementos como son las sumas y restas, situaciones que no solo las usarán en la vida académica sino también lo utilizarán en la vida cotidiana.

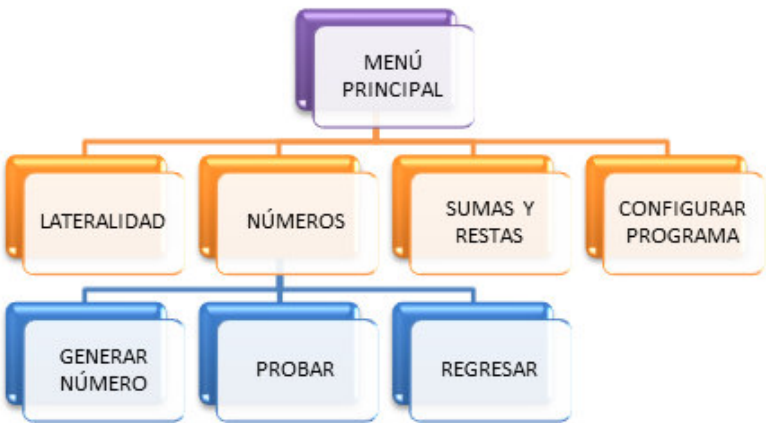


Figura 41 Esquema general para acceder a la aplicación números.

Tabla 3
Arquitectura de la aplicación números en modo guiado

PASO 1	PASO 2
FRAME MENÚ PRINCIPAL: <ul style="list-style-type: none">• Botón Lateralidad.• Botón Números.• Botón Sumas y restas.• Botón Salir	FRAME NÚMEROS: <ul style="list-style-type: none">• Título• Botón Generar Número• Botón Probar• Botón Regresar• Campo de Texto

Esta aplicación al igual que la aplicación de lateralidad mantendrá dos modos los cuales son el “Modo Guiado” y el “Modo Autónomo”. Empezaremos explicando el funcionamiento del modo guiado, el cual para poder acceder simplemente el estudiante una vez corra la aplicación deberá trasladarse con su dedo índice de cualquier mano hasta colocarse sobre el botón de “Números” que se muestra a continuación.



Figura 42 Botón que activa la aplicación Números

Una vez nos encontremos dentro de la aplicación podremos proceder con el uso de esta, debemos recordar que este proyecto será manejado como una herramienta de refuerzo de los temas a los cuales está enfocado, por lo

que, para un mejor entendimiento se ha seguido el siguiente flujo que se muestra a continuación.

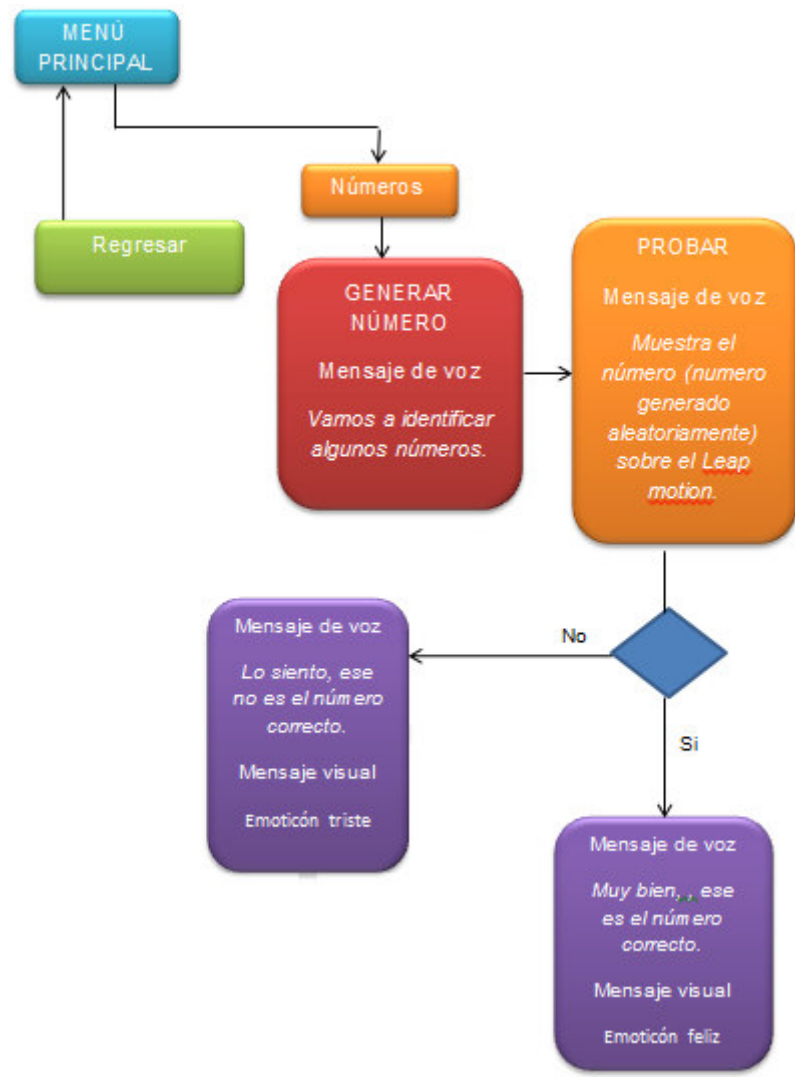


Figura 43 Diagrama de flujo de la aplicación números modo guiado.

Una vez es activada la aplicación de números en modo guiado obtendremos una interfaz similar a la que se presenta a continuación, esta interfaz contendrá tres botones, un título, un campo de texto y en el centro una sección que mostrará el número que va a ser evaluado, en este modo como su nombre lo indica será guiado por el docente.

Las instrucciones en esta aplicación serán emitidas por mensajes de voz desde el mismo programa pero la activación de ellas las realizará el profesor una vez presione cada uno de los botones correspondientes



Figura 44 Interfaz de la aplicación números en modo guiado.



Figura 45 Interfaz de la aplicación números con una cifra lista para practicar.

La detección del número a ser analizado se la realizará en el botón “Probar” en el cual el alumno deberá colocar su mano o sus manos dentro del campo de visión de Leap Motion Controller con la misma cantidad de dedos extendidos que el número que se muestra en el centro de la interfaz, esta cantidad que es leída por el Leap Motion Controller es colocada en el campo de texto que se encuentra en la parte céntrica inferior lo cual ayudará al docente y al estudiante a verificar si el número que se imprimió es en realidad el número que deseaba representar con sus dedos.



Figura 46 Interfaz de la aplicación números en modo guiado con el dígito uno leído por Leap Motion Controller

Una vez realizado este procedimiento la aplicación se encargará de determinar si la cantidad de dedos extendidos dentro del campo visual de Leap Motion Controller es igual al número que se generó y mostró en la interfaz. En caso que la cantidad de dedos extendidos sea igual que el número que se muestra emitirá dos tipos de mensajes, el primer mensaje será un mensaje de voz indicando que la orden fue o no cumplida y el segundo mensaje será un mensaje visual el cual podrá contener dos tipos de indicativos que será un emoticón feliz si la orden fue cumplida a cabalidad o un emoticón triste en caso que la orden solicitada no hay sido correctamente realizada,

Al igual que la aplicación de lateralidad esta aplicación de identificación de números puede ser realizada de forma indefinida según lo crea conveniente el docente, para lo cual para dar por finalizada esta práctica simplemente el docente deberá presionar el botón de regresar al menú principal, lo cual lo llevará a la interfaz principal del Menú para poder seleccionar cualquier otra opción como lo crea conveniente.

Para la activación de la aplicación de números en modo autónomo el docente deberá previamente configurar el número de repeticiones que desea que el estudiante pueda practicar, esto lo realizará mediante el botón “Configurar Programa”. Este modo de la aplicación de números es mucha

más sencilla puesto que no cuenta con ningún botón y simplemente al igual que la aplicación de lateralidad autónoma es activada mediante el ingreso de la mano o manos dentro del campo visual de Leap Motion Controller.

Tabla 4
Arquitectura de la aplicación “Números” en modo autónomo

PASO 1	PASO 2	PASO 3
FRAME CONFIGURAR PROGRAMA <ul style="list-style-type: none">• Mano derecha• Mano izquierda• Repetir números• Sumas• Restas	FRAME MENÚ PRINCIPAL: <ul style="list-style-type: none">• Botón Lateralidad.• Botón Números.• Botón Sumas y restas.• Botón Salir	FRAME Numeros_1: <ul style="list-style-type: none">• Instrucciones guiadas mediante órdenes de voz.

La aplicación de identificación de números en modo autónomo es mucho más sencilla en su forma de uso por el mismo hecho que será utilizada únicamente por el estudiante previo a la configuración de repeticiones que el docente crea conveniente, es así que para tener una idea del flujo que seguirá esta aplicación en modo autónomo se deberá tener en cuenta el siguiente diagrama.

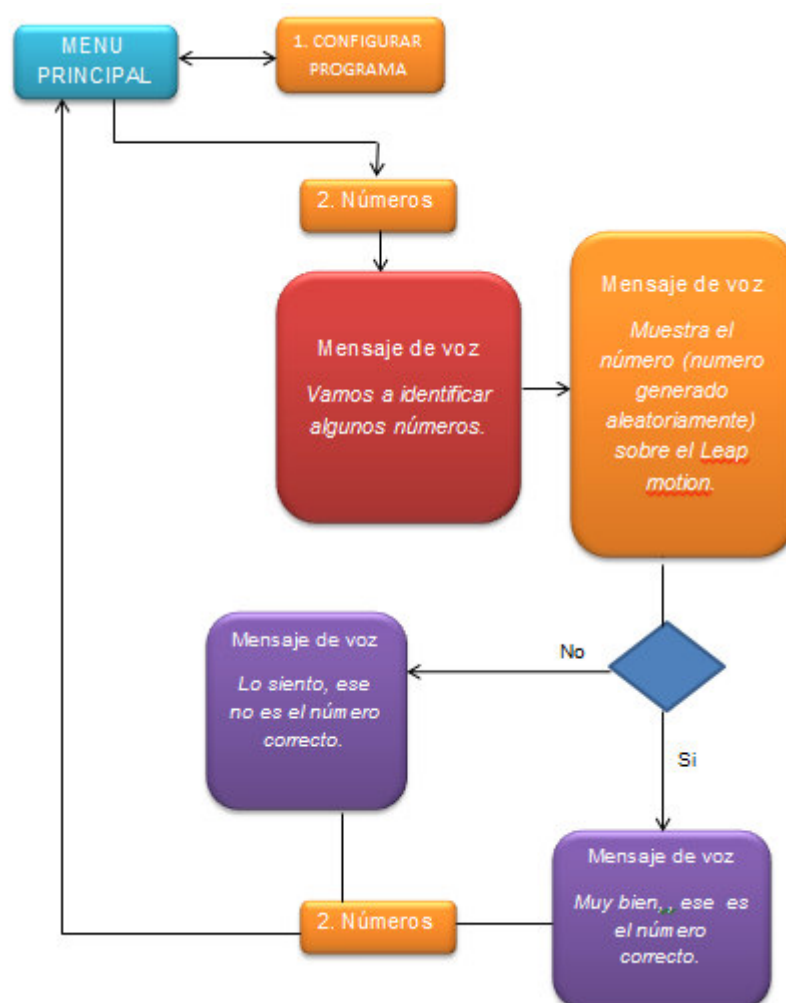


Figura 47 Diagrama de flujo de la aplicación números modo autónomo.

Este proceso de aplicación de reconocimiento de números mediante el ingreso gestual finalizará una vez se haya cumplido la cantidad de repeticiones que en un inicio configuró el docente, dando por terminada esta aplicación y regresando a la interfaz del menú principal donde el estudiante que se encuentra reforzando sus conocimientos pueda seleccionar cualquier otra opción que desee, esto es posible gracias al siguiente código que refleja en esencia lo necesario para poder aplicar esta opción con el dispositivo Leap Motion Controller tanto en modo guiado como en modo autónomo.



Figura 48 Interfaz de la aplicación “Números” en modo autónomo

Código medular para la aplicación identificación de números

```
//Se crea un objeto para el llamado a las voces generadas
Voces bienomal= new Voces();

//Crea un objeto para la conexión con Leap Motion Controller
Controller con= new Controller();

//Genera un pausa para que la orden pueda ser leída
try{Thread.sleep(3000);}catch(Exception ex){ex.printStackTrace();}

//Se crea frame para leer los fotogramas en el tiempo deseado
Frame frame = con.frame();

//Imprimo el número detectado en pantalla
txtNumerogenerado.setText("" + frame.fingers().extended().count());

//Creo un condicional para responder si la respuesta es correcta o
incorrecta
if(frame.fingers().extended().count()==numgenerado){
    bienomal.voz(27); //Llamo al mensaje de voz
    //LLamo al mensaje visual
    Icon feliz = new ImageIcon(getClass().getResource("feliz.png"));
}
else{
    bienomal.voz(26); //Llamo al mensaje de voz
```

Continúa ➡

```
//LLamo al mensaje visual  
Icon triste = new ImageIcon(getClass().getResource("triste.png"));  
}
```

3.5. Desarrollo de operaciones aritméticas del nivel.

Una de las más importantes aplicaciones desarrolladas pero que se complementa en forma directa con la aplicación de identificación de números es la aplicación de operaciones aritméticas del primer grado de educación básica que consta de sumas y restas de un dígito. El objetivo principal de este tema, es apoyar al estudiante en el desarrollo de los conocimientos adquiridos en el área de las matemáticas mediante el uso de esta aplicación, permitiendo que el alumno obtenga una opción adicional para reforzar y practicar estas operaciones debido a que algunos métodos tradicionales en cierta forma han perdido atracción al ser utilizados por varios años.

El desarrollo de la aplicación de operaciones aritméticas se divide en dos grandes y muy importantes partes puesto que se ha desarrollado la aplicación de la suma y de la resta, cada una de ellas como el resto de aplicaciones cuenta con su modo guiado y su modo autónomo, por lo que se ha dividido en cuatro secciones que serán presentadas y explicadas a continuación.

Aplicación de la suma en modo guiado.

El esquema para reforzar el tema de sumas en modo guiado es similar al que se ha presentado en las aplicaciones que anteriormente han sido detalladas dentro de este proyecto, por lo que de igual forma se vuelve necesario mantener una visualización general del esquema que mantendremos para el correcto acceso a este modo.

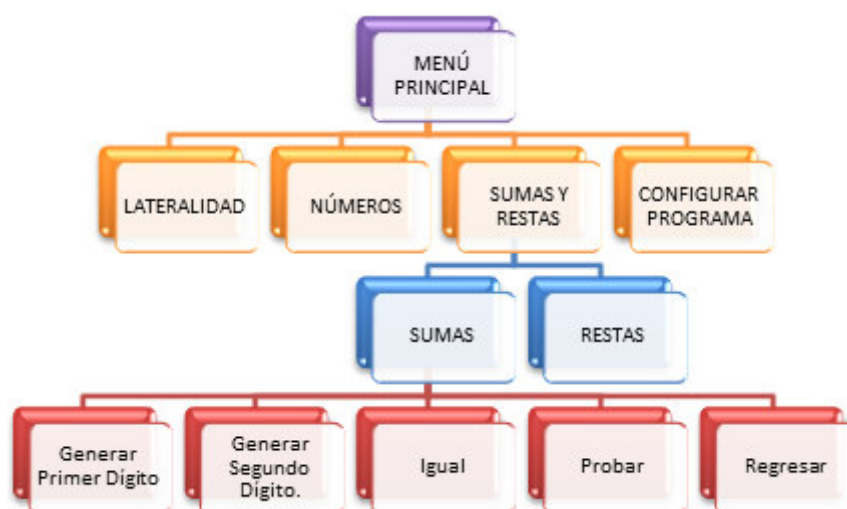


Figura 49 Esquema general para acceder a la aplicación “suma” en modo guiado.

Tabla 5

Arquitectura de la aplicación suma en modo guiado

PASO 1	PASO 2	PASO 3
FRAME MENÚ PRINCIPAL: <ul style="list-style-type: none"> • Botón Lateralidad. • Botón Números. • Botón Sumas y restas. • Botón Salir 	FRAME OPERACIONES ARITMÉTICAS <ul style="list-style-type: none"> • Sumas • Restas 	FRAME SUMAS <ul style="list-style-type: none"> • Botón Primer dígito. • Botón Segundo dígito. • Botón Igual • Botón Probar • Botón Regresar

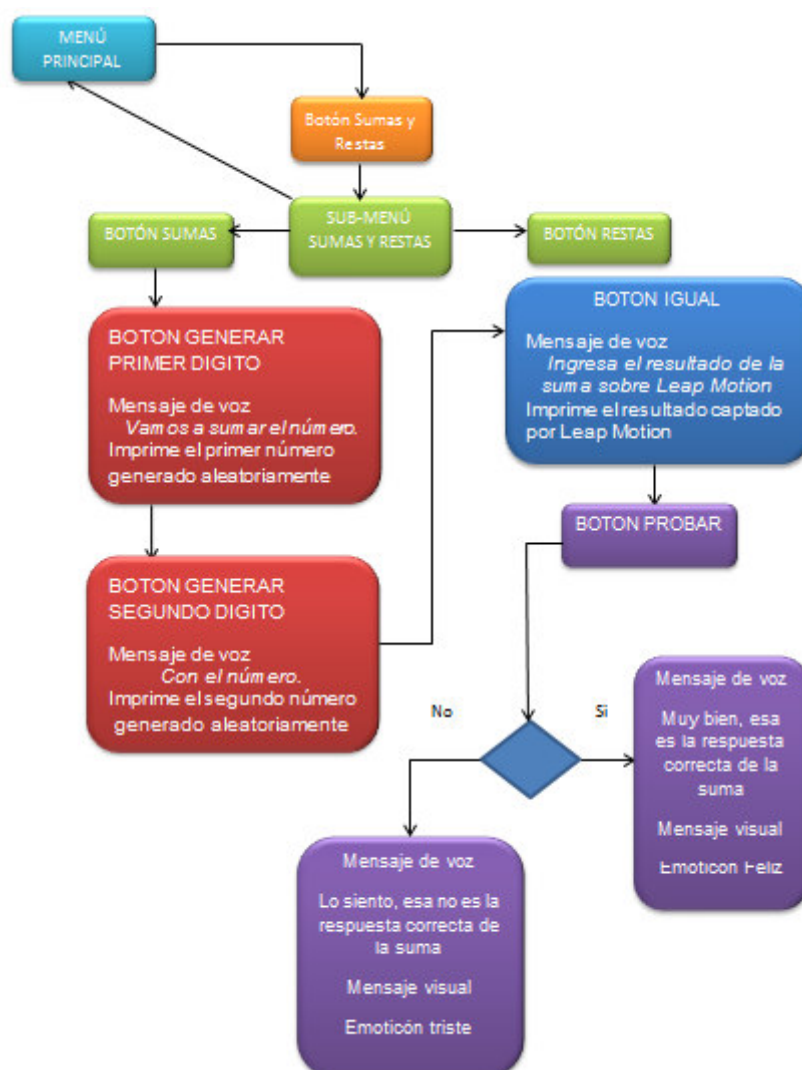


Figura 50 Diagrama de flujo de la aplicación suma modo guiado.

Inicialmente para poder acceder a esta aplicación con este tipo de modo el docente deberá seleccionar mediante el mouse el botón de “Sumas y Restas” directamente sin ninguna configuración previa o de igual manera este botón podrá ser seleccionado por el estudiante mediante el movimiento del dedo índice de cualquiera de sus manos y una vez que haya trasladado el cursor sobre el botón “Sumas y Restas” con el movimiento de su dedo índice sobre el Leap Motion Controller, ingresará a un submenú donde se podrá seleccionar si se desea ingresar a la aplicación de las sumas o a la aplicación de las restas.



Figura 51 Botón de la aplicación “sumas y restas”



Figura 52 Interfaz del submenú sumas y restas.

Este submenú contará con tres botones, el botón suma, el botón resta y finalmente el botón Regresar al menú principal. En este punto el docente deberá seleccionar mediante el mouse el botón de suma para que la aplicación en el modo guiado sea activada, la cual mostrará una interfaz en la que podrá empezar a exponer sus conocimientos con respecto a las sumas de un dígito.

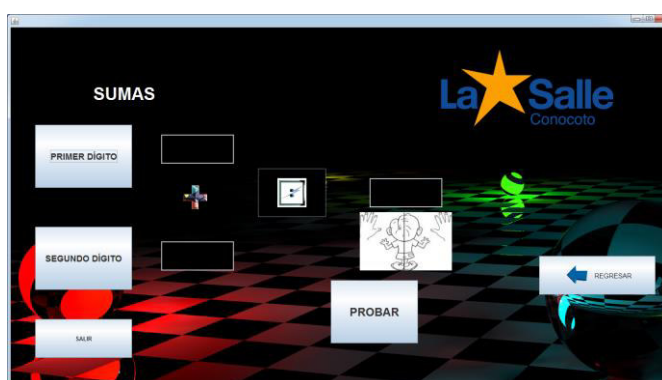


Figura 53 Interfaz de la aplicación “suma” en modo guiado.

En esta interfaz de la aplicación sumas en modo guiado el docente deberá generar los números que van a ser sumados presionando los botones respectivos para cada dígito, así mismo lo deberá realizar para el ingreso de la respuesta al presionar el botón igual. El estudiante deberá seguir los mensajes de voz emitido por la aplicación hasta completar el proceso el cual, dependiendo si las respuestas fueron bien ejecutadas o no emitirá un mensaje de voz y un mensaje visual indicando si la respuesta es correcta o incorrecta dependiendo del caso.



Figura 54 Aplicación suma en modo guiado con los componentes ingresados



Figura 55 Mensaje visual cuando la respuesta es correcta

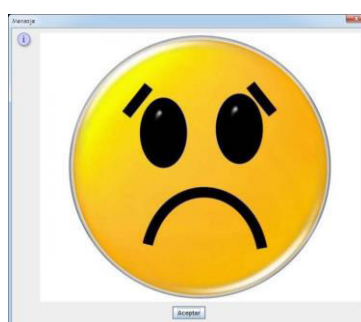


Figura 56 Mensaje visual cuando la respuesta es incorrecta

Adicionalmente el docente podrá si fuera el caso y así lo desea solicitar al estudiante cambiar la respuesta antes de proceder a probar si el resultado es o no correcto, esto lo logrará realizar siempre y cuando presione el botón del signo igual una vez más. Si el docente cree conveniente que este proceso debe finalizar deberá presionar en el botón “Regresar”, lo cual le llevará al submenú previo a esta interfaz donde podrá seleccionar nuevamente la aplicación suma o la aplicación resta según lo desee y de ser el caso regresar al menú principal.

Aplicación de la resta en modo guiado.

Para la aplicación de restas en este modo simplemente daremos una explicación rápida debido a que el proceso de ejecución es de la misma forma que la aplicación de suma en modo guiado con la única diferencia que el estudiante ingresará la respuesta de la resta de los dígitos generados por el docente, este ingreso lo realizará en forma gestual con sus dedos extendidos sobre el Leap motion Controller.

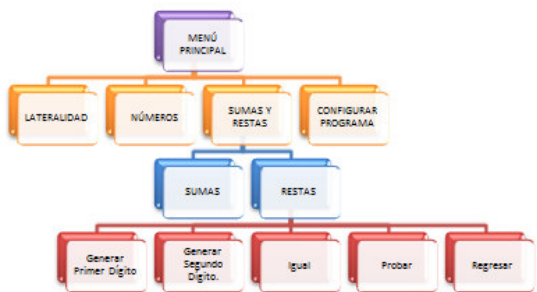


Figura 57 Esquema general para acceder a la aplicación de “resta” en modo guiado.

Tabla 6

Arquitectura de la aplicación restas modo guiado

PASO 1	PASO 2	PASO 3
FRAME MENÚ PRINCIPAL: <ul style="list-style-type: none">• Botón Lateralidad.• Botón Números.• Botón Sumas y restas.• Botón Salir	FRAME OPERACIONES ARITMÉTICAS <ul style="list-style-type: none">• Sumas• Restas	FRAME SUMAS <ul style="list-style-type: none">• Botón Primer dígito.• Botón Segundo dígito.• Botón Igual• Botón Probar• Botón Regresar



Figura 58 Diagrama de flujo de la aplicación resta en modo guiado.

Para poder acceder a la aplicación de resta en modo guiado inicialmente el docente deberá presionar en el menú principal el botón de “Sumas y Restas” o el estudiante deberá mover a su vez el cursor con el desplazamiento de su dedo índice colocado sobre el campo visual de Leap Motion Controller hasta colocarse sobre el botón correspondiente lo cual le llevará al submenú de sumas y restas (ver figura 49 y 50). En esta interfaz el docente deberá seleccionar la opción restas y es así que a continuación presentaremos la interfaz gráfica de la resta en modo guiado.



Figura 59 Interfaz gráfica de la aplicación resta en modo guiado

Una vez en este punto el funcionamiento de la aplicación restas en modo guiado es similar al de suma en modo guiado puesto que cuenta dentro de la interfaz gráfica con los mismos componentes exceptuando el signo obviamente. En esta interfaz de la aplicación restas en modo guiado el docente deberá generar los números que van a ser sumados presionando los botones respectivos para cada dígito, así mismo lo deberá realizar para el ingreso de la respuesta al presionar el botón igual. El estudiante deberá seguir los mensajes de voz emitido por la aplicación hasta completar el proceso el cual, dependiendo si las respuestas fueron bien ejecutadas o no, emitirá un mensaje de voz y un mensaje visual indicando si la respuesta es correcta o incorrecta dependiendo del caso.

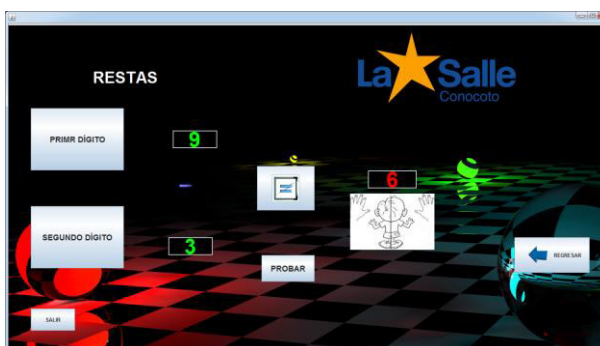


Figura 60 Aplicación resta en modo guiado con los componentes ingresados


Finalmente al igual que en el caso de la aplicación suma este proceso podrá ser indefinido hasta que el docente así lo crea conveniente. Si se desea volver a seleccionar otra opción ya sea sumas u otra aplicación se deberá presionar en el botón regresar, lo cual nos volverá al submenú de sumas y restas donde se podrá volver a seleccionar cualquiera de estas opciones o de ser el caso desde este submenú podremos volver al menú principal.

Aplicación de la suma y resta en modo autónomo.

Esta aplicación tanto para la suma como la resta serán similares con la única diferencia que la una analizará si el resultado ingresado corresponde a la suma y la otra analizará si el resultado ingresado corresponde al resultado de la resta pero la estructura del funcionamiento será similar. Empezaremos indicando que al tratarse de un modo autónomo esta interfaz no contará con ningún botón debido a que simplemente las instrucciones las proporcionará la aplicación mediante mensajes u órdenes de voz.

Tabla 7

Arquitectura de la aplicación suma modo autónomo

PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4
FRAME CONFIGURAR PROGRAMA <ul style="list-style-type: none">• Mano derecha• Mano izquierd a Continua 	FRAME MENÚ PRINCIPAL: <ul style="list-style-type: none">• Botón Lateralidad.• Botón Números.• Botón Sumas y	FRAME OPERACIONES ARITMÉTICAS <ul style="list-style-type: none">• Sumas• Restas	FRAME Suma_1: <ul style="list-style-type: none">• Instruccion es guiadas mediante órdenes de voz.

- Rep. restas.
- Botón
- Sumas Salir
- Restas



Figura 61 Diagrama de flujo de la aplicación suma en modo autónomo.

Tabla 8
Arquitectura de la aplicación resta en modo autónomo

PASO 1	PASO 2	PASO 3	PASO 4
FRAME CONFIGURACION PROGRAMA	FRAME MENÚ PRINCIPAL:	FRAME OPERACIONES ARITMÉTICAS	FRAME Suma_1:
<ul style="list-style-type: none">• Mano derecha• Mano izquierda• Repetir números• Sumas• Restas	<ul style="list-style-type: none">• Botón Lateralidad.• Botón Números.• Botón Sumas y restas.• Botón Salir	<ul style="list-style-type: none">• Sumas• Restas	<ul style="list-style-type: none">• Instrucciones guiadas mediante órdenes de voz.

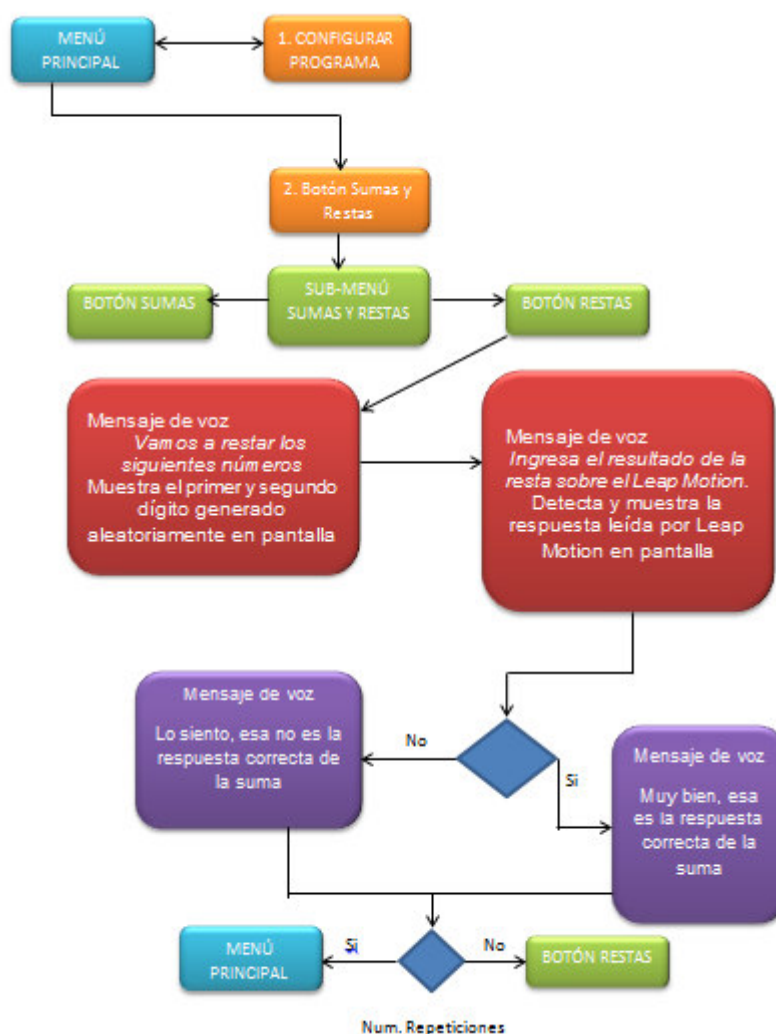


Figura 62 Diagrama de flujo de la aplicación resta en modo autónomo.

Para poder acceder tanto a la aplicación de la suma como de la resta en modo autónomo el docente deberá previamente configurar este modo ingresando a la interfaz del botón “Configurar Programa”. Una vez se encuentre configurado la cantidad de repeticiones de suma y resta el estudiante deberá primeramente trasladar el cursor con su dedo índice extendido sobre el campo visual de Leap Motion Controller hasta colocarse sobre el botón “Sumas y Restas” lo cual le llevará al submenú de igual manera que en el modo guiado.

Este submenú mostrará dos botones uno que llevará al estudiante a la aplicación suma y otro a la aplicación resta ambos en modo autónomo, para ello el estudiante de igual manera deberá seleccionar cualquiera de estas opciones trasladando el cursor hasta sobre el botón que desee seleccionar, este traslado del cursor de igual manera la realizará moviendo su dedo índice extendido sobre el campo visual de Leap Motion Controller.

Una vez seleccionada la opción de suma o resta la aplicación mostrará una interfaz libre de botones, se emitirá un mensaje de voz indicando que la aplicación a empezado y mostrando los números a sumarse o restarse dependiendo de la opción seleccionada. Una vez se tiene los números para realizar la operación respectiva el estudiante deberá volver a ingresar sus dos manos donde la aplicación emitirá una orden de voz solicitando el ingreso de la respuesta de la suma o resta según corresponda, la cual se imprimirá una vez leída por el Leap Motion Controller en la pantalla.

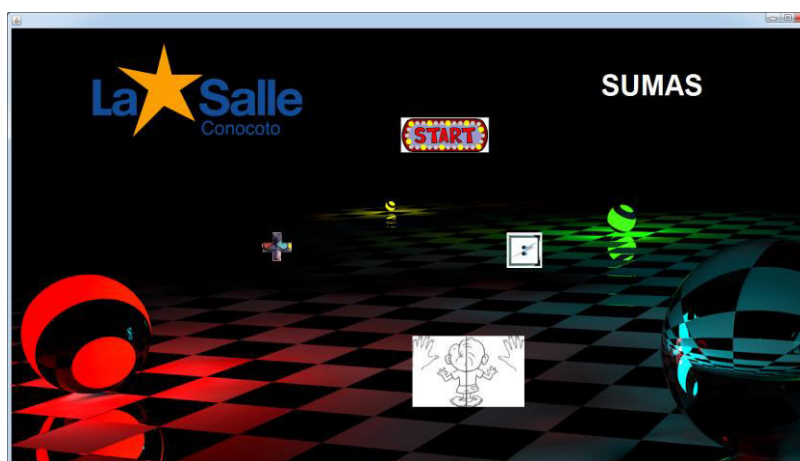


Figura 63 Interfaz de la aplicación “sumas” en modo autónomo

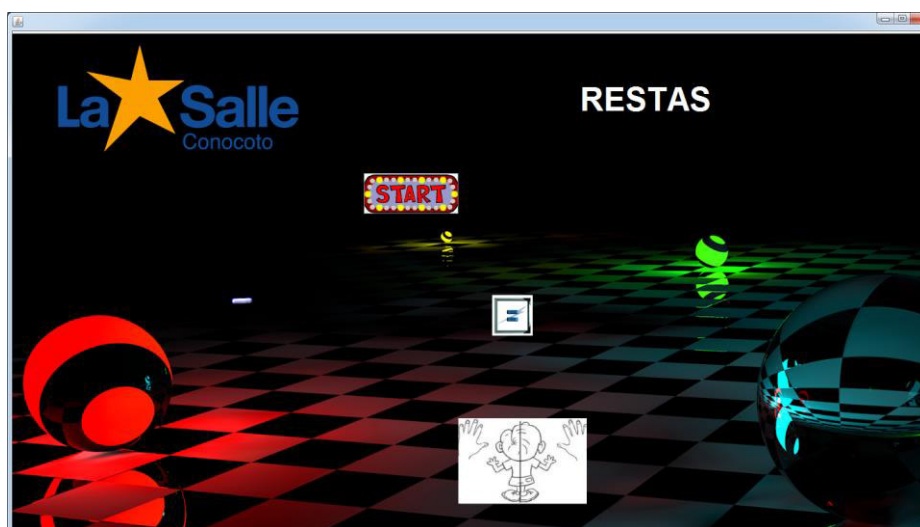


Figura 64 Interfaz de la aplicación “restas” en modo autónomo

Finalmente la aplicación emitirá un nuevo mensaje de voz indicando si la respuesta corresponde o no a la suma o resta dependiendo de la aplicación que fue seleccionada. Los mensajes de voz para estas aplicaciones serán similares a los emitidos en el modo guiado para cada aplicación, es así que para la aplicación de la suma y resta los mensajes de voz y ordenes de voz serán los que se muestra en los esquemas anteriormente ilustrados para la suma y resta respectivamente.

Este proceso se repetirá hasta que se cumpla el número de repeticiones que el docente configuró previamente en el botón “Configurar Programa”, esto permitirá al estudiante practicar de una forma fácil las operaciones aritméticas de su nivel. Una vez el número de repeticiones sea igual al que configuró el docente la aplicación finalizará y volverá al menú principal donde se podrá seleccionar otra opción. El código medular para la aplicación tanto de sumas y restas en modo guiado y autónomo será similar al obtenido en la aplicación de identificación de números debido a que estas operaciones leen el resultado ingresado gestualmente sobre el dispositivo Leap Motion Controller.

Código modular para la aplicación “sumas y restas” en modo guiado y autónomo.

```
//Crea un objeto para la conexión con Leap Motion Controller
Controller objcon= new Controller();

//Genera un pausa para que la orden pueda ser leída
try{Thread.sleep(3000);}catch(Exception ex){ex.printStackTrace();}

//Se crea frame para leer los fotogramas en el tiempo deseado
Frame frame = objcon.frame();
}

//Se guarda en una variable el valor del resultado leído por Leap
Motion
sresultadonum= frame.fingers().extended().count();
```

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis y evaluación de programas de prueba.

Esta sección de análisis y evaluación es una de las más importantes, debido a que con este estudio podremos determinar posibles puntos de falla los cuales podrán ser corregidos a tiempo para que los estudiantes que utilicen esta aplicación puedan reforzar sus conocimientos al máximo, sacar el mayor provecho y éxito posible. Adicionalmente al estar enfocado a los estudiantes de primer grado de educación básica es necesario realizar el programa lo más manejable e intuitivo posible para que el uso y funcionamiento sea exitoso.

Las pruebas fueron realizadas en el salón de eventos de la Unidad Educativa Particular La Salle de Conocoto dentro del horario curricular normal, en un inicio por ser un dispositivo relativamente nuevo en el medio se utilizó el visualizador propio de Leap Motion Controller permitiendo a los estudiantes familiarizarse con el ingreso de órdenes gestuales al dispositivo.

Posteriormente una vez desarrollado el proyecto se realizó pruebas con los estudiantes del nivel, en donde se consiguió cumplir con las expectativas que se tuvieron los docentes y estudiantes en un inicio, dejando así un proyecto donde los estudiantes del primer grado de educación básica podrán reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas.

4.1.1. Análisis de aplicación de detección de mano (lateralidad y orientación espacial).

Al realizar las primeras pruebas se determinó inicialmente si las manos y dedos de los estudiantes de primer grado de educación básica son

detectadas o no por el Leap Motion Controller debido al tamaño de ellas, para lo cual se desarrolló un ejemplo de prueba sencillo en el cual simplemente imprimé el número de fotograma detectado, el número de dedos y manos detectados así como también el número de herramientas detectadas y finalmente el número de gestos realizados sobre el Leap Motion Controller.

Con esta prueba se determinó que, sin importar el tamaño de la mano sea masculino o femenino esta será detectada. Adicionalmente se realizó una familiarización del estudiante con el dispositivo Leap Motion Controller el cual permitió desarrollar la orientación espacial, esto fue determinante para todo el proyecto debido a que esta característica se involucra en todas las aplicaciones desarrolladas.

4.1.2. Análisis de aplicación para identificación de números presentados mediante el ingreso gestual.

Una vez sabiendo que el tamaño de las manos y dedos de los estudiantes a quienes está enfocado el proyecto no es un limitante, se desarrolla la aplicación para identificar los números que se presenten en pantalla y los estudiantes puedan probar mediante el ingreso gestual de sus dedos y manos si el número ingresado es igual o no a que se le solicitó.

El desarrollo y pruebas iniciales realizadas en la aplicación de identificación de números permitió verificar ciertas características de Leap Motion Controller el momento de leer la orden gestual que el estudiante proponía, entre las más importantes fue que el dispositivo, por defecto reconoce una mano comprendida de 5 dedos, por lo que, al necesitar ingresar la orden de un número el cual necesite que uno o más dedos no se encuentren extendidos Leap Motion Controller podría realizar una lectura errónea del resultado ingresado al no haber mostrado al dispositivo dentro de su campo visual la mano o manos con los dedos correctamente

recogidos, es decir que los dedos que no se deseaba fueran contabilizados no se encuentren totalmente recogidos, para lo cual se deberá ingresar el resultado procurando que los dedos que no deben ser contados estén ocultos o tras de la palma de la mano.

Es por ello que la aplicación de números en modo guiado es sumamente importante ya que de esta manera el docente podrá controlar este tipo de posibles errores y controlarlos a tiempo antes de pasar a cualquiera de las aplicaciones en modo autónomo, es decir para el desarrollo de esta aplicación se necesitó tener un entrenamiento previo del uso de la aplicación primeramente en modo guiado.

4.1.3. Análisis de aplicación de operaciones aritméticas del nivel.

El desarrollo de esta aplicación permitió ampliar el proyecto a dos modos de uso para el resto de aplicaciones, debido a que las matemáticas para los estudiantes del primer nivel de educación básica y en general no son muy atractivas el momento de su aprendizaje y en muchos casos tienen la percepción que son una de las más complicadas, por lo que se desarrolló el modo guiado y autónomo el cual permitió que el estudiante en un inicio se acople y pueda reforzar sus conocimientos con la incorporación de la tecnología, haciendo que se vuelva más interesante su aprendizaje.

Cabe notar que para el ingreso del resultado tanto en la aplicación de sumas como de restas hay que tomar en cuenta lo que se detectó en la aplicación de números que es el ocultamiento de los dedos que no se desea sean contabilizados, de esta forma se logrará ingresar el resultado deseado y poder utilizar la aplicación en una forma correcta. Además al incorporar las órdenes de voz y mensajes que indican cual es el proceso que debe realizarse así como también los mensajes visuales en el modo guiado permitió que el estudiante al usar la aplicación sienta una guía que le da la

confianza a poder probar el resultado incluso cuando no se encuentra seguro de la respuesta.

4.2. Análisis y evaluación de resultados.

Una vez con las aplicaciones listas para ser usadas se procedió a utilizarlas, logrando un alto grado de aceptación en los estudiantes, resultado que fue medido respecto a la opinión de los profesores, consiguiendo así lo planteado al inicio del proyecto que es ayudar a reforzar el aprendizaje de varios temas con la incursión de la tecnología en el ámbito académico y logrando captar la atención en temas específicos, que con métodos tradicionales han perdido interés. De este modo la aplicación da una perspectiva diferente con lo que respecta a la identificación de lados, números y operaciones aritméticas del primer grado de educación básica.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Leap Motion Controller puede tener una lectura errónea de las órdenes ingresadas gestualmente cuando al ingresar las manos o dedos no se encuentran totalmente dentro del campo visible del dispositivo.

Al crear un controlador de la clase Controller es necesario configurar una pausa antes de realizar la lectura del resultado o detección de la orden, esto debido a que la conexión del dispositivo se realiza en el rango de milisegundos, lo cual puede arrojar una lectura incorrecta.

Al ejecutar las órdenes generadas por las diferentes aplicaciones los dedos o manos a mostrarse en la lectura del resultado deberán estar totalmente dentro del campo 3D visual de Leap Motion Controller ya que este, por defecto completa los dedos de la mano cuando son semi visibles.

Para la detección de objetos como los dedos es indispensable la creación inicialmente de un objeto de la clase Hand ya que esta contendrá los elementos dedos.

Incluir Leap Motion Controller en el aprendizaje de estudiantes de primer grado de educación básica permite ampliar su imaginación y ayuda a desarrollar su motricidad con el ingreso de instrucciones gestuales en el uso de las aplicaciones del proyecto.

Incorporar nuevos métodos de aprendizaje con el uso de la tecnología, ayuda al docente a mantener el interés del estudiante por aprender temas que con los métodos tradicionales se vuelve monótono.

Usar en la vida cotidiana dispositivos electrónicos permite a los estudiantes del primer año de educación básica tener una idea más clara del funcionamiento del proyecto con la incorporación de un dispositivo electrónico como es Leap Motion Controller.

Contar con una iluminación adecuada del ambiente en el que se va a trabajar para que Leap Motion Controller trabaje con normalidad.

5.2. Recomendaciones.

Verificar que el ordenador en el cual se va a correr la aplicación cuente con los requerimientos básicos para el correcto uso del Leap Motion Controller y que sean los indicados en las especificaciones del iniciales del proyecto.

Mantener la pantalla de Leap Motion Controller libre de impurezas o de manchas producidas por la manipulación del equipo debido a que esto provocará que no tenga una lectura correcta de las indicaciones que se le da de manera gestual.

Realizar varios intentos de todas las aplicaciones inicialmente en modo guiado para familiarizar al estudiante con la forma de uso de la aplicación con Leap Motion Controller.

Se debe colocar el dispositivo Leap Motion Controller en la posición adecuada para obtener una lectura correcta de las indicaciones que se le desea dar.

BIBLIOGRAFÍA

Fickenscher, H. (20 de febrero de 2016). *ResearchGATE*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/262172749_The_Leap_Motion_controller_a_view_on_sign_language.

Leap motion Inc. (27 de abril de 2016). *Leap Motion Start*. Obtenido de <https://www.leapmotion.com/getting-started?lang=es>

Leap Motion Inc. (17 de mayo de 2016). *Leap Motion*. Obtenido de <https://www.leapmotion.com/>

Leap Motion Inc. (14 de agosto de 2016). *Leap Motion App Store*. Obtenido de <https://apps.leapmotion.com/>

Leap Motion Inc. (17 de agosto de 2016). *Leap motion Developer*. Obtenido de <https://developer.leapmotion.com/sdk/v2>

Leap Motion Inc. (27 de agosto de 2016). *Leap motion Developer*. Obtenido de <https://developer.leapmotion.com/documentation/index.html?proglang=current>

Leap Motion Inc. (17 de febrero de 2016). *Leap Motion Gallery*. Obtenido de <https://gallery.leapmotion.com/>

Leap Motion Inc. (17 de febrero de 2016). *Leap Motion Store*. Obtenido de <https://apps.leapmotion.com/apps/sculpting/windows>.

Leap Motion Inc. (17 de febrero de 2016). *Leap Motion Store*. Obtenido de <https://apps.leapmotion.com/apps/3d-geometry/windows>.

Microsoft. (15 de Octubre de 2015). *Microsoft Technet*. Obtenido de <http://blogs.technet.com/b/microsoftlatam/archive/2012/03/08/no-masclases-aburridas-gracias-a-kinect.aspx>.

Semplades. (06 de octubre de 2015). *Plan del buen vivir*. Obtenido de <http://plan.senplades.gob.ec/politicas-y-estrategias2>.

Silva, E. (09 de marzo de 2016). *A Preliminary Evaluation of the Leap Motion Sensor as Controller of New Digital Musical Instruments*. Obtenido de http://compmus.ime.usp.br/sbcm/2013/pt/docs/art_tec_1.pdf

Torrende, E. (10 de enero de 2016). *Talentos para la vida*. Obtenido de <http://www.talentosparalavida.org/aulas19-1.asp>

Yépez, D. (20 de Julio de 2016). *Diseño e implementación del sistema de control de iluminación de una vivienda, controlado por el dispositivo Leap motion, basado en realidad virtual*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/14916/1/CD-6828.pdf>