



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SOFTWARE**

**AUTOR: LUIS ESTEBAN PEÑAHERRERA SANDOVAL**

**TEMA: “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE APRENDIZAJE INTERACTIVO  
PARA EL ÁREA DEL IDIOMA INGLÉS CON EL SOPORTE DEL KINECT DE  
MICROSOFT- CASO PRÁCTICO PARA NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS EN EL  
CENTRO EDUCATIVO ILINIZAS.”**

**DIRECTOR: ING. LUIS GUERRA**

**CODIRECTOR: ING. JAVIER MONTALUISA**

**LATACUNGA, DICIEMBRE 2014**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**EXTENSIÓN LATACUNGA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

**CERTIFICADO**

ING. LUIS ALBERTO GUERRA (DIRECTOR)

ING. JAVIER FRANKLIN MONTALUISA YUGLIA (DIRECTOR)

**CERTIFICAN:**

Que el trabajo titulado “*DESARROLLO DE UN SISTEMA DE APRENDIZAJE INTERACTIVO PARA EL ÁREA DEL IDIOMA INGLÉS CON EL SOPORTE DEL KINECT DE MICROSOFT- CASO PRÁCTICO PARA NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS EN EL CENTRO EDUCATIVO ILINIZAS*” realizado por el señor: Luis Esteban Peñaherrera Sandoval, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autoriza al señor: Luis Esteban Peñaherrera Sandoval que lo entregue al Ing. Luis Guerra, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Septiembre de 2014.

-----  
ING. LUIS ALBERTO GUERRA  
DIRECTOR

-----  
ING. JAVIER FRANKLIN MONTALUISA  
CODIRECTOR

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**EXTENSIÓN LATACUNGA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**  
Yo, LUIS ESTEBAN PEÑAHERRERA SANDOVAL

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado “*DESARROLLO DE UN SISTEMA DE APRENDIZAJE INTERACTIVO PARA EL ÁREA DEL IDIOMA INGLÉS CON EL SOPORTE DEL KINECT DE MICROSOFT- CASO PRÁCTICO PARA NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS EN EL CENTRO EDUCATIVO ILINIZAS*” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

---

Luis Esteban Peñaherrera Sandoval

CC 0503343238

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
EXTENSIÓN LATACUNGA  
CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, LUIS ESTEBAN PEÑAHERRERA SANDOVAL

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “*DESARROLLO DE UN SISTEMA DE APRENDIZAJE INTERACTIVO PARA EL ÁREA DEL IDIOMA INGLÉS CON EL SOPORTE DEL KINECT DE MICROSOFT- CASO PRÁCTICO PARA NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS EN EL CENTRO EDUCATIVO ILINIZAS*” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Septiembre de 2014.

---

Luis Esteban Peñaherrera Sandoval

CC: 0503343238

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación está dedicado a mis queridos padres que me han sabido guiar en toda mi vida y en cada uno de mis días, a mis hermanos que siempre me han apoyado para cumplir toda meta y superar todo los obstáculos, y a mis abuelitos, tíos, primos y toda la familia que llena de felicidad y alegría mi vida, a mi novia que me ha ayudado en la victoria como profesional y como persona. A todos mis amigos que siempre creyeron en mí y me respaldaron para poder cumplir una meta más.

A todos mis profesores que de una u otra manera me han ayudado a realizar una tesis que fomente la investigación en la Universidad

Principalmente a Dios por darme la vida y la oportunidad de tener esta linda experiencia y de crecer como un ser humano de bien, luchador por sus ideales.

**LUIS ESTEBAN PEÑAHERRERA SANDOVAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradamiento a Dios por darme la fortaleza, la tranquilidad y la confianza en mí para realizar un trabajo tan importante como este.

Gratitud a los docentes de la carrera de Ingeniería de Software de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga por su ayuda, por el tiempo invertido para la adquisición de los conocimientos para formarme como profesional y un especial reconocimiento y agradecimiento a los señores Ing. Luis Guerra e Ing. Javier Montaluisa, Director y Codirector de tesis respectivamente que permitieron orientarme en el desarrollo de la tesis, de la igual manera a la Ing. Ximena López Docente de la Universidad y el Doctor Rodrigo Vaca, Secretario Académico de la misma por su ayuda constante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |       |
|---|-------|
| PORTADA.....  | i     |
| CERTIFICADO.....  | ii    |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....                           | iii   |
| AUTORIZACIÓN.....   | iv    |
| DEDICATORIA.....  | v     |
| AGRADECIMIENTO.....   | vi    |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....                                     | vii   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....   | x     |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | xv    |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....                                  | xvii  |
| RESUMEN.....  | xviii |
| ABSTRACT.....   | xix   |
| CAPÍTULO 1.....   | 1     |
| 1.    DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....                            | 1     |
| 1.1.    Introducción.....                                     | 1     |
| 1.2.    Planteamiento del problema:.....                      | 2     |
| 1.3.    Antecedentes.....                                     | 2     |
| 1.4.    Objetivo General:.....                                | 3     |
| 1.5.    Objetivos Específicos:.....                           | 3     |
| 1.6.    Justificación e importancia:.....                     | 3     |
| 1.7.    Hipótesis.....  | 4     |
| 1.8.    Variables de la investigación.....                    | 4     |
| CAPÍTULO 2.....   | 5     |
| 2.    MARCO TEÓRICO.....                                      | 5     |
| 2.1.    Medios empleados.....                                 | 5     |
| 2.1.1.    Elementos Hardware.....                             | 5     |
| 2.1.2.    Elementos Software.....                             | 5     |
| 2.2.    El Uso de la tecnología en el aprendizaje.....        | 6     |
| 2.3.    La importancia de los Sentidos en el aprendizaje..... | 6     |
| 2.3.1.    Técnicas con imágenes mentales:.....                | 7     |
| 2.4.    Rasgos de un programa multimedia óptimo.....          | 7     |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.4.1.   | Análisis del problema al no contar con un material didáctico de calidad en las instituciones: ..... | 8         |
| 2.5.     | Kinect Sensor .....   | 10        |
| 2.5.1.   | Lanzamiento del Kinect: .....   | 10        |
| 2.5.2.   | Componentes de hardware del Kinect:.....  | 11        |
| 2.5.3.   | Especificaciones del Kinect: .....  | 13        |
| 2.5.4.   | Técnica para capturar la profundidad: .....   | 14        |
| 2.5.5.   | Limitaciones.....   | 17        |
| 2.5.6.   | Arquitectura del Kinect.....  | 18        |
| 2.5.7.   | Requisitos del sistema:.....  | 19        |
| 2.5.7.1. | Sistemas y Arquitecturas operativos compatibles.....  | 19        |
| 2.6.     | Software para controlar el sensor kinect.....   | 20        |
| 2.6.1.   | SDK Kinect de Windows.....  | 21        |
| 3.1.1.   | El SDK incluye:.....  | 22        |
| 3.1.2.   | Como trabaja el sdk para el kinect.....   | 22        |
| 3.1.3.   | Arquitectura del Sdk .....  | 23        |
| 3.2.     | Interfaz de Usuario Natural de Kinect para Windows(NUI) .....                                       | 24        |
| 3.2.1.   | Inicialización de la NUI API.....   | 25        |
| 3.2.2.   | Flujo de datos: .....   | 25        |
| 3.2.3.   | Coordinación de espacios .....  | 29        |
| 3.2.4.   | Skeletal Tracking .....   | 32        |
| 3.2.5.   | Visión de profundidad: .....  | 34        |
| 3.2.6.   | Campo de visión .....   | 35        |
| 3.2.7.   | Reconocimiento de voz .....   | 37        |
|          | <b>CAPÍTULO 3 .....</b>   | <b>38</b> |
| 4.       | <b>ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....</b>  | <b>38</b> |
| 4.1.     | Análisis .....  | 39        |
| 4.1.1.   | Visión General de la Aplicación .....   | 39        |
| 4.1.2.   | Análisis de Requerimientos .....  | 40        |
| 4.1.3.   | Campos de los Requerimientos:.....  | 42        |
| 4.1.4.   | Requisitos Funcionales.....   | 44        |
| 4.1.5.   | Requisitos no Funcionales.....  | 80        |
| 4.1.6.   | Casos de uso.....   | 88        |



|                                      |   |     |
|--------------------------------------|---|-----|
| 4.1.7.                               | Campos de los casos de uso.....   | 90  |
| 4.2.                                 | Diseño .....  | 99  |
| 4.2.1.                               | Arquitectura .....  | 99  |
| 5.1.1.                               | Interfaces.....   | 104 |
| 5.2.                                 | Implementación .....  | 107 |
| 5.2.1.                               | Menú Principal.....   | 108 |
| 5.2.2.                               | Pantalla del tipo de nivel “Selección Correcta” .....   | 110 |
| 5.2.3.                               | Pantalla del tipo de nivel “Expresión Correcta” .....   | 114 |
| CAPÍTULO 4 .....                     |   | 118 |
| 6.                                   | PRUEBAS .....   | 118 |
| 6.1.                                 | Pruebas de reconocimiento de la extremidad superior y del gesto<br>presionar en el Menú Principal .....   | 118 |
| 6.2.                                 | Pruebas de reconocimiento de la extremidad superior por parte del<br>sensor Kinect y del gesto Presionar y del gesto Apretar en el nivel del<br>tipo “Selección Correcta” . ..... | 121 |
| 6.3.                                 | Pruebas de reconocimiento de la extremidad superior y del<br>reconocimiento de voz por parte del sensor Kinect. ....  | 125 |
| CAPÍTULO 5 .....                     |   | 128 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... |   | 128 |
| 6.4.                                 | Conclusiones .....  | 128 |
| 6.5.                                 | Recomendaciones .....   | 130 |
| GLOSARIO:.....                       |   | 131 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....    |   | 132 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                   |   | 132 |
| NETGRAFÍA.....                       |   | 133 |
| ANEXOS .....                         |   | 134 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Lanzamiento oficial del kinect.....  | 10 |
| Tabla 2: Especificaciones del Kinect .....  | 14 |
| Tabla 3: Ejemplos de los tipos de aplicaciones utilizando la funcionalidad<br>por el SDK.....                           | 21 |
| Tabla 4 : Componentes del sdk de kinect. ....   | 22 |
| Tabla 5: Kinect drivers.....  | 24 |
| Tabla 6: Subsistemas de NUI API .....   | 25 |
| Tabla 7: Necesidades de la API de NUI .....   | 26 |
| Tabla 8: Formatos de los datos de color de la NUI .....   | 27 |
| Tabla 9: Acrónimos Clases de Requisitos .....   | 42 |
| Tabla 10: RF-001 Iniciar aplicación .....   | 45 |
| Tabla 11: RF-002 Ver menú niveles.....  | 45 |
| Tabla 12: RF-003 Selección de nivel.....  | 46 |
| Tabla 13: RF-004 Regresar al Menú principal.....  | 47 |
| Tabla 14: RF-005 Instrucciones del nivel en formato audio .....   | 48 |
| Tabla 15: RF-006 Instrucciones del nivel por pantalla.....  | 48 |
| Tabla 16 : RF-007 Instrucciones del nivel por Selección del número<br>correcto con la extremidad superior derecha ..... | 49 |
| Tabla 17: RF-008 Validación de la opción seleccionada por el usuario. ....  | 50 |
| Tabla 18: RF-009 Mostrar resultado por audio de cada elección.....  | 50 |
| Tabla 19: RF-010 Mostrar resultado por texto de cada elección.....  | 51 |
| Tabla 20: RF-011 Mostrar resultado final por texto. ....  | 51 |
| Tabla 21: RF-012 Instrucciones del nivel en formato audio. ....   | 52 |
| Tabla 22: RF-013 Instrucciones del nivel por pantalla.....  | 52 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 23: RF-014 Obtención de una palabra dicha por el usuario. ....                             | 53 |
| Tabla 24: RF-015 Validación de la palabra expresada por el usuario. ....                         | 53 |
| Tabla 25: RF-016 Mostrar resultado por audio de cada respuesta<br>realizada por el usuario. .... | 54 |
| Tabla 26: RF-017 Mostrar resultado por texto de cada respuesta<br>realizada por el usuario. .... | 54 |
| Tabla 27: RF-018 Mostrar resultado final por texto .....   | 55 |
| Tabla 28: RF-019 Instrucciones del nivel en formato audio .....                                  | 56 |
| Tabla 29: RF-020 Instrucciones del nivel por pantalla.....                                       | 56 |
| Tabla 30: RF-021 Selección del color correcto con la extremidad superior. ....                   | 57 |
| Tabla 31: RF-022 Validación de la opción seleccionada por el usuario. ....                       | 57 |
| Tabla 32: Mostrar resultado por audio de cada elección.....                                      | 58 |
| Tabla 33: RF-024 Mostrar resultado por texto de cada elección .....                              | 58 |
| Tabla 34: RF-025 Mostrar resultado final por texto .....   | 59 |
| Tabla 35: RF-026 Instrucciones del nivel en formato audio .....                                  | 60 |
| Tabla 36: RF-027 Instrucciones del nivel por pantalla.....                                       | 60 |
| Tabla 37: RF-028 Obtención de una palabra dicha por el usuario. ....                             | 61 |
| Tabla 38: RF-029 Validación de la palabra expresada por el usuario. ....                         | 61 |
| Tabla 39: RF-030 Mostrar resultado por audio de cada respuesta<br>realizada por el usuario. .... | 62 |
| Tabla 40: RF-031 Mostrar resultado por texto de cada respuesta<br>realizada por el usuario. .... | 62 |
| Tabla 41: RF-032 Mostrar resultado final por texto. ....   | 63 |
| Tabla 42: RF-033 Instrucciones del nivel en formato audio .....                                  | 64 |
| Tabla 43: RF-034 Instrucciones del nivel por pantalla.....                                       | 64 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 44: RF-035 Selección del color correcto con la extremidad superior. ....   | 65 |
| Tabla 45: RF-036 Validación de la opción seleccionada por el usuario. ....   | 66 |
| Tabla 46: RF-037 Mostrar resultado por audio de cada elección .....  | 66 |
| Tabla 47: RF-038 Mostrar resultado por audio de cada elección .....  | 67 |
| Tabla 48: RF-038 Mostrar resultado final por texto .....   | 67 |
| Tabla 49: RF-040 Instrucciones del nivel en formato audio .....  | 68 |
| Tabla 50: RF-041 Instrucciones del nivel por pantalla.....   | 68 |
| Tabla 51: RF-042 Obtención de una palabra dicha por el usuario. ....   | 69 |
| Tabla 52: RF-042 Validación de la palabra expresada por el usuario. ....   | 69 |
| Tabla 53: RF-043 Mostrar resultado por audio de cada respuesta<br>realizada por el usuario. ....                       | 70 |
| Tabla 54: RF-044 Mostrar resultado por texto de cada respuesta<br>realizada por el usuario. ....                       | 70 |
| Tabla 55: RF-045 Mostrar resultado final por texto. ....   | 71 |
| Tabla 56: RF-046 Instrucciones del nivel en formato audio .....  | 72 |
| Tabla 57: RF-047 Instrucciones del nivel por pantalla.....   | 72 |
| Tabla 58: RF-048 Instrucciones del nivel por Selección del número correcto<br>con la extremidad superior derecha ..... | 73 |
| Tabla 59: RF-049 Validación de la opción seleccionada por el usuario. ....   | 73 |
| Tabla 60: RF-050 Mostrar resultado por audio de cada elección.....   | 74 |
| Tabla 61: RF-051 Mostrar resultado por texto de cada elección.....   | 74 |
| Tabla 62: RF-052 Mostrar resultado final por texto. ....   | 75 |
| Tabla 63: RF-053 Instrucciones del nivel en formato audio. ....  | 76 |
| Tabla 64: RF-054 Instrucciones del nivel por pantalla.....   | 76 |
| Tabla 65: RF-055 Obtención de una palabra dicha por el usuario. ....   | 77 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 66: RF-056 Validación de la palabra expresada por el usuario.....                          | 77 |
| Tabla 67: RF-057 Mostrar resultado por audio de cada respuesta<br>realizada por el usuario. .... | 78 |
| Tabla 68: RF-058 Mostrar resultado por texto de cada respuesta<br>realizada por el usuario. .... | 78 |
| Tabla 69 : RF-059 Mostrar resultado final por texto .....  | 79 |
| Tabla 70: RNFR-01 Tiempo de respuesta.....   | 80 |
| Tabla 71: RNFR-02 Cantidad de usuarios en el sistema .....                                       | 81 |
| Tabla 72: RNFI-01 Interfaz gráfica .....   | 82 |
| Tabla 73: RNFI-01 Contenido.....   | 83 |
| Tabla 74: RNFO-01. Acceso a la aplicación.....   | 84 |
| Tabla 75: RNFU-01 Facilidad de uso .....   | 85 |
| Tabla 76: RNFU-02 Facilidad de aprendizaje.....  | 86 |
| Tabla 77: RNFU-03 Utilización de una extremidad superior .....                                   | 87 |
| Tabla 78: RNFS-01 Plataforma .....   | 87 |
| Tabla 79: RNFS-01 Versión .....  | 88 |
| Tabla 80: Actores .....  | 90 |
| Tabla 81: CU-001 Iniciar la aplicación.....  | 92 |
| Tabla 82: CU-002 Ver menú principal .....  | 93 |
| Tabla 83: CU-003 Elección del nivel .....  | 94 |
| Tabla 84: CU-004 Interactuar con el nivel del tipo de “Selección Correcta” .....                 | 95 |
| Tabla 85: CU-005 Interactuar con el nivel del tipo de “Expresar la<br>respuesta Correcta” .....  | 96 |
| Tabla 86: CU-006 Cerrar el nivel.....  | 97 |
| Tabla 87: CU-007 Cerrar aplicación .....   | 98 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 88: Modulo Menú Configuración.....              | 101 |
| Tabla 89: Módulo NUI .....                            | 101 |
| Tabla 90: Módulo Reconocedor de gestos .....          | 102 |
| Tabla 91: Módulo Reconocedor de voz.....              | 103 |
| Tabla 92: Testing Menú Principal.....                 | 120 |
| Tabla 93: Testing Pantalla Selección Correcta.....    | 124 |
| Tabla 94: Testing Pantalla Reconocimiento de voz..... | 127 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1: El material Interactivo en el proceso enseñanza .....                                       | 9   |
| Figura 2: Componentes de sensor Kinect .....  | 11  |
| Figura 3: Sensores que conforman el Kinect.....   | 12  |
| Figura 4: Sistema que conforma el chip Primesense. ....   | 13  |
| Figura 5: Proyección del patrón infrarrojo .....  | 15  |
| Figura 6: Imagen generada por la cámara del Kinect.....   | 15  |
| Figura 7: Diagrama de la tecnología Kinect patentada por PrimerSense .....                            | 16  |
| Figura 8: Efecto de distancias grandes en el Kinect.....  | 17  |
| Figura 9: Efecto de las sombras en el Kinect26 .....  | 18  |
| Figura 10: Interacción entre el Software y hardware con la aplicación.....                            | 19  |
| Figura 11: Arquitectura del sdk.....  | 23  |
| Figura 12: Forma de medir la profundidad del Kinect.....  | 30  |
| Figura 13: Ubicación de los bits de profundidad.....  | 30  |
| Figura 14: Rango de distancias admitidas por el sensor Kinect.....                                    | 31  |
| Figura 15: Espacio del skeleton .....   | 32  |
| Figura 16: Skeletal Tracking.....   | 33  |
| Figura 17: Modo de esqueleto complete .....   | 33  |
| Figura 18: Rangos de profundidad en el modo Near:.....  | 34  |
| Figura 19: Rangos de profundidad en el modo Near:.....  | 35  |
| Figura 20: Campo de visión del Kinect de Microsoft .....  | 36  |
| Figura 21: Diagrama de casos de uso.....  | 89  |
| Figura 22: Arquitectura del sistema de aprendizaje interactivo para el área<br>del idioma inglés..... | 99  |
| Figura 23: Arquitectura de la aplicación Kinect .....   | 100 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 24: Interface Menú Principal.....                                 | 104 |
| Figura 25: Interface Selección Correcta .....                            | 105 |
| Figura 26: Interface Expresión Correcta.....                             | 106 |
| Figura 27: Rastreo de una extremidad superior .....                      | 118 |
| Figura 28: Selección de Nivel.....                                       | 119 |
| Figura 29: Selección de un objeto Ejemplo 1 .....                        | 121 |
| Figura 30: Selección de un objeto Ejemplo 2 .....                        | 122 |
| Figura 31: Gesto Apretar .....   | 123 |
| Figura 32: Reconocimiento de voz por parte del sensor Kinect. ....       | 125 |
| Figura 33: Usuario interactúa con la pantalla de Expresión Correcta..... | 126 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|   |     |
|---|-----|
| Código 1: Lista Niveles.....  | 109 |
| Código 2: Inicializador del sensor Kinect.....  | 109 |
| Código 3: Enlazar sensor actual del selector de sensor al KinectRegion.....                                     | 110 |
| Código 4: Creación de variables nivel Selección Correcta”.....  | 111 |
| Código 5: Enlazar sensor actual del selector de sensor al KinectRegion<br>en el Nivel Selección Correcta.....   | 111 |
| Código 6: Método de número randómico para el nivel de números .....   | 112 |
| Código 7: Método de número randómico para el nivel de colores.....  | 113 |
| Código 8: Evento presionar del control KinectTitleButton .....  | 114 |
| Código 9: Creación de variables nivel Expresión Correcta .....  | 115 |
| Código 10: Enlazar sensor actual del selector de sensor al KinectRegion<br>en el Nivel Expresión Correcta ..... | 115 |
| Código 11: Método de asignación de pregunta.....  | 116 |
| Código 12: Evento de SpechRecognized .....  | 116 |
| Código 13: Evento de reconocimiento de audio .....  | 117 |

## RESUMEN

En este proyecto surge de la necesidad de mejorar el nivel de concentración de los estudiantes para optimizar el horizonte de aprendizaje en el idioma inglés en los centros educativos del país. Por tal motivo la investigación inicia con el estudio de la importancia de sistemas interactivos en el aprendizaje del niño y el valor de utilizar el sentido de la visión para una mejor concentración de la persona que está estudiando.

Esto permite tener una mejor razón y óptica de cómo debe ser concebido el sistema interactivo. Seguidamente se realiza una investigación de las partes de sensor Kinect y de su funcionamiento, para tener claro cómo funciona el sensor y como obtener el mejor provecho del mismo.

Como siguiente paso se realiza el análisis, diseño e implementación de un sistema, el cual es manejado con una extremidad superior y con la voz del usuario. Para el desarrollo del sistema interactivo se utiliza el ciclo de vida en cascada, además para que el análisis de requisitos sea realizado de forma correcta, se utiliza el estándar IEEE 830. Finalmente se realizan las pruebas respectivas y se documenta sus resultados.

**Palabras Clave: SENSOR KINECT / APRENDIZAJE-TECNOLOGÍA/  
APRENDIZAJE-SOFTWARE.**

## **ABSTRACT**

The emergence of the project is due to the need to improve student concentration levels to optimize levels of learning the English language in all educational centers in the country. This investigation, as a result, begins with a study on the importance of interactive systems on a child's ability to learn and the value of using the sense of vision to enhance the concentration of the person studying.

This permits better reasoning and visual input as to how the interactive system should be conceived. Furthermore, parts of the Kinect's sensor and function are investigated to obtain a clear understanding as to how the sensor works and how to take full advantage of it.

As the next step, the analysis, design, and implementation of a system achieved through an upper extremity along with the user's voice is found. To carry out the interactive system, a cascading life cycle is used as well as the IEEE 830 so that the required analysis is accomplished. Finally, the respective test trials are completed and the results are documented.

**Key Words: SENSOR KINECT / LEARNING-TECHNOLOGY/ LEARNING - SOFTWARE.**

## CAPÍTULO 1

### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1. Introducción

Dado el continuo avance de la tecnología hoy en día existe la interacción con un ordenador sin la necesidad de utilizar el teclado o el mouse, o sin la necesidad de manipular un sistema periférico de entrada de datos y esto es gracias a la Interfaz Natural de Usuario o NUI (Natural User Interface) un sistema que nos permite interactuar con las aplicaciones mediante los movimientos gestuales de las manos o el propio cuerpo como forma de comunicación.

El kinect dispositivo lanzado el 2010 permite a los usuarios controlar e interactuar con el computador sin necesidad de tener contacto físico con un dispositivo de entrada; es un periférico capaz de reconocer un esqueleto completo y reconocer los movimientos generados por el mismo. Kinect de Microsoft nos proporciona un reconocimiento en 3D, de modo que es capaz de medir las distancias y contemplar los movimientos en los 3 ejes. Este dispositivo genera la evolución en el entorno de la NUI y en la forma de comunicarnos con dispositivo electrónico

Es uso de este potente sensor Kinect de Microsoft ayudado a generar varios temas de investigación para sacar el mejor provecho del mismo, con la finalidad de poner en funcionamiento el sensor en áreas muy diferentes a los videojuegos, área para la cual fue diseñada en sus inicios. Se han creado varias aplicaciones en el campo de la educación y la salud, de mucha ayuda para la sociedad científica. Concretamente, en el ámbito de la educación que es en el que se trabajará, permitirá tener un sistema interactivo en el cuál los estudiantes utilizarán el sentido de la vista el cual está considerado como el más importante para el cerebro en la adquisición de datos, aparte del sentido del oído.

Actualmente la educación tiene como objetivo el cambio de viejos esquemas, la innovación y búsqueda para mejorar la calidad de vida de los

seres humanos, esto implica la participación del maestro, alumno y de la computadora, específicamente el uso de material interactivo.

### **1.2. Planteamiento del problema:**

En la actualidad el avance de la tecnología ha permitido que los informáticos nos aprovechemos de ella, de tal forma que se nos facilite las actividades para crear aplicaciones de cualquier tipo.

En estos tiempos los niños en las clases tradicionales no prestan mucha atención al material didáctico; de allí nace la necesidad de crear aplicaciones en las cuales mediante el uso de la tecnología se explote el talento y las habilidades de los estudiantes. Esto permite crear un valioso aprendizaje permanente y no solo incentivar la memorización.

Los niños de clase media para arriba tienden a poseer celulares inteligentes, Tablets, internet entre otros aparatos electrónicos ya que el mercado globalizado hace que mayoritariamente en las familias tanto el padre como la madre trabajen, siendo ésta la manera de tenerlos seguros y sin aburrimiento dentro de casa.

La propuesta es impulsar la adaptación de la escuela a la globalización y aprovechar la tecnología para el aprendizaje de los niños, en este caso ayudar a que el estudiante pueda desarrollar de mejor manera su habilidad para leer y escribir en el idioma inglés.

### **1.3. Antecedentes**

El Centro Educativo está en continua búsqueda de la calidad y la excelencia en sus estudiantes.

Dentro de sus líneas de mejora está el usar la tecnología informática con que permita brindar nuevas herramientas de aprendizaje y lograr su objetivo de excelencia académica.

Bajo este contexto, la finalidad del presente proyecto de investigación es la de proporcionar una herramienta informática, con la cual, el usuario pueda aprender de manera didáctica el idioma inglés, de tal manera que permita desarrollar las destrezas motrices de los niños y niñas del Centro Educativo Ilinizas.

#### **1.4. Objetivo General:**

- Investigar la información obtenida mediante el uso del Kinect de Microsoft acerca de la detección de movimiento de la mano por parte del usuario y desarrollar un sistema de aprendizaje interactivo para Kinect que ayude al aprendizaje de los estudiantes en el idioma inglés.

#### **1.5. Objetivos Específicos:**

- Elaborar el marco teórico que permita la recopilación de la información necesaria para el desarrollo del sistema de aprendizaje.
- Investigar cómo obtener la información a partir de la detección de movimientos mediante el uso de la librería oficial del Kinect de Microsoft SDK (Software Development Kit).
- Investigar cómo obtener la información a partir del reconocimiento de voz mediante el uso de la librería oficial del Kinect de Microsoft SDK (Software Development Kit).
- Desarrollar el sistema de aprendizaje interactivo del idioma inglés y crear un sistema óptimo y de calidad.
- Implantar y validar el sistema desarrollado en el Centro Educativo Ilinizas de la ciudad de Latacunga.

#### **1.6. Justificación e importancia:**

La excelencia en la educación es una tendencia que va en crecimiento en el país, la cual va de la mano con la explotación de las tecnologías, tal cual lo indica el Plan Nacional para la Construcción de la Sociedad del Buen Vivir, que tiene implícito el tránsito hacia la Sociedad de la Información y el Conocimiento.

Por ende, la dotación de software facilita el acceso al conocimiento mediante la tecnología a todos los estudiantes de nivel básico y medio,

haciendo que las escuelas puedan convertirse en catalizadores de alistamiento digital. [1]

Por esta razón se han investigado maneras didácticas de ayudar al estudiante a desarrollar su conocimiento, mejorar su rendimiento y aprender de acuerdo al entorno globalizado; y en efecto desarrollar un sistema de aprendizaje que apoye y se sustente en el plan del buen vivir.

El uso del kinect en la actualidad; además de, los videojuegos se lo ha implementado en programas y utilitarios que permiten su aplicación en el campo de la educación, medicina y transporte, entre otros.

### **1.7. Hipótesis**

El aprendizaje se optimiza utilizando los movimientos del cuerpo humano y todos los sentidos que exige un sistema de información interactivo lo que se desarrolla en este proyecto para niños de 6 a 8 años.

### **1.8. Variables de la investigación**

#### **Variable Independiente:**

Se desarrolla un sistema interactivo y proactivo para el aprendizaje del idioma inglés mediante Kinect de Microsoft.

#### **Variable Dependiente:**

Interés por el aprendizaje con el sistema interactivo y proactivo del idioma inglés en los niños de 6 a 8 años del Centro Educativo Ilinizas.

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Medios empleados

A continuación describiremos brevemente los medios empleados, tanto hardware como software, para la realización del presente proyecto.

##### 2.1.1. Elementos Hardware

Los elementos hardware utilizados son los detallados a continuación:

- Ordenador: Se ha utilizado un ordenador portátil tanto para el desarrollo de la aplicación, como para la elaboración de la documentación relacionada. El modelo utilizado ha sido un computador
  - DELL con procesador Intel Core i7, 8 GB de memoria RAM y sistema operativo Windows 8.
  - Sensor Kinect: Se ha utilizado el sensor Kinect. En cuanto a los detalles del sensor, se verán en profundidad a lo largo del documento.
  - Cable de alimentación Kinect: Para que el sensor funcione correctamente en el ordenador, se debe disponer de un adaptador que conecte Kinect a un puerto USB del pc, así como a una alimentación externa. Esto es debido a que el puerto USB no proporciona la suficiente energía al sensor Kinect para que podamos hacer uso de todo su potencial.

##### 2.1.2. Elementos Software

Los elementos software utilizados para el desarrollo del proyecto son los siguientes:

- Kinect for Windows SDK: Librería de desarrollo oficial de Microsoft para el desarrollo de aplicaciones para el sensor Kinect. Incluye drivers y documentación técnica para la implementación de aplicaciones, APIs de referencia y documentación para la programación.



- Microsoft Visual Studio C# 2010: Entorno de desarrollo completo para la programación de aplicaciones en C#, lenguaje de programación utilizado en el proyecto para realizar la aplicación.
- Microsoft Office 2010: Se ha utilizado Microsoft Office como herramienta para la elaboración del presente documento.

## **2.2. El Uso de la tecnología en el aprendizaje**

El uso de la tecnología educativa y la multimedia, como recursos de apoyo para la educación, están enriqueciendo el proceso de enseñanza tradicional en países desarrollados, se ha evidenciado que mejora el aprendizaje, además de crear condiciones apropiadas para que el estudiante y el profesor interactúen dentro de un clima de práctica y aprendizaje. Estos recursos como medio educativo, estimulan los sentidos.

## **2.3. La importancia de los Sentidos en el aprendizaje.**

De los cinco sentidos que poseemos los seres humanos, el sentido de la vista el cual está considerado como el más importante para el cerebro en la adquisición de datos, aparte del sentido del oído.

Es La razón por que las metodologías más eficaces sobre presentaciones son las que procuran transmitir la información visual y no sólo verbalmente [2].

El habla, por su parte, a pesar de ser un medio importante para la comunicación cuando la utilizan oradores capaces, no es tan fácil de asimilar como las imágenes puramente visuales.

El texto solo, en general y el habla, en particular, requieren para captar su comprensión un mayor esfuerzo de los alumnos, porque se transmite una menor cantidad de información a una velocidad menor, por lo que requieren una mayor concentración y una capacidad de extrapolación por parte de la persona que escucha. Por ejemplo, la descripción hablada de una casa lleva mucho más tiempo y es menos eficaz que si se muestran imágenes de ella.

Los órganos de los sentidos nos proporcionan la información vital que nos permite relacionarnos con el mundo que les rodea a los estudiantes de manera segura y autónoma. Esto, por medio de las sensaciones, que son los

mecanismos que tiene el cuerpo humano para procesar todos los estímulos que recibe: luz, sonidos, sabores, frío o calor, dolor, olores, incluso las caricias.

Y por eso que este proyecto propone realizar un sistema de aprendizaje interactivo en el cuál el estudiante pueda aprender de mejor manera utilizando menos esfuerzo de su cerebro y esa energía no utilizada convirtiéndola en concentración.

### **2.3.1. Técnicas con imágenes mentales:**

Asociar una imagen mental a un concepto ayuda a su memorización. Esto es así por un doble motivo:

- La asociación es fundamento de la memoria.
- La memoria visual es más potente que la que se basa sólo en conceptos abstractos.

Se trate de utilizar la imaginación para memorizar, inventando imágenes y asociándolas a los conceptos que se desea recordar. Se construyen con ellas pequeñas historias.

Para facilitar el recuerdo hay que seguir dos guías:

- Exageración: Se trata de introducir desproporciones y rarezas en las imágenes, haciendo que estas sean inusuales y sorprendentes, por lo que se recordarán con facilidad.
- Movimiento: Que las imágenes sean dinámicas favorece su atractivo y la vinculación entre los elementos representados.

### **2.4. Rasgos de un programa multimedia óptimo**

La interactividad no se mide por el número de “clics” que efectúe el usuario-receptor, sino por el grado de involucramiento que pueda lograr con la pantalla, el movimiento, el color, el despliegue de imágenes, los mensajes su estructura y las formas de participación.

La capacidad de innovación Interactiva significa el poder actuar o hacer cosas alrededor del programa estableciendo una relación directa con el estudiante, por eso, un buen sistema multimedia interactivo radica

precisamente en la manera en que el usuario final va a poder interactuar con el programa, el nivel que va a poder manipularlo, ser su propio crítico, destructor y re constructor al navegarlo. [3].

Rasgos que un programa multimedia interactivo debe tener para constituirse como medio efectivo de comunicación, enfatizando su función como medio de aprendizaje:

- **Motivación:** El usuario debe sentirse estimulado para su uso
- **Inmersión:** A pesar de las distracciones el usuario debe permanecer el tiempo suficiente para involucrarse
- **Reflexión:** Los mensajes deben tener una dosis de cuestionamiento o proceso reflexivo y reconstructivo.
- **Colaboración:** Debe involucrar a otros estudiantes para compartir lo experimentado o aprendido.
- **Control:** El alumno debe decidir sobre el orden de la información que recibe, sobre su estructura, sobre la elección de opciones.
- **Juego:** Es una de las maneras más efectivas de aprender por el tipo y velocidad en la actividad mental que genera.
- **Curiosidad:** La inquietud por seguir buscando y experimentando.
- **Fantasía:** Alimentar la imaginación y la relación realidad - virtualidad.

#### **2.4.1. Análisis del problema al no contar con un material didáctico de calidad en las instituciones:**

En nuestro país la informática ha obligado a innovarnos y capacitarnos en todos los ámbitos que a ella se refiere, por tal motivo las instituciones educativas deberían aplicar programas informáticos para fomentar el interés y creatividad de los estudiantes, así se llegará a cumplir los objetivos planteados, desarrollando un aprendizaje significativo y competitivo.

En la siguiente figura se expone los problemas al no contar con un material interactivo.



**Figura 1: El material Interactivo en el proceso enseñanza**

**Fuente:** [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2402/tebp\\_2010\\_338.pdf?sequence=1](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2402/tebp_2010_338.pdf?sequence=1)

La no aplicación de material interactivo en la Institución podría ocasionar renuencia al cambio tanto en docentes como en estudiantes, una educación obsoleta inmersa en recursos tradicionalistas, poco creativos escasos de impactar e incorporar imágenes, efectos de animación llamativos e interesantes para el estudiante.

Esto provocaría temor y desinterés en los medios informáticos afectando el proceso enseñanza aprendizaje de los estudiantes evitando desarrollar en el niño la capacidad para comunicarse, enviar e intercambiar contenido.

En el área de Tecnología aplicada a la educación, Duarte (citada por Cabero, 2000) expone que la causa fundamental de este creciente interés por los materiales hipermedias y multimedia aplicados a la enseñanza, se fundamenta en las posibilidades que ofrecen este tipo de medios para presentar la información interactiva y audiovisual, de forma que cada estudiante pueda elegir con un mayor grado de libertad el ritmo de su propio aprendizaje beneficiando así la construcción personal del conocimiento.

La preocupación por lograr calidad en la práctica de la docencia ha llevado a la búsqueda, diseño e implementación de material didáctico en ambientes virtuales que apoye al docente en su tarea y al alumno en su

proceso de aprendizaje por lo que la educación debe dar prioridad a las nuevas necesidades productivas y sociales, inscritas en una renovada cultura tecnológica, deberán sustentarse en la reforma integral de sus modelos educativos, asumiendo visiones originales por cuanto a la necesidad de cambio que impone la competencia global, el uso intensivo de los medios digitales como nueva alternativa para la educación.

Por tal motivo existe la necesidad de crear oportunidades de educación flexibles, polivalentes y multidisciplinarias en estrecho vínculo a los planes de la innovación, el avance tecnológico y una emergente sociedad del conocimiento, considerando para ello los nuevos énfasis en la educación como son aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir y el aprender a ser.

## 2.5. Kinect Sensor

Kinect originalmente conocido por el nombre en clave «Project Natal», creado por Alex Kipman, desarrollado por Microsoft, y desde junio del 2011 para PC a través de Windows 7 y Windows 8.3 Kinect permite a los usuarios controlar e interactuar con el computador sin necesidad de tener contacto físico con un dispositivo de entrada; mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz, objetos e imágenes. [4]

### 2.5.1. Lanzamiento del Kinect:

En la siguiente tabla se muestra una reseña de las fechas más importantes sobre el lanzamiento del kinect de Microsoft

**Tabla 1: Lanzamiento oficial del kinect.**

| Fecha de lanzamiento           | País O Región  |
|--------------------------------|----------------|
| <b>4 de Noviembre de 2010</b>  | Estados Unidos |
| <b>10 de Noviembre de 2010</b> | Europa         |
| <b>18 de Noviembre de 2010</b> | Oceanía y Asia |

Fuente: <http://www.microsoft.com/education/ww/partners-in-learning/Pages/index.aspx>

### 2.5.2. Componentes de hardware del Kinect:

El sensor de Kinect es una barra horizontal de aproximadamente 23 cm (9 pulgadas) conectada a una pequeña base circular con un eje de articulación de rótula.

El dispositivo cuenta con una cámara RGB, un sensor de profundidad, un micrófono de múltiples matrices además contiene una led , un acelerómetro de 3 ejes , un motor y un procesador PrimeSense especializado que capta el entorno en 3 dimensiones y esas capturas traducirlas en una imagen sincronizada(que proporciona captura de movimiento de todo el cuerpo en 3D, reconocimiento facial y capacidades de reconocimiento de voz), fig. 2.



**Figura 2: Componentes de sensor Kinect**

**Fuente:** <http://blog.robotiq.com/bid/40428/Using-The-Kinect-For-Robotic-Manipulation>

**Cámara RGB:** Almacena los datos de los 3 canales que envía los sensores en una sola resolución de 1280 x 960 píxeles, lo cual permite capturar una imagen en color.

**Micrófono de múltiples matrices:** Conjuntos de cuatro micrófonos que permite la localización de la fuente acústica y la eliminación del ruido del ambiente, además permite la posibilidad de grabar audio.

**Led:** Es un indicador que muestra que el kinect está listo para ser usado por el usuario.

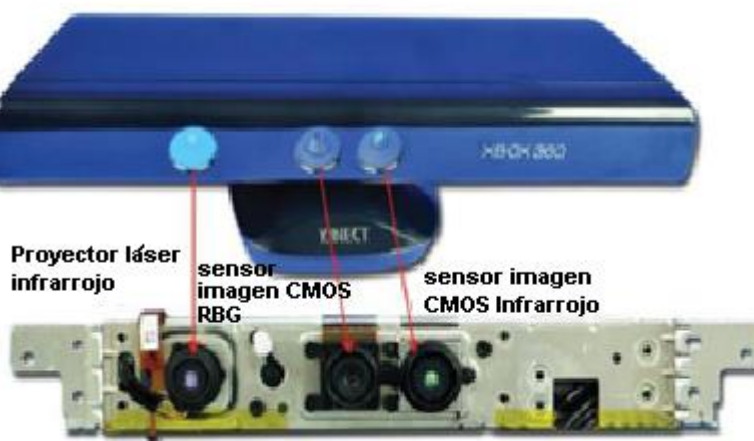
**Motor:** Permite el movimiento del sensor del kinect en sentido vertical.

**Sensores 3D de profundidad:** Es la combinación de un proyector de infrarrojos Laser y un sensor de imagen CMOS (Sensor de profundidad).

El proyecto de infrarrojos permite emitir luces de luz infrarrojas y el sensor CMOS se encarga de captar estos haces de luz infrarrojos que son reflejado hacia el sensor, los haces reflejados son convertidos en información de profundidad midiendo la distancia entre un objeto y el sensor.

El rango de detección de la profundidad del sensor es ajustable gracias al software de Kinect capaz de calibrar automáticamente el sensor, basado en la jugabilidad y en el ambiente físico del jugador, tal como la presencia de sofás [5].

**Sensor de imagen CMOS para RGB:** Se emplea para capturar las coordenadas x e y, se utiliza la entrada RGB (Rojo, Verde y Azul), y así para proporcionar color a las imágenes capturadas por el sensor de profundidad el sensor es mostrado en la siguiente figura.

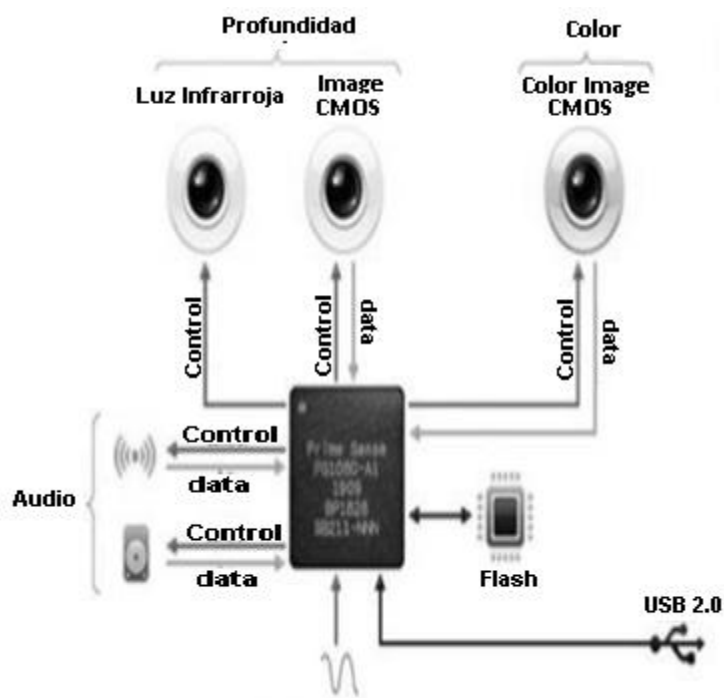


**Figura 3: Sensores que conforman el Kinect.**

**Fuente:** <http://blog.robotiq.com/bid/40428/Using-The-Kinect-For-Robotic-Manipulation>

**Chip PrimeSense ps1080:** Sirve para reconstruir una captura de movimiento 3D de la escena que está ubicada frente al Kinect ya que este chip captura su entorno en tres dimensiones y transforma esas capturas e imágenes sincronizadas en 3D.

Además de los 2 elementos que conforman el sensor 3D, el proyector infrarrojo y el sensor de profundidad, trabaja en conjunto con el chip interno Primesense. Como se muestra en la fig. 4



**Figura 4: Sistema que conforma el chip Primesense.**

Fuente:[http://www.eeworld.com.cn/xfdz/2010/1108/article\\_3829.html](http://www.eeworld.com.cn/xfdz/2010/1108/article_3829.html)

**Acelerómetro:** Permite tener estabilidad en las imágenes cuando se mueve el sensor Kinect.

**Memoria Ram:** Capacidad de 512Mb.

**Ventilador:** Para enfriar el dispositivo.

### 2.5.3. Especificaciones del Kinect:

En la siguiente tabla se indica las especificaciones del sensor Kinect de Microsoft



**Tabla 2: Especificaciones del Kinect**

| <b>Kinect</b>                           | <b>Características</b>                          |
|---|---|
| <b>Ángulo de visión</b>                 | 43° vertical por 57° horizontal                 |
| <b>Rango de inclinación vertical</b>    | ±27°  |
| <b>Resolución de cámara RGB</b>         | 640x480(VGA16) y 1280X1024<br>Píxeles           |
| <b>Resolución Sensor de Profundidad</b> | 640x480(VGA), 320x240 (QVGA) y<br>80x60 píxeles |
| <b>Velocidad de generación</b>          | 30 imágenes por segundo (30fps)                 |

**Fuente:** <http://www.elotrolado.net/wiki/Kinect>

Se debe inclinar el Kinect pocas veces como sea posible, para minimizar el desgaste en el sensor y para minimizar el tiempo de inclinación. El motor de inclinación no está diseñado para el movimiento constante o repetitivo, y los intentos de utilizarlo de esa manera pueden causar la degradación de la función motora.

Para reducir el desgaste, la aplicación debe cambiar el ángulo de elevación no más de una vez por segundo. Además, debe permitir por lo menos 20 segundos de descanso después de 15 cambios consecutivos. Si se exceden estos límites, el motor de inclinación puede experimentar un período de bloqueo y se traducirá en un código de error.

En la imagen de la cámara RBG el valor por defecto es InfraredResolution 640 x 480 Fps 30, que son datos de 16 bits, cuya resolución es de 640 x 480 y la velocidad de fotogramas es de 30 fotogramas por segundo.

#### **2.5.4. Técnica para capturar la profundidad:**

La cámara permite generar una imagen tridimensional de lo que tiene al frente y además reconocer partes del cuerpo humano. Para ello utiliza un sonar de luz infrarroja.

El proyector láser infrarrojo proyecta sobre la escena un patrón de 50000 puntos invisibles al ojo humano, como se muestra en la figura 5, luego de

rebotar en los objetos de la escena el patrón de puntos es captado por la cámara infrarroja que se encuentra a 7,5cm de separación del proyector.

Entonces el circuito integrado, analiza la disparidad provocada por los objetos de la escena entre el patrón de puntos proyectados y el patrón de puntos captados [6]



**Figura 5: Proyección del patrón infrarrojo**

**Fuente:**[http://biqfr.blogspot.com/2010\\_11\\_02\\_archive.html](http://biqfr.blogspot.com/2010_11_02_archive.html)

Cuando la cámara recibe la luz infrarroja generada por el cañón de infrarrojos se combina con el sensor monocromático CMOS, el mismo que genera una malla de puntos mediante los cuales se crea una imagen como se muestra en la figura 6.

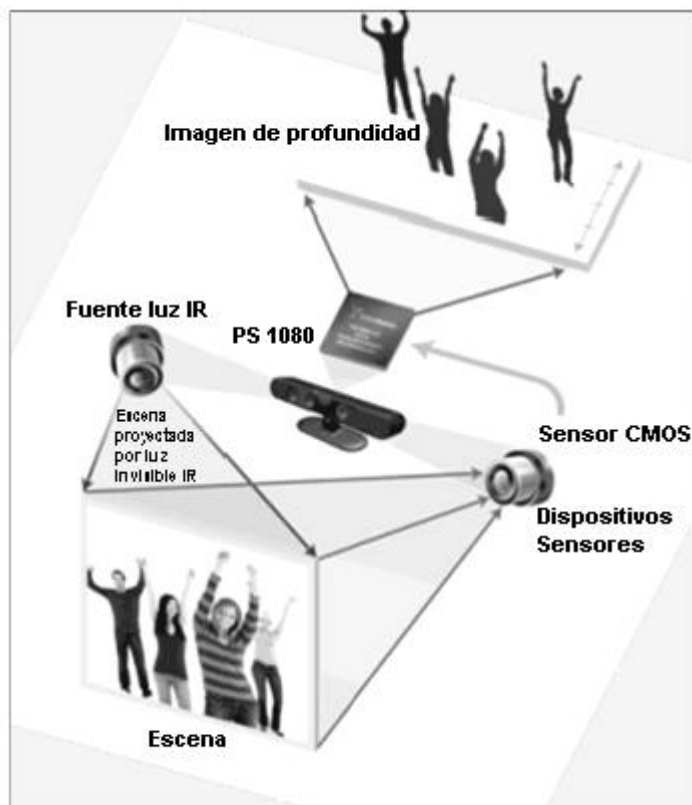


**Figura 6: Imagen generada por la cámara del Kinect.**

**Fuente:**[http://biqfr.blogspot.com/2010\\_11\\_02\\_archive.html](http://biqfr.blogspot.com/2010_11_02_archive.html)

Entonces, la cámara infrarroja detecta esta constelación y Kinect calcula la disparidad para cada píxel (la diferencia entre donde estaba el punto al proyectarlo a donde está en la proyección). Esencialmente, todos los píxeles que Kinect recibe como ruido IR son convertidos en una escala de colores, haciendo que los cuerpos, dependiendo de la distancia, se capturen como rojos, verdes, azules hasta llegar a tonos grises, que representan a objetos muy lejanos. A esto se le llama cámara de luz estructurada. Kinect gracias a ello tiene gran precisión en la detección de profundidad y no depende tanto de la luz ambiental.

Un procesado más completo se obtiene, en un entorno en el que la cámara enfoca la profundidad de los objetos. Acto seguido el chip de procesado de imagen (PrimeSense PS1080) descompone la imagen en los parámetros necesarios para su tratamiento; tal proceso se ilustra en la figura 7.



**Figura 7: Diagrama de la tecnología Kinect patentada por PrimeSense**

**Fuente: <http://www.primesense.com/en/technology/115-the-primesense-3D-sensing-solution>**

El software toma estas imágenes y las hace pasar por una serie de filtros para que Kinect determine qué es una persona y que no lo es. Para esto se siguen una serie de parámetros, en los cuales se define la estructura del cuerpo humano, para impedir que los obstáculos presentes en la escena sean reconocidos como otros jugadores.

### 2.5.5. Limitaciones

El sensor Kinect tiene varias limitaciones que hacen que la profundidad de ciertas regiones de la escena no se pueda estimar o si se estima, la fiabilidad de los datos no es aceptable. Estas limitaciones vienen condicionadas tanto por factores internos, debidos a la arquitectura del dispositivo; como externos, debidos a la naturaleza de la escena.

Los puntos de luz no cubren de forma continua la superficie de los objetos (como muestra la imagen de la derecha Fig 8), lo que conlleva a que algunos píxeles de la imagen de profundidad tienen que ser interpolados. Esto implica que el valor de profundidad de un píxel determinado tiene asociado un margen de error. Este margen es mayor cuanto más alejado está el objeto, puesto que, para una misma superficie, los puntos de luz están más separados [7].

A mayores distancias, los valores de profundidad devueltos para objetos cercanos entre sí tienden a ser muy similares. Sin embargo, si el objeto está a demasiada distancia del sensor, no se calcula ninguna distancia para ese punto (Figura 8).

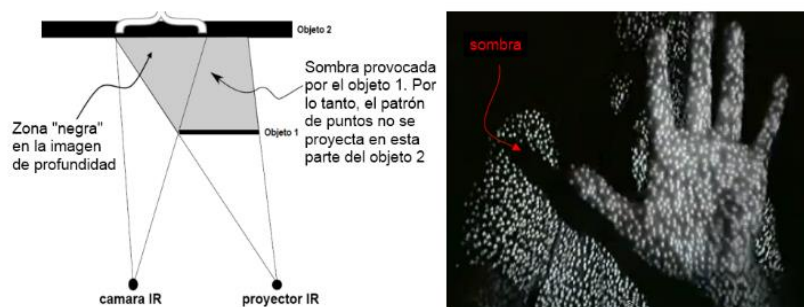


**Figura 8: Efecto de distancias grandes en el Kinect**

**Fuente: [8]**

Esto ocurre así, porque la potencia de luz del haz de infrarrojos se atenúa en el trayecto recorrido, haciendo que sea imperceptible para el sensor de infrarrojos.

La luz emitida por el proyector de infrarrojos, al impactar sobre un objeto, genera una sombra de éste a mayor distancia, como se puede apreciar en la figura 9. El resultado es que no se puede determinar la profundidad en las zonas afectadas por dichas sombras. Esto se manifiesta como píxeles de valor cero (“zonas negras”) en la imagen de profundidad.



**Figura 9: Efecto de las sombras en el Kinect26**

**Fuente: [8]**

Como ocurre con todo sistema óptico, la otra gran limitación viene determinada por las características de los objetos (factores externos). En general, atendiendo a la forma y propiedades de las superficies, se puede hacer la siguiente clasificación de objetos:

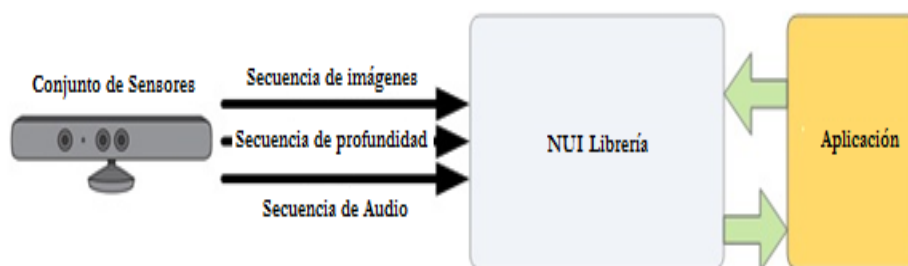
- **Objetos translúcidos:** los puntos de luz que impactan sobre éstos sufren una dispersión, lo que ocasiona indistinguible la deformación del patrón para el sensor.
- **Objetos reflectantes:** los puntos de luz tienden a impactar sobre el objeto reflejado.

Otra limitación radica cuando hay un cambio muy fuerte de luminosidad (luz solar) que impide que la luz infrarroja pueda ser detectada por el Sensor IR.

### 2.5.6. Arquitectura del Kinect

[9]El SDK proporciona una biblioteca de software sofisticado y herramientas para ayudar a los desarrolladores utiliza de buena forma la arquitectura del Kinect, que detecta y reacciona a los acontecimientos del

mundo real. El Kinect y la biblioteca de software interactúan con la aplicación, como se muestra en la figura 10.



**Figura 10: Interacción entre el Software y hardware con la aplicación**

Fuente: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131023.aspx>

## 2.5.7. Requisitos del sistema:

### 2.5.7.1. Sistemas y Arquitecturas operativos compatibles

- Windows 7
- Windows 8
- Estándar Windows Embedded 7
- Windows Embedded Standard 8
- Si su edición de Windows 7 es Windows 7 N o en Windows 7 KN, debe instalar el paquete de características de los medios de comunicación, que es requerido por el Kinect para el tiempo de ejecución de Windows.

### 2.5.7.2. Requisitos de hardware

- El equipo debe tener las siguientes capacidades mínimas de hardware:
  - 32 bits (x86) o 64 bits (x64) de procesador.
  - Dual-core, 2.66-GHz or faster processor
  - USB 2.0 dedicado a la Kinect
  - 2 GB de RAM
  - Tarjeta gráfica compatible con DirectX 9.0c
- Un sensor Kinect de Windows.

### **2.5.7.3. Requisitos de Software**

- El equipo debe tener las siguientes capacidades mínimas de software:
  - Visual Studio 2010 o Visual Studio 2012. Las ediciones Free Express se puede descargar desde Microsoft Visual Studio 2010 Express o Microsoft Visual Studio 2012 Express.
  - NET Framework 4 (se instala con Visual Studio 2010), o. NET Framework 4.5 (se instala con Visual Studio 2012).

### **Además de las capacidades de hardware, el Kinect software runtime implementa:**

- Una tubería de software que puede reconocer y realizar un seguimiento de un cuerpo humano. El runtime convierte la información de profundidad en las articulaciones del esqueleto en el cuerpo humano.
- Esto hace que sea posible el seguimiento de hasta dos personas delante de la cámara.
- Integración con la API de Microsoft Speech para que pueda implementar un motor de reconocimiento de voz en su aplicación compatible con Kinect. Esto hace que sea posible añadir comandos de voz, como "Tracking Inicio" o "Seguimiento Stop", para su aplicación. Una estrecha integración con el Face Tracking SDK, lo que hace posible el seguimiento de rostros humanos.

## **2.6. Software para controlar el sensor kinect.**

Poco después del lanzamiento de Kinect, la comunidad de investigadores y desarrolladores de software, tanto a nivel profesional como a nivel particular, comenzaron a hackear el sensor. Y visto el éxito obtenido, Microsoft decidió publicar un SDK (Software Development Kit) oficial de Kinect.

Existen una gran variedad de librerías disponibles, cada uno con sus drivers propios para controlar el sensor Kinect. Pero el inconveniente que no

es posible combinar dos librerías diferentes (de propietarios diferentes) para crear una aplicación concreta

### 2.6.1. SDK Kinect de Windows

Microsoft ha hecho público el kit de desarrollo para programar bajo la plataforma de Kinect, con lo que cualquier desarrollador puede utilizar el kit de desarrollo para programar su propia aplicación utilizando el dispositivo Kinect. Con el SDK (Software Development Kit) oficial del Kinect se pueden realizar dos trackeos esqueléticos simultáneos y cuatro trackeos de posición. Su uso está orientado principalmente a la investigación académica y a programadores particulares.

Este SDK solo es utilizable en entornos Windows 7 y Windows 8, pero el sdk solo permite desarrollar en los siguientes lenguajes de programación permitidos por el SDK, en este caso C++, C# y Visual Basic.

El SDK proporciona las herramientas y APIs, tanto nativo y administrado, que el programador necesita para desarrollar aplicaciones compatibles con Kinect para Microsoft Windows. El desarrollo de las aplicaciones habilitadas para Kinect es esencialmente el mismo que el desarrollo de otras aplicaciones de Windows, excepto que el SDK de Kinect proporciona soporte para las características de la Kinect incluyendo imágenes en color, imágenes de profundidad, entrada de audio, y skeletal data. [8]

Los tipos de ejemplo de api que se pueden desarrollar con el sdk se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3: Ejemplos de los tipos de aplicaciones utilizando la funcionalidad por el SDK**

|   |
|---|
| <b>Estos son ejemplos de los tipos de aplicaciones de Windows que se puede construir utilizando la funcionalidad soportada en este SDK:</b> |
| <b>Reconocer y realizar un seguimiento de mover a la gente a utilizar el seguimiento esquelético.</b>                                       |
| <b>Determinar la distancia entre un objeto y la cámara de sensor utilizando los datos de profundidad</b>                                    |

**Fuente: [8]**



### 3.1.1. El SDK incluye:

En la siguiente tabla se expone lo que incluye el sdk de kinect

**Tabla 4 : Componentes del sdk de kinect.**

| INCLUYE   |
|---|
| Drivers   |
| Documentación técnica para la implementación de las aplicaciones habilitadas para Kinect utilizando un sensor Kinect para Windows.              |
| APIs de referencia y documentación para la programación en código administrado y no administrado.   |
| Las API proporcionan múltiples secuencias multimedia con una latencia mínima de software en varios videos, CPU, y las variables de dispositivo. |

Fuente: [8]

El objetivo primordial del sdk de Windows es obtener las imágenes de color y profundidad sincronizadas en el tiempo y alineadas, de modo que, para cada pixel, se tengan sus tres coordenadas (x,y,z) en un espacio tridimensional de referencia dado.

### 3.1.2. Como trabaja el sdk para el kinect

#### Kinect para el sensor de Windows

Proporciona frames de imagen de color en formato RAW de la cámara RGB, cuadros de imagen de profundidad de la cámara de profundidad, y los datos de audio de la matriz de micrófono para el SDK.

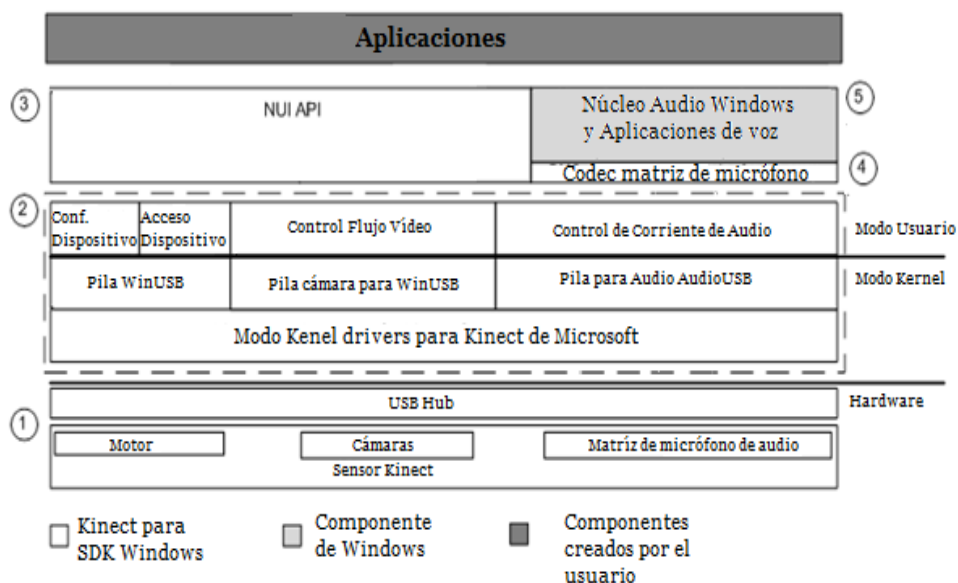
#### Kinect para Windows SDK

Procesa los datos en formato de imagen sin modificaciones del sensor para proporcionarle información como skeletal tracking para dos personas y el reconocimiento de palabras a partir de datos de audio para un idioma determinado.

El sensor Kinect para Windows que posibilita una amplia variedad de interacciones, pero cualquier sensor tiene "Puntos dulces" y limitaciones

### 3.1.3. Arquitectura del Sdk

[9]En la siguiente figura se muestra como está conformada la arquitectura del sdk,



**Figura 11: Arquitectura del sdk**

Fuente: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131023.aspx>

Cada punto se describe en la siguiente parte:

#### 1.-Kinect Hardware:

Los componentes de hardware, incluyendo el sensor de Kinect y el concentrador USB a través del cual el sensor Kinect está conectado a la computadora.

#### 2.-Kinect driver:

Los controladores de Windows para el Kinect, que se instalan con el SDK, se indican en la siguientes tabla.

**Tabla 5: Kinect drivers**

| <b>Los drivers de Kinect son :</b>   |
|--|
| El conjunto de micrófonos Kinect como un dispositivo de audio en modo de núcleo que se puede acceder a través de las API de audio estándar de Windows. |
| Audio y controles de transmisión de video para el streaming de audio y vídeo (color , profundidad, y el esqueleto ) .                                  |
| Funciones de enumeración de dispositivos que permitan una aplicación para utilizar más de un Kinect.   |

**Fuente: [8]**

### **3.-Audio y Video Componentes:**

Interfaz de usuario natural Kinect para el seguimiento de esqueleto, de audio, y el color y la profundidad de imagen.

### **4.-DirectX Medios Object (DMO)**

Que sirve para la formación de haces conjunto de micrófonos y localización de la fuente de audio.

### **5.-Windows 7 APIs estándar:**

El audio, voz y APIs multimedia de Windows 7, como se describe en el SDK de windows 7 y el Microsoft Speech SDK. Estas API también están disponibles para aplicaciones de escritorio en Windows 8.

## **3.2. Interfaz de Usuario Natural de Kinect para Windows(NUI)**

La interfaz de usuario natural (NUI) es el núcleo de la Kinect para aplicaciones de windows. A través de ella se puede acceder a los siguientes datos de los sensores en la aplicación:

- Los datos de audio se transmiten por el flujo de audio.
- Datos de la imagen en color y datos de imagen de profundidad se transmiten por las corrientes de color y profundidad

### 3.2.1. Inicialización de la NUI API.

Los controladores de Kinect permiten el uso de varios sensores Kinect en un mismo ordenador. Además, la NUI API contiene funciones para enumerar los sensores, con el beneficio de que se pueda determinar cuántos sensores Kinect hay conectados al equipo, tomar el nombre de cada uno de ellos y configurar las características de flujo de datos para cada uno de ellos de forma individual. [10].

La NUI API dispone de cuatro subsistemas que pueden ser configurados en cada aplicación. Estos subsistemas pueden ser seleccionados a la hora de inicializar la API, pudiendo seleccionar uno o varios de ellos según nuestro objetivo. A continuación se enumerarán y describirán brevemente en la siguiente tabla:

**Tabla 6: Subsistemas de NUI API**

| Subsistemas de NUI API         |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Color.</b>                  | Activa el flujo de datos de imagen captados por el sensor.  |
| <b>Depth.</b>                  | Activa el flujo de datos de profundidad captados por el sensor.   |
| <b>Depth and Player Index.</b> | Activa la detección de datos de profundidad desde el sensor y asigna un índice de jugador al esqueleto generado. De este modo, se puede identificar a cada usuario captado por Kinect . |
| <b>Skeletal Tracking.</b>      | Si se activa, la aplicación utilizará los datos de posición y seguimiento del esqueleto.  |

Fuente: [8]

### 3.2.2. Flujo de datos:

[11]Si está activado, un Kinect puede capturar audio, color y profundidad de datos y procesar los datos de profundidad para generar datos esqueleto. El sensor proporciona los datos a la aplicación en forma de un flujo de datos.

La API de NUI permite mediante programación de control y acceso a los cuatro de los flujos de datos.

Para evitar la pérdida de frames o fotogramas, la NUI PAI debe asegurarse de que sus procesos de aplicación y los comunicados de cada frame en el momento oportuno. Al inicializar la API de NUI, la aplicación necesita ciertos puntos que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 7: Necesidades de la API de NUI**

| Al inicializar la API de NUI, la aplicación necesita  |
|---|
| Identificar los que se necesitan corrientes   |
| Abra cada corriente   |
| Asignar previamente buffers para contener los datos del sensor                                |
| Obtener los datos nuevos para cada flujo de cada frame  |
| Suelte el buffer de modo que el tiempo de ejecución puede llenarlo con el siguiente fotograma |

**Fuente: [8]**

Para asegurarse de que un búfer no será sobrescrito con el siguiente frame antes de que el anterior frame se haya utilizado, una aplicación utiliza típicamente múltiples buffers por frame para cada flujo. Una aplicación puede solicitar hasta cuatro buffers.

Si en el tiempo de ejecución se llena todos los buffers antes de la aplicación recupera y lanza un frame, entonces el tiempo de ejecución descarta el frame más antiguo y reutiliza ese búfer. Como resultado, es posible que los frames sean eliminados.

### **3.2.2.1. Flujo de Audio**

La matriz de micrófono capta los datos de audio a una resolución de 24 bits, lo que permite la precisión en un amplio rango dinámico de datos de voz, del habla normal en tres o más metros a una persona gritando.

### 3.2.2.2. Flujo de color

Datos de la imagen en color está disponible en diferentes resoluciones y formatos. El formato determina si el flujo de datos de imágenes en color se codifica como RGB, YUV, o Bayer. Usted puede utilizar sólo una resolución y un formato a la vez.

El sensor utiliza una conexión USB que proporciona una cantidad dada de ancho de banda para pasar datos. Su elección de la resolución le permite ajustar el modo en que se utiliza el ancho de banda. Imágenes de alta resolución envíen más datos por trama y se actualizan con menos frecuencia, mientras que las imágenes de baja resolución se actualizan con más frecuencia, con alguna pérdida en la calidad de imagen debido a la compresión. Los datos de color están disponibles en los siguientes formatos, como muestra la siguiente tabla:

**Tabla 8: Formatos de los datos de color de la NUI**

| Formato de Color | Descripción  |
|------------------|--|
| <b>RBG</b>       | 32-bit, mapas de bits lineales X8R8G8B8 con formato de color, en el espacio de color sRGB.   |
| <b>Yuv</b>       | 16-bit, bitmaps lineales UYVY con formato de color gamma corregida, donde la corrección de gamma en el espacio YUV es equivalente a sRGB gamma en el espacio RGB. Debido a que el flujo de YUV utiliza 16 bits por píxel, este formato utiliza menos memoria para almacenar los datos de mapa de bits y asigna menos memoria de búfer. |
| <b>Bayer</b>     | 32-bit, mapas de bits lineales X8R8G8B8 con formato de color, en el espacio de color sRGB. Para trabajar con los datos de Bayer, Los datos de imagen de color Bayer que el sensor vuelve a 1280x960 se comprimen y se convertirán a RGB antes de su transmisión al tiempo de ejecución.  |

Fuente: [8]

Sólo hay un flujo de imágenes color disponible por sensor. El flujo de imágenes de infrarrojos es proporcionada por el flujo de imagen de color, por lo tanto, es imposible tener un flujo de imágenes de color y abierta el flujo de imágenes de infrarrojos al mismo tiempo en el mismo sensor.

Como sólo hay un flujo de imágenes color disponible por sensor, al intentar abrir un segundo flujo de imágenes en color sobre un sensor determinado no se abre una segunda corriente, pero restablece el flujo de imágenes de color existente con los parámetros especificados en la segunda convocatoria.

Gracias a este método se puede utilizar varios flujos de color pero no al mismo tiempo.

### **3.2.2.3. Flujo de profundidad**

Cada marco de la corriente de datos de profundidad se compone de píxeles que contienen la distancia (en milímetros) desde el plano de la cámara al objeto más cercano. Una aplicación puede utilizar los datos de profundidad para seguir el movimiento de una persona o identificar los objetos del fondo.

El flujo de datos de profundidad es el resultado de la fusión de dos tipos separados de datos:

- Los datos de profundidad, en milímetros.
- Los datos de segmentación Player.
- Cada valor de la segmentación jugador es un número entero que indica el índice de un jugador único detectado en la escena.

Los datos de profundidad es la distancia, en milímetros, al objeto más cercano en ese particular (x, y) de coordenadas en el campo del sensor de profundidad de vista. La imagen de la profundidad está disponible en 3 diferentes resoluciones: 640 x 480 (por defecto), 320 x 240 y 80 x 60, lo cual vale especificar en la programación con la siguiente clase Depth Image Format Enumeration.

El ajuste del rango, especificado utilizando el Depth Range Enumeration, determina la distancia del sensor para los que se reciben los valores de profundidad.

### **Reproductor de segmentación de datos**

El tiempo de ejecución del Kinect procesa los datos de profundidad para identificar hasta seis figuras humanas en un mapa de segmentación. El mapa de segmentación es un mapa de bits con valores de píxel correspondiente al índice de la persona en el campo de visión-que es más cercana a la cámara en esa posición de píxel.

El valor "0" indica que ninguna persona se encuentra en ese lugar, los valores de "1" a "6" se identifican jugadores.

### **3.2.3. Coordinación de espacios**

Un dato de Kinect fluye hacia fuera de color, de profundidad y los datos del esqueleto humano un frame a la vez. En esta sección se describe brevemente el espacio de coordenadas para cada tipo de datos y el apoyo de la API para transformar los datos de un espacio a otro. [10]

#### **3.2.3.1. Espacio para el Color**

Cada frame, el sensor de color captura una imagen en color de todo lo visible en el campo de visión del sensor de color. Un bastidor se compone de píxeles. El número de píxeles depende del tamaño de la trama, que se especifica por NUI\_IMAGE\_RESOLUTION. Cada píxel contiene el valor de rojo, verde y azul de un solo píxel en una particular (x,y) de coordenadas de la imagen del color.

La NUI\_IMAGE\_RESOLUTION son las resoluciones de imagen de datos de la secuencia y tiene las siguientes resoluciones. [12]

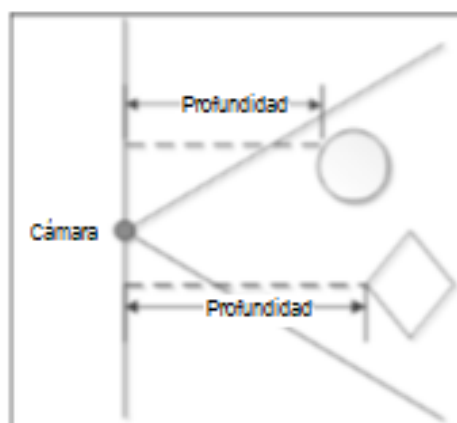


### 3.2.3.2. *Espacio para la Profundidad*

La información de profundidad se devuelve en un mapa de píxeles con una frecuencia máxima de 30 imágenes por segundo. Cada pixel está representado por dos bytes (16 bits), cuyo valor representa teóricamente la distancia del objeto al sensor.

Si el valor de un pixel del mapa es cero, significa que el sensor no pudo apreciar la profundidad para esa región debido a las limitaciones del sensor.

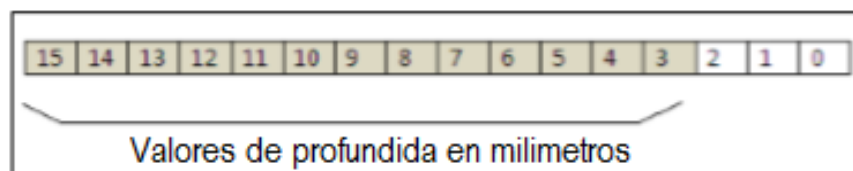
Cada píxel contiene la distancia cartesiana, en milímetros, desde el plano de la cámara al objeto más cercano en esa coordenada particular (x,y) como se muestra en la Figura 12. Las coordenadas (x,y) de la imagen de profundidad no representan unidades físicas en la habitación, sino que representan la ubicación de un pixel en la imagen de profundidad.



**Figura 12: Forma de medir la profundidad del Kinect**

**Fuente:** <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh438997.aspx>

Los datos de profundidad real son de un tamaño de 12 bits. En la Figura 13 se muestra la localización de los datos de profundidad.



**Figura 13: Ubicación de los bits de profundidad.**

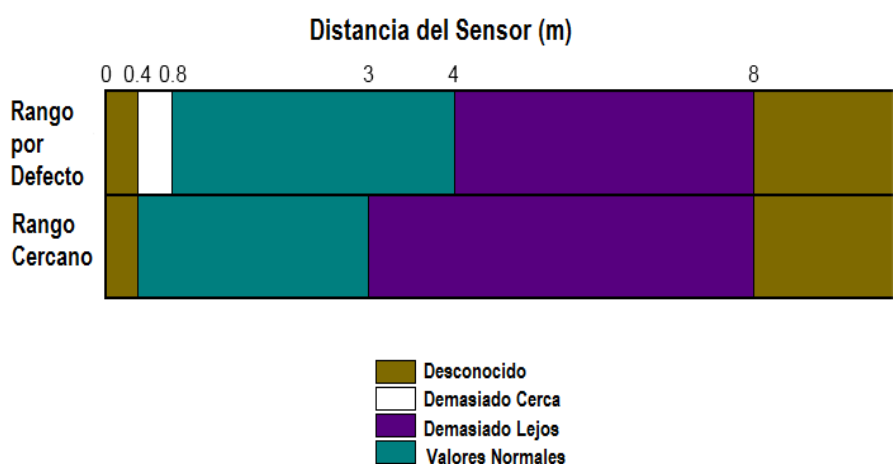
**Fuente:** Tesis Detección de robo/abandono de objetos en interiores utilizando cámaras de profundidad.

Hay tres valores que indican que la profundidad no podría determinarse de forma fiable en una ubicación.

- El valor "demasiado cerca" significa que un objeto fue detectado, pero está muy cerca del sensor para proporcionar una medición de distancia fiable.
- El valor "demasiado lejos" significa que un objeto fue detectado, pero está muy lejos poder medirse de forma fiable.
- El valor "desconocido" significa que ningún objeto fue detectado.

El sensor de profundidad tiene dos rangos de profundidad: el rango por defecto y el rango cercano. La Figura 14 ilustra los rangos de profundidad del sensor en metros.

El rango predeterminado está disponible tanto en el sensor Kinect para Windows y para Xbox 360, el rango cercano está disponible sólo en el sensor Kinect para Windows.



**Figura 14: Rango de distancias admitidas por el sensor Kinect**

: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973078.aspx#Depth\\_Ranges](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973078.aspx#Depth_Ranges)

### 3.2.3.3. *Espacio para los datos del Skeleton*

Cada frame, la imagen de profundidad capturada es procesado por el runtime de Kinect (tiempo de ejecución del Kinect) en Skeleton data. Skeleton data contiene datos de posición 3D de los esqueletos humanos con capacidad para dos personas que son visibles en el sensor de profundidad. La posición de un esqueleto y cada una de las articulaciones o joints del esqueleto (si el seguimiento activo está habilitado) son almacenadas como coordenadas (x, y, z).

X, Y y Z ejes son los ejes del cuerpo del sensor de profundidad, como se muestra en la figura.

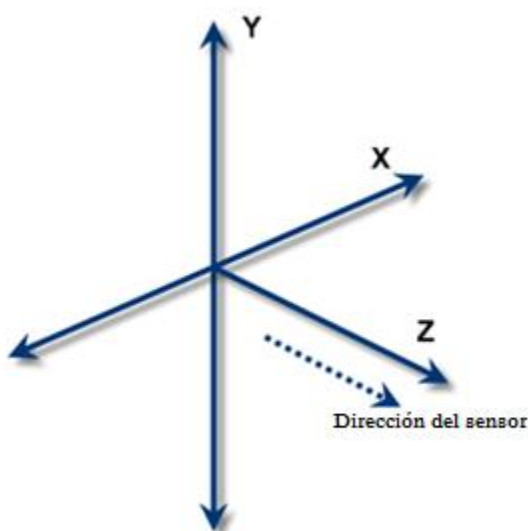


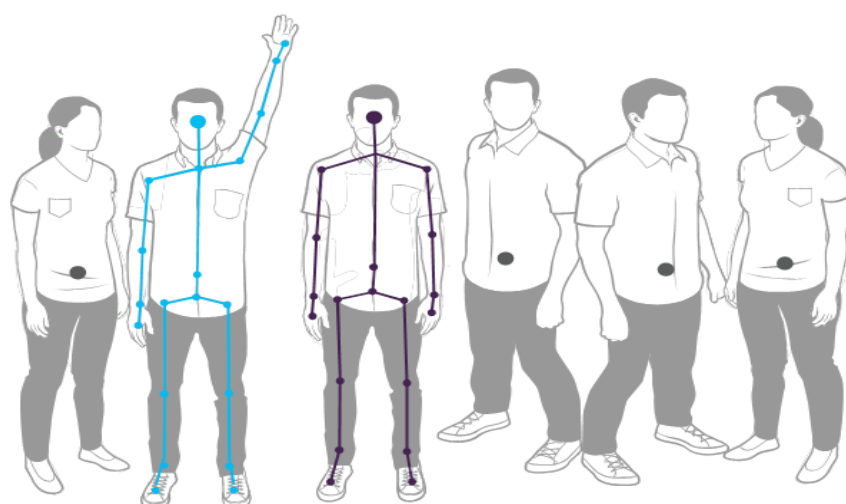
Figura 15: Espacio del skeleton

Fuente: [8]

### 3.2.4. Skeletal Tracking

Usando el infrarrojo (IR) de la cámara, Kinect puede reconocer hasta seis usuarios en el campo de visión del sensor. De estos, hasta dos usuarios pueden realizar un seguimiento en detalle. Una aplicación puede localizar las articulaciones de los usuarios en el espacio y realizar un seguimiento de sus movimientos en el tiempo [13].

Kinect puede reconocer 6 personas pero realizar el seguimiento de los movimientos de 2 personas como muestra la figura 16.



**Figura 16: Skeletal Tracking**

**Fuente:**<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>

Skeletal Tracking está optimizado para reconocer a los usuarios de pie o sentado.

Para ser reconocido, los usuarios sólo tienen que estar en frente del sensor, lo que hace que el sensor pueda ver la cabeza y la parte superior del cuerpo humano; No se necesita ninguna acción o calibración específica para que el kinect realice el seguimiento de su cuerpo.

#### **3.2.4.1. Modo de esqueleto completo**

Kinect para Windows puede realizar un seguimiento de los esqueletos total con 20 puntos o joints, como muestra la figura 17.



**Figura 17: Modo de esqueleto completo**

Fuente: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>

### 3.2.5. Visión de profundidad:

**Límites físicos (Physical limits)** - Las capacidades reales del sensor y lo que puede captar el mismo.

**Puntos dulces o (sweet spot)** - Poblaciones donde experimentan las personas interacciones óptimas, dado que con frecuencia suele tener un gran rango de movimiento y la necesidad de realizar un seguimiento con los brazos o las piernas extendidas.

#### Rangos de profundidad en el modo Near:

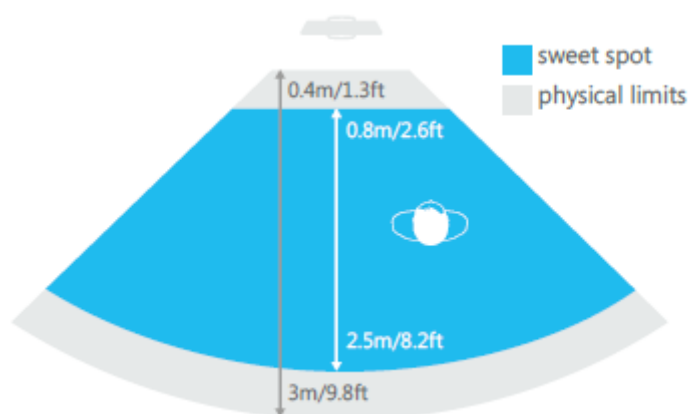


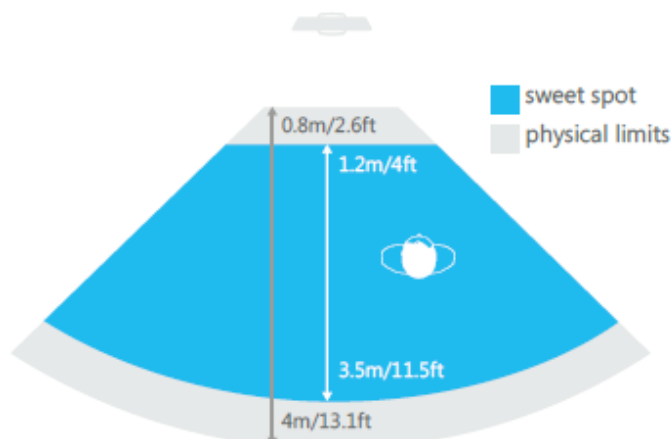
Figura 18: Rangos de profundidad en el modo Near:

Fuente: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>

En este modo el sensor de kinect puede tener los siguientes rangos de profundidad que se describen más adelante y como muestra la figura 18.

- **Physical Limits:** 0.4m a 3m
- **Sweet spot:** 0.8m a 2.5m

### Rangos de profundidad en el modo Default:



**Figura 19: Rangos de profundidad en el modo Near:**

**Fuente:** <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>

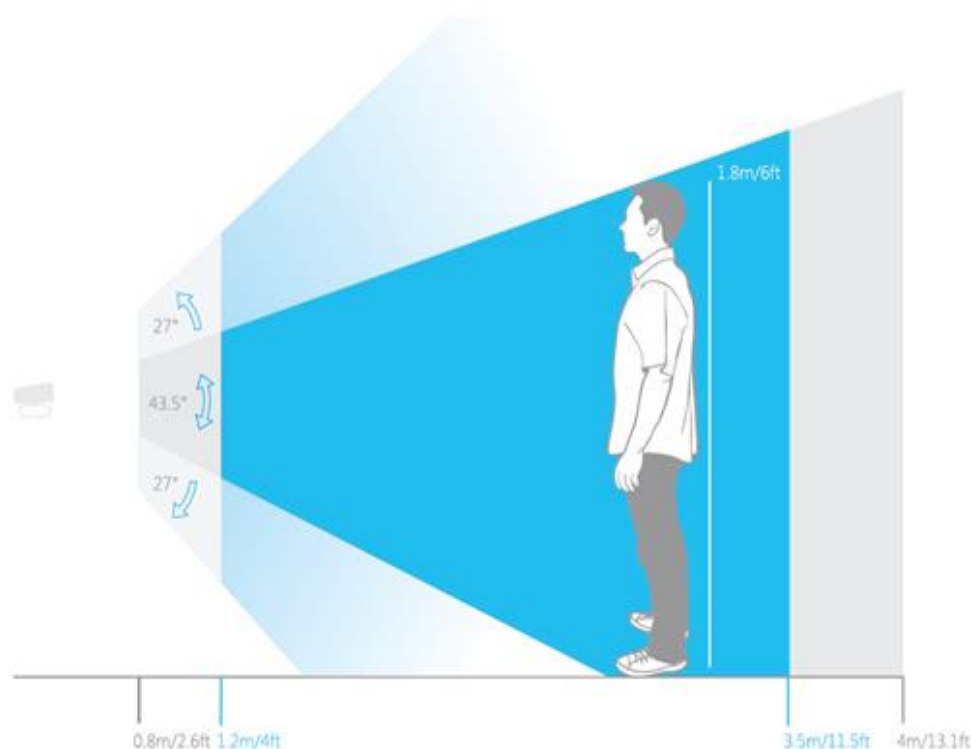
En este modo el sensor de kinect puede tener los siguientes rangos de profundidad que se describen más adelante y como muestra la figura 19.

- **Límites físicos:** 0.8m a 4m (por defecto) la profundidad extendida (más allá de 4m) también puede ser recuperada pero los datos del esqueleto y de seguimiento de jugadores que se puede conseguir pueden ser poco fiables.
- **Sweet spot:** 1,2 m a 3,5 m (Es la distancia entre el sensor kinect y las personas).

#### 3.2.6. Campo de visión

Kinect campo de visión de los usuarios está determinado por la configuración de la cámara de infrarrojos, que se establecen con el DepthRange Enumeración.

En el modo de rango por defecto, Kinect puede ver a la gente de pie entre 0,8 metros (2,6 pies) y 4,0 metros (13,1 pies) de distancia; los usuarios tendrán que ser capaces de utilizar sus brazos a esa distancia, lo que sugiere un rango práctico de 1.2 a 3.5 metros. Como muestra la siguiente figura.



**Figura 20: Campo de visión del Kinect de Microsoft**

**Fuente:** <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>

El espacio de interacción es la zona delante del sensor de Kinect donde los sensores de infrarrojos y de color tienen una vista desbloqueada de todo en frente del sensor. Si la iluminación no es demasiado brillante y no demasiado débil, y los objetos que están siendo seguidos no son demasiado reflexivos, debe obtener buenos resultados de seguimiento de esqueletos humanos [13].

El espacio de interacción es definido por el campo de visión de las cámaras de Kinect, que se describió anteriormente en las especificaciones técnicas de los componentes del Kinect de Microsoft. Para aumentar el posible espacio de interacción, inclinar el sensor usando el motor de inclinación incorporado.

El motor de inclinación soporta un +/-27 grados, lo que aumenta en gran medida el posible espacio de interacción en frente del sensor, Como muestra la figura 20.

### **3.2.7. Reconocimiento de voz**

El reconocimiento de voz es una de las funciones clave de la API NUI. Conjunto de micrófonos del sensor Kinect es un dispositivo de entrada excelente para las aplicaciones basadas en reconocimiento de voz. Proporciona una mejor calidad de sonido de un micrófono único comparable y es mucho más cómodo de usar que un auricular. Las aplicaciones administradas pueden utilizar el micrófono de Kinect con la API Microsoft.Speech, que soporta los últimos algoritmos acústicos. Kinect para Windows SDK incluye un modelo personalizado acústico optimizado para arreglo de micrófonos de la Kinect.



## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se detallará todo el proceso de desarrollo del proyecto, desde el análisis inicial hasta la implementación. Este es el núcleo del proyecto, ya que en él podemos ver toda la funcionalidad y se explicará en profundidad cuál es el funcionamiento del sistema completo.

Para el desarrollo del sistema con calidad se seleccionó el ciclo de vida en cascada el cuál proporciona un orden riguroso en las etapas de desarrollo de software, de modo que para que una etapa pueda comenzar, la anterior debe haber finalizado [14].

El ciclo de vida en cascada comprende las siguientes fases: Análisis, Diseño, Implementación, Verificación y Mantenimiento. que servirán como guía para el diseño de la aplicación.

La fase de Diseño se basa en construir un diseño de la aplicación utilizando los requisitos documentados anteriormente. Se detalla cuál es la arquitectura y un prototipo de pantallas para lo cual existen varias herramientas y procesos para el correcto diseño del sistema pero depende de la experiencia del diseñador y del exigencia del cliente para seleccionar cuales son las mejores. (Rigby, 1994)

La fase de Implementación corresponde a la codificación para satisfacer los requerimientos expresado en el punto primero y el diseño expresado en la fase de diseño.

En la fase de verificación se realiza varios exámenes que comprueben la funcionalidad de todo el sistema.

La fase de Mantenimiento sirve para corregir los errores que se haya documentado en el punto anterior.

Para facilitar la lectura y definir de forma clara todas las fases del desarrollo, se ha dividido este capítulo en tres partes bien diferenciadas. En primer lugar, veremos el análisis, donde detallaremos los requisitos del sistema y casos de uso. A continuación, se explicará la fase de diseño, en la que veremos cuál es la arquitectura del sistema y especificaremos cuál es el diseño de la aplicación. Por último, se verá la fase de implementación en la que veremos los aspectos más importantes para llevar a cabo la implementación de la aplicación.

#### **4.1. Análisis**

En este punto, se analiza cuál es el funcionamiento básico del sistema y se define cuáles serán todas sus funcionalidades y restricciones a través de los casos de uso y los requisitos. Además tendremos una perspectiva global del funcionamiento de la aplicación.

Este proceso se ha llevado a cabo mediante una serie de entrevistas con el cliente (en este caso el director de la institución y la docente que dicta la asignatura del idioma inglés) en las que se definen los objetivos y funcionalidades que debe cumplir la aplicación. Una vez realizado el análisis de requisitos se expondrá al cliente para su confirmación.

Las entrevistas están redactadas como minuta las cuales están en los anexos.

##### **4.1.1. Visión General de la Aplicación**

El controlador Kinect, será el encargado de proporcionar una interacción natural entre el usuario y una aplicación educativa interactiva. La aplicación del controlador Kinect incluirá un menú principal que será mostrado al inicio de la aplicación, en el que el usuario podrá decidir con qué nivel interactuar. La aplicación tendrá 2 tipos de actividades:

La primera actividad es seleccionar una opción de todas las que muestre la pantalla para responder correctamente a la pregunta que realice el sistema, utilizando una extremidad superior (izquierda o derecha) del

usuario, para que el sensor kinect obtenga el resultado expresado por el estudiante y posteriormente valide la acción realizada para mostrar si la respuesta fue correcta o incorrecta por medio de audio y texto en la pantalla.

La segunda actividad es la de pronunciar la respuesta correcta a la pregunta que realice el sistema, para que el sensor kinect obtenga dicha respuesta, la valide y posteriormente muestre si la contestación es correcta o incorrecta por medio de audio y texto en la pantalla.

#### 4.1.2. Análisis de Requerimientos

Es en este punto en se deben definir las necesidades del producto que se debe desarrollar.

El objetivo principal, por tanto, es el de describir una serie de requisitos mediante los cuales se pueda evaluar que el producto final desarrollado se ajusta a estos requisitos, es decir, si cumple toda la funcionalidad pedida.

Los requisitos se dividirán en dos grupos: requisitos funcionales y requisitos no funcionales.

✓ **Requisitos Funcionales.** Son aquellos requisitos que describen el funcionamiento del sistema. De este modo, definirán el comportamiento interno del software.

✓ **Requisitos No Funcionales.** Son los requisitos que especifican criterios que pueden usarse para juzgar la operación de un sistema en lugar de sus comportamientos específicos. Dentro del ámbito de los requisitos no funcionales podemos diferenciar una gran variedad:

- De Rendimiento: Especifican valores numéricos para variables de rendimiento, como tasas de transferencia o velocidad de procesos.
- De Interfaz: Detallan el hardware y/o software con el que el sistema debe interactuar.
- De Operación: Indican cómo va a realizar el sistema las tareas para las que ha sido construido, de forma que se garanticen los niveles de servicio requeridos.

- De Recursos: Definen los límites superiores en recursos físicos tales como potencia, espacio de disco, memoria principal, etc.
- De Comprobación: Definen cómo el sistema debe verificar los datos de entrada y salida.
- De Documentación: Describen los requisitos para la documentación del proyecto.
- De Seguridad: Especifican los requisitos para asegurar el sistema contra amenazas de confidencialidad, integridad y disponibilidad.
- De Calidad: Definen los atributos de software que aseguran que será adecuado para su propósito.
- De Mantenimiento: Detallan la facilidad que tendrá el software para reparar los defectos o adaptarlo a nuevos requisitos.

Además, para que el análisis de requisitos sea realizado de forma correcta, éste debe cumplir una serie de características, tal y como se especifica en el estándar IEEE 830. Las características deseables para la correcta definición de los requisitos son las siguientes:

**Corrección:** La especificación de requisitos solo será correcta si todo requisito que se refleja en ella refleja alguna necesidad real.

**Ambigüedad:** El documento no debe ser ambiguo. Para que esto ocurra, cada uno de los requisitos descritos tiene una única interpretación y deben describirse utilizando un término único para evitar confusiones.

**Completitud:** Los requisitos deben ser completos. Para ello, se deben incluir todos los requisitos significativos del software.

**Verificabilidad:** Un requisito debe poder ser verificado mediante un proceso no excesivamente costoso, de modo que una persona o máquina pueda comprobar que el software satisface este requisito.

**Consistencia:** El conjunto de requisitos no debe llevar a situaciones contradictorias o conflictivas entre ellos.

**Clasificación:** Los requisitos deben estar clasificados según la importancia de los mismos. De este modo, se les dará una prioridad para que a la hora de implementar no se empleen excesivos recursos para requisitos menos prioritarios.

**Modificabilidad:** La especificación de requisitos es modificable si se encuentra estructurada de forma que los cambios puedan ser realizados de forma sencilla y consistente.

**Trazabilidad:** Los requisitos serán trazables si tenemos claro en todo momento cuál es su origen y nos facilita la referencia de cada requisito a sus correspondientes componentes de diseño e implementación.

#### 4.1.3. Campos de los Requerimientos:

A continuación, se describirán los campos que serán utilizados para la definición de los requisitos del sistema. De este modo, sabremos qué información se incluye en cada uno de los campos.

**Identificador.** Este campo identificará de forma unívoca cada uno de los requisitos. Este campo estará formado por un acrónimo que defina el tipo de requisito del que vamos a tratar y un número que lo identifique dentro de este grupo de requisitos. En la siguiente tabla se muestran los acrónimos utilizados para las diferentes clases de requisitos:

**Tabla 9: Acrónimos Clases de Requisitos**

| ACRÓNIMO | TIPO DE REQUISITO                       |
|----------|---|
| RF       | Requisito Funcional                     |
| RNFR     | Requisito No Funcional de Rendimiento   |
| RNFI     | Requisito No Funcional de Interfaz      |
| RNFO     | Requisito No Funcional de Operación     |
| RNFC     | Requisito No Funcional de Comprobación  |
| RNFD     | Requisito No Funcional de Documentación |
| RNFM     | Requisito No Funcional de Mantenimiento |
| RNFU     | Requisito No Funcional de Usabilidad    |
| RNFS     | Requisito No Funcional de Soporte       |

**Fuente: Estándar IEEE 830**

**Título:** Breve descripción del requisito.

**Fecha:** Fecha en la que fue creado o modificado el requisito por última vez.

**Versión:** Este campo indicará el estado del requisito en un momento dado de su desarrollo o modificación. Comenzarán a enumerarse desde el número 1, incrementando en una unidad su valor según se vayan realizando modificaciones.

**Descripción:** Se describirá de forma concisa el objetivo del requisito. Debe ser coherente y evitar ambigüedades.

**Prioridad:** Este campo determina la importancia de realizar el requisito respecto a los demás. Para definirlo de forma correcta se ha tomado en cuenta el siguiente rango de prioridades:

- **Alta:** Los requisitos con esta prioridad deberán anteponerse a los demás debido a su relevancia en el proyecto.
- **Media:** Aunque los requisitos con esta prioridad no son tan importantes como los del caso anterior, su no cumplimiento podría causar deficiencias en la calidad del producto final.
- **Baja:** Los requisitos con prioridad baja serán los últimos en ejecutarse debido a que no son de vital importancia.

**Estabilidad:** La estabilidad nos muestra la posibilidad de que un requisito sea modificado a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Los niveles tomados en cuenta son los siguientes:

- **Alta:** El requisito no será modificado durante el proyecto.
- **Media:** El requisito podría ser modificado durante el ciclo de vida del proyecto debido a cambios en el mismo.
- **Baja:** El requisito puede ser modificado con asiduidad durante el desarrollo.

**Necesidad:** Mediante este campo se define la utilidad del requisito, así como su influencia a lo largo del proyecto. Los niveles de necesidad son los siguientes:

- **Esencial:** El requisito debe cumplirse obligatoriamente.
- **Deseable:** No es obligatorio pero si recomendable, ya que aportaría calidad al proyecto.
- **Opcional:** El requisito tiene carácter opcional, por lo que su incumplimiento no afectaría al uso normal del sistema.

#### **4.1.4. Requisitos Funcionales**

A continuación se describirán los requisitos funcionales.

**Tabla 10: RF-001 Iniciar aplicación**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-001                                  |
| <b>Título</b>        | <b>Iniciar aplicación</b>               |
| <b>Versión</b>       | 1                                       |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                              |
| <b>Descripción</b>   | El usuario deberá iniciar la aplicación |
| <b>Prioridad</b>     | Alta                                    |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta                                    |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial                                |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 11: RF-002 Ver menú niveles**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-002  |
| <b>Título</b>        | <b>Ver menú de niveles</b>                                      |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará el menú de niveles al iniciar la aplicación |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



Tabla 12: RF-003 Selección de nivel

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-003  |
| <b>Título</b>        | <b>Selección de nivel</b>   |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | <p>El usuario podrá seleccionar el nivel que desee interactuar de los siguientes niveles:</p> <p>Select the correct number.<br/>Say the correct number.</p> <p>Select the correct color.<br/>Say the correct color.</p> <p>Select the correct animals.<br/>Say the correct animals.</p> <p>Select the correct family.<br/>Say the correct family.</p> |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 13: RF-004 Regresar al Menú principal**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-004  |
| <b>Título</b>        | <b>Regresar al Menú principal</b>                                 |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El usuario podrá salir de un nivel y regresar al nivel principal. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

## 4.1.4.1. Requerimientos del nivel: "Select the correct number".

Tabla 14: RF-005 Instrucciones del nivel en formato audio

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-005  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel en formato audio</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá las instrucciones del nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 15: RF-006 Instrucciones del nivel por pantalla

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-006  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel por pantalla</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                      |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará las instrucciones del nivel |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 16 : RF-007 Instrucciones del nivel por Selección del número correcto con la extremidad superior derecha**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-007   |
| <b>Título</b>        | <b>Selección del número correcto con la extremidad superior derecha.</b>   |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El usuario podrá seleccionar una opción de todas las que le presente la pantalla con su extremidad superior derecha, en las opciones estarán los números del 0 al 9. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 17: RF-008 Validación de la opción seleccionada por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-008  |
| <b>Título</b>        | <b>Validación de la opción seleccionada por el usuario.</b>               |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema validará si la respuesta del usuario es correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 18: RF-009 Mostrar resultado por audio de cada elección.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-009   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por audio de cada elección</b>                          |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá si la elección del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 19: RF-010 Mostrar resultado por texto de cada elección.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-010  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por texto de cada elección</b>                       |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará si la elección del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 20: RF-011 Mostrar resultado final por texto.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-011  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado final por texto</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará cuantos aciertos y cuantos errores obtuvo el usuario al finalizar el nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

## 4.1.4.2. Requerimientos del nivel: Say the correct number

Tabla 21: RF-012 Instrucciones del nivel en formato audio.

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-012  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel en formato audio</b>                         |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá las instrucciones del nivel en formato de audio. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 22: RF-013 Instrucciones del nivel por pantalla

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-013  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel por pantalla</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                      |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará las instrucciones del nivel |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 23: RF-014 Obtención de una palabra dicha por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-014  |
| <b>Título</b>        | <b>Obtención de una palabra dicha por el usuario.</b> |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema captará el audio expresado del usuario.    |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 24: RF-015 Validación de la palabra expresada por el usuario.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-015   |
| <b>Título</b>        | <b>Validación de la palabra expresada por el usuario.</b>                  |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema validará si la respuesta del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



**Tabla 25: RF-016 Mostrar resultado por audio de cada respuesta realizada por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-016  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por audio de cada respuesta realizada por el usuario.</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará el resultado por audio de la respuesta dada por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 26: RF-017 Mostrar resultado por texto de cada respuesta realizada por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-017  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por texto de cada respuesta realizada por el usuario.</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará el resultado por texto de la respuesta dada por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 27: RF-018 Mostrar resultado final por texto

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-018  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado final por texto</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará cuantos aciertos y cuantos errores obtuvo el usuario al finalizar cada nivel el estudiante. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

#### 4.1.4.3. *Requerimientos del nivel: Select the correct color*

**Tabla 28: RF-019 Instrucciones del nivel en formato audio**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-019   |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel en formato audio</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                       |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará las instrucciones del nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 29: RF-020 Instrucciones del nivel por pantalla**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-020  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel por pantalla</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                      |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará las instrucciones del nivel |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 30: RF-021 Selección del color correcto con la extremidad superior.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-021  |
| <b>Título</b>        | <b>Selección del color correcto con la extremidad superior.</b>   |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El usuario podrá seleccionar una opción de todas las que le presente la pantalla con su extremidad superior, en las opciones estarán los colores Blue, Red, Brown, Black, White, Green, Orange, Pink, Purple , Yellow . |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 31: RF-022 Validación de la opción seleccionada por el usuario.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-022   |
| <b>Título</b>        | <b>Validación de la opción seleccionada por el usuario.</b>                |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema validará si la respuesta del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 32: Mostrar resultado por audio de cada elección**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-023   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por audio de cada elección</b>                          |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá si la elección del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 33: RF-024 Mostrar resultado por texto de cada elección**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-024  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por texto de cada elección</b>           |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará si la elección fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 34: RF-025 Mostrar resultado final por texto

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-025  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado final por texto</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará cuantos aciertos y cuantos errores tuvo el usuario al finalizar el nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

4.1.4.4. **Requerimientos del nivel: Say the correct color****Tabla 35: RF-026 Instrucciones del nivel en formato audio**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-026  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel en formato audio</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá las instrucciones del nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 36: RF-027 Instrucciones del nivel por pantalla**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-027  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel por pantalla</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                      |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará las instrucciones del nivel |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 37: RF-028 Obtención de una palabra dicha por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-028  |
| <b>Título</b>        | <b>Obtención de una palabra dicha por el usuario.</b> |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El usuario podrá expresar su respuesta.               |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 38: RF-029 Validación de la palabra expresada por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-029  |
| <b>Título</b>        | <b>Validación de la palabra expresada por el usuario.</b>                 |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema validará si la respuesta del usuario es correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



**Tabla 39: RF-030 Mostrar resultado por audio de cada respuesta realizada por el usuario.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-030   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por audio de cada respuesta realizada por el usuario.</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá el resultado por audio de la respuesta dada por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 40: RF-031 Mostrar resultado por texto de cada respuesta realizada por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-031  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por texto de cada respuesta realizada por el usuario.</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará el resultado por texto de la respuesta dada por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 41: RF-032 Mostrar resultado final por texto.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-032   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado final por texto</b>   |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará cuantos aciertos y cuantos errores obtuvo el estudiante al finalizar el nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

## 4.1.4.5. Requerimientos del nivel: Select the correct vocal

Tabla 42: RF-033 Instrucciones del nivel en formato audio

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-033  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel en formato audio</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá las instrucciones del nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 43: RF-034 Instrucciones del nivel por pantalla

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-034  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel por pantalla</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                      |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará las instrucciones del nivel |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 44: RF-035 Selección del color correcto con la extremidad superior.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-035  |
| <b>Título</b>        | <b>Selección del color correcto con la extremidad superior.</b>   |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El usuario podrá seleccionar una opción de todas las que le presente la pantalla con su extremidad superior derecha, en las opciones estarán las vocales a,e,i,o,u. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 45: RF-036 Validación de la opción seleccionada por el usuario.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-036   |
| <b>Título</b>        | <b>Validación de la opción seleccionada por el usuario.</b>                |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema validará si la respuesta del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 46: RF-037 Mostrar resultado por audio de cada elección**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-037   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por audio de cada elección</b>              |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá si la elección fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 47: RF-038 Mostrar resultado por audio de cada elección**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-038  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por texto de cada elección</b>           |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará si su elección fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 48: RF-038 Mostrar resultado final por texto**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-039  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado final por texto</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará cuantos aciertos y cuantos errores obtuvo el usuario al finalizar el nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

## 4.1.4.6. Requerimientos del nivel: Say the correct vocal

Tabla 49: RF-040 Instrucciones del nivel en formato audio

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-040  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel en formato audio</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá las instrucciones del nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 50: RF-041 Instrucciones del nivel por pantalla

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-041  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel por pantalla</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                      |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará las instrucciones del nivel |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 51: RF-042 Obtención de una palabra dicha por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-042  |
| <b>Título</b>        | <b>Obtención de una palabra dicha por el usuario.</b> |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema captará el audio expresado por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 52: RF-042 Validación de la palabra expresada por el usuario.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-042   |
| <b>Título</b>        | <b>Validación de la palabra expresada por el usuario.</b>                  |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema validará si la respuesta del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



**Tabla 53: RF-043 Mostrar resultado por audio de cada respuesta realizada por el usuario.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-043   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por audio de cada respuesta realizada por el usuario.</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá el resultado por audio de la respuesta dada por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 54: RF-044 Mostrar resultado por texto de cada respuesta realizada por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-044  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por texto de cada respuesta realizada por el usuario.</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará el resultado por texto de la respuesta dada por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 55: RF-045 Mostrar resultado final por texto.

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-045  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado final por texto</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El usuario mostrará cuantos aciertos y cuantos errores obtuvo el usuario al finalizar el nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

4.1.4.7. **Requerimientos del nivel: “Select the correct animal”.****Tabla 56: RF-046 Instrucciones del nivel en formato audio**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-046  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel en formato audio</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El usuario reproducirá las instrucciones del nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 57: RF-047 Instrucciones del nivel por pantalla**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-047  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel por pantalla</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                      |
| <b>Descripción</b>   | El usuario mostrará las instrucciones del nivel |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 58: RF-048 Instrucciones del nivel por Selección del número correcto con la extremidad superior derecha**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-048   |
| <b>Título</b>        | <b>Selección del número correcto con la extremidad superior derecha.</b>   |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El usuario podrá seleccionar una opción de todas las que le presente la pantalla con su extremidad superior derecha, en las opciones estarán los animales: Bear, Cat, Chicken, Dog, Elephant, Horse, Lion, Monkey, Pig, Sheep. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 59: RF-049 Validación de la opción seleccionada por el usuario.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-049   |
| <b>Título</b>        | <b>Validación de la opción seleccionada por el usuario.</b>                |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema validará si la respuesta del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

:

**Tabla 60: RF-050 Mostrar resultado por audio de cada elección.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-050   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por audio de cada elección</b>                          |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá si la elección del usuario fue correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 61: RF-051 Mostrar resultado por texto de cada elección.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-051   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por texto de cada elección</b>          |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará si su elección es correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 62: RF-052 Mostrar resultado final por texto.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-052  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado final por texto</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El mostrará cuantos aciertos y cuantos errores obtuvo el usuario al finalizar el nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

## 4.1.4.8. Requerimientos del nivel: Say the correct number

Tabla 63: RF-053 Instrucciones del nivel en formato audio.

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-053  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel en formato audio</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá las instrucciones del nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 64: RF-054 Instrucciones del nivel por pantalla

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-054  |
| <b>Título</b>        | <b>Instrucciones del nivel por pantalla</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014                                      |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará las instrucciones del nivel |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 65: RF-055 Obtención de una palabra dicha por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-055  |
| <b>Título</b>        | <b>Obtención de una palabra dicha por el usuario.</b> |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema podrá captar lo expresado por el usuario.  |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 66: RF-056 Validación de la palabra expresada por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-056  |
| <b>Título</b>        | <b>Validación de la palabra expresada por el usuario.</b>                 |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema validará si la respuesta del usuario es correcta o incorrecta. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



**Tabla 67: RF-057 Mostrar resultado por audio de cada respuesta realizada por el usuario.**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RF-057   |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por audio de cada respuesta realizada por el usuario.</b>     |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema reproducirá el resultado por audio de la respuesta dada por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 68: RF-058 Mostrar resultado por texto de cada respuesta realizada por el usuario.**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-058  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado por texto de cada respuesta realizada por el usuario.</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará el resultado por texto de la respuesta dada por el usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 69 : RF-059 Mostrar resultado final por texto**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RF-059  |
| <b>Título</b>        | <b>Mostrar resultado final por texto</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 14/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | El sistema mostrará cuantos aciertos y cuantos errores obtuvo el usuario al finalizar el nivel. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

#### 4.1.5. Requisitos no Funcionales

A continuación se describirán los requisitos no funcionales contemplados para la realización del proyecto. Esta definición se realizará de forma similar al caso de los requisitos funcionales, utilizando los mismos campos para su especificación.

**Tabla 70: RNFR-01 Tiempo de respuesta**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Identificador</b> | RNFR-01   |
| <b>Título</b>        | Tiempo de respuesta   |
| <b>Versión</b>       | 1   |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014  |
| <b>Descripción</b>   | La aplicación deberá ejecutarse en tiempo real con un retardo máximo de 2 milisegundos de forma que no influya en la ejecución de la misma. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta  |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta  |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 71: RNFR-02 Cantidad de usuarios en el sistema**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | <b>RNFR-02</b>   |
| <b>Título</b>        | <b>Cantidad de usuarios en el sistema</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | Al ser un sistema que utiliza el dispositivo sensor kinect solo debe soportar un usuario a la vez. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 72: RNFI-01 Interfaz gráfica**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | <b>RNFI-01</b>   |
| <b>Título</b>        | <b>Interfaz gráfica</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema dispondrá de una interfaz gráfica sencilla e intuitiva, con colores amigables. Para ello se utilizará colores e imágenes llamativas para los estudiantes. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 73: RNFI-01 Contenido

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | <b>RNFI-02</b>   |
| <b>Título</b>        | <b>Contenido</b>   |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El contenido de menú y de los niveles de la aplicación debe tener las opciones e instrucciones claras y ser concisas, de tal forma de no confundir al usuario. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 74: RNFO-01. Acceso a la aplicación**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | <b>RNFO-01</b>   |
| <b>Título</b>        | <b>Acceso a la aplicación</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El acceso a la aplicación podrá ser llevado a cabo a través de un fichero ejecutable o iniciando el proceso desde el propio entorno de desarrollo. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 75: RNFU-01 Facilidad de uso

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RNFU-01  |
| <b>Título</b>        | Facilidad de uso   |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema deberá ser fácil de usar por un usuario que no posea conocimientos avanzados de informática |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



Tabla 76: RNFU-02 Facilidad de aprendizaje

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | RNFU-02  |
| <b>Título</b>        | Facilidad de aprendizaje   |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema deberá ser fácil de aprender, es decir, que el usuario sepa cómo utilizarlo en un plazo máximo de unas horas. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 77: RNFU-03 Utilización de una extremidad superior**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | <b>RNFU-03</b>   |
| <b>Título</b>        | <b>Utilización de una extremidad superior</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | El sistema podrá obtener los datos de profundidad y de distancia (x,y,z) de cualquier extremidad superior del usuario sea izquierda o derecha. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 78: RNFS-01 Plataforma**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | <b>RNFS-01</b>   |
| <b>Título</b>        | <b>Plataforma</b>  |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | La aplicación funcionará únicamente plataformas con sistema operativo Windows. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 79: RNFS-01 Versión

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Identificador</b> | <b>RNFS-02</b>   |
| <b>Título</b>        | <b>Versión</b>   |
| <b>Versión</b>       | 1  |
| <b>Fecha</b>         | 17/06/2014   |
| <b>Descripción</b>   | La aplicación únicamente funcionará en la versión Windows 7. |
| <b>Prioridad</b>     | Alta   |
| <b>Estabilidad</b>   | Alta   |
| <b>Necesidad</b>     | Esencial   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

#### 4.1.6. Casos de uso

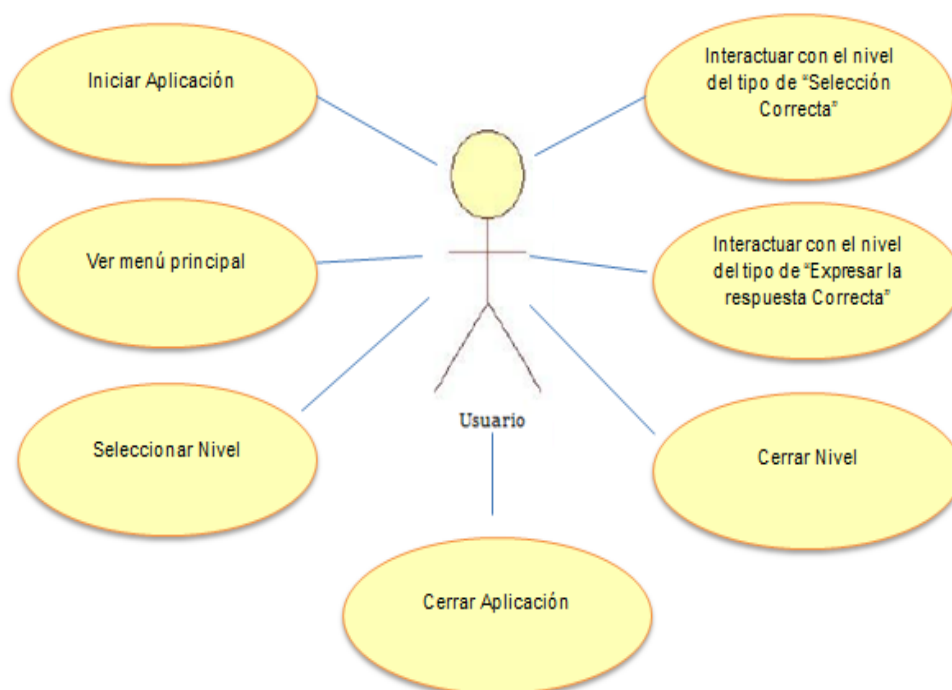
Cuando empezamos a analizar un problema con el propósito de implementar una solución en software podemos usar los casos de uso como una herramienta de análisis de los requerimientos. Los casos de uso nos ayudan a contestar las siguientes preguntas:

- ¿Quiénes son los diferentes usuarios del sistema y qué papeles desempeñan?
- ¿Qué necesita cada usuario que realice el sistema?
- ¿Cuáles son los pasos que deben seguirse para que el sistema satisfaga las necesidades de cada usuario?

Un factor importante al crear casos de uso es que se hace sin especificar cómo el caso de uso se implementa. Los casos de uso especifican el comportamiento deseado, no dictan cómo debe llevarse a cabo el comportamiento. Lo importante de este enfoque es que permite (al usuario final y experto del dominio) comunicarse con los desarrolladores (quienes construyen sistemas para satisfacer sus requerimientos) sin quedar atrapado en detalles. Esos detalles llegarán, pero los casos de uso permiten enfocarse en aspectos de alto riesgo para desarrollar el sistema [15].

El primer paso para escribir un caso de uso de forma eficiente es definir el conjunto de actores que podrán llevar las acciones a cabo. Un actor, es un elemento que se comunica con el sistema y que es externo al sistema en sí mismo, es decir la persona o sistema que utiliza el producto.

A continuación mostraremos un diagrama de casos de uso, que nos será útil para ver de forma general y muy visual cuáles serán las acciones que el actor podrá realizar en el sistema.



**Figura 21: Diagrama de casos de uso**

Elaborado por: Peñaherrera, E.

#### 4.1.7. Campos de los casos de uso

El siguiente paso será describir de forma detallada cada uno de estos casos de uso, de manera que se pueda ver cuál es la interacción entre el actor y el sistema, qué condiciones deben darse para que el caso de uso pueda ser llevado a cabo o cuál es el flujo de interacción que da para realizar la acción.

Para efectuar esta descripción de casos de uso, se tendrán en cuenta los siguientes campos:

**Identificador:** Identificará de forma unívoca cada uno de los casos de uso. Su nomenclatura se CU-XX, donde XX será un número entero que comenzará en el valor 01 y se irá incrementando en una unidad para cada caso de uso.

**Nombre:** Nombre que describirá de forma breve y concisa el caso de uso.

**Actores:** Definirá el rol del usuario que lleva a cabo la acción determinada.

**Tabla 80: Actores**

| Actor              | Usuario  |
|--------------------|--|
| <b>Descripción</b> | Es un usuario que puede ser el estudiante o el profesor de la institución educativa.<br>Tiene la necesidad de interactuar con el sistema |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Descripción:** Breve explicación del caso de uso.

**Precondiciones:** Condiciones que deben darse para que el caso de uso pueda ser ejecutado de forma correcta.

**Flujo Normal:** Define el flujo normal y exitoso de interacción entre los actores y el sistema.

**Curso Alternativo:** Permite definir qué hace el sistema en caso de que ocurra un caso poco frecuente o inesperado que impida que el flujo normal se lleve a cabo.

En las siguientes tablas podremos ver las descripciones de todos los casos de uso mostrados en el diagrama de casos de uso mostrado anteriormente.

Tabla 81: CU-001 Iniciar la aplicación

|                                     |   |   |
|-------------------------------------|---|---|
| <b>Identificador</b>                | CU-001  |   |
| <b>Nombre</b>                       | Iniciar la aplicación   |   |
| <b>Actores:</b>                     | Usuario   |   |
| <b>Descripción</b>                  | El usuario inicia la aplicación   |   |
| <b>Precondiciones</b>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponer de la aplicación en el ordenador</li> <li>2. Tener conectado el sensor kinect.</li> </ol>  |   |
| <b>Flujo Normal:</b>                | <b>Actor</b>  | <b>Sistema</b>                          |
|                                     | 1 Ejecutar la aplicación  | Inicia la aplicación                    |
| <b>Curso Alternativo:</b>           | <b>Actor</b>  | <b>Sistema</b>                          |
|                                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 El ordenador no tiene instalado los frameworks necesarios para ejecutar el sistema.<br/><br/>El ordenador no tiene conectado el sensor kinect correctamente o no lo reconoce.</li> </ol> | El sistema muestra un mensaje de error. |
| <b>Postcondiciones:</b>             | Se cargará la aplicación  |   |
| <b>Requerimientos Relacionados:</b> | RF-001.   |   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 82: CU-002 Ver menú principal

|                                     |  |                                 |
|-------------------------------------|--|---------------------------------|
| <b>Identificador</b>                | CU-002   |                                 |
| <b>Nombre</b>                       | Ver menú principal   |                                 |
| <b>Actores:</b>                     | Usuario  |                                 |
| <b>Descripción</b>                  | Permite al usuario ver el menú principal   |                                 |
| <b>Precondiciones</b>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La aplicación debe estar iniciada</li> <li>2. Tener conectado el sensor kinect.</li> </ol> |                                 |
| <b>Flujo Normal</b>                 |  | <b>Actor</b>                    |
|                                     | 1  | El usuario inicia la aplicación |
|                                     |  | <b>Sistema</b>                  |
|                                     |  | Muestra el menú principal.      |
| <b>Curso Alternativo</b>            |  | <b>Actor</b>                    |
|                                     | 1  | No aplica                       |
|                                     |  | <b>Sistema</b>                  |
|                                     |  |                                 |
| <b>Postcondiciones:</b>             | Se muestra el menú de configuración  |                                 |
| <b>Requerimientos Relacionados:</b> | RF-002   |                                 |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



Tabla 83: CU-003 Elección del nivel

|                                     |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|
| <b>Identificador</b>                | CU-003   |  |  |
| <b>Nombre</b>                       | Elección del nivel   |  |  |
| <b>Actores:</b>                     | Usuario  |  |  |
| <b>Descripción</b>                  | Permite al usuario elegir qué nivel desea ejecutar   |  |  |
| <b>Precondiciones:</b>              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Debe estar abierto el menú de niveles</li> <li>2. Tener conectado el sensor kinect.</li> </ol> |  |  |
| <b>Flujo Normal:</b>                |  | <b>Actor</b>   |  |
|                                     | 1  | Selecciona el nivel                                  | <b>Sistema</b>   |
|                                     |  |  | Muestra el nivel seleccionado  |
| <b>Curso Alternativo:</b>           |  | <b>Actor</b>   | <b>Sistema</b>   |
|                                     | 1  | El usuario está mal ubicado frente al sensor kinect. | El sensor kinect no obtiene los datos (x,y,z) de la extremidad superior del usuario. |
| <b>Postcondiciones:</b>             | Se inicia el nivel seleccionado.   |  |  |
| <b>Requerimientos Relacionados:</b> | RF-003   |  |  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 84: CU-004 Interactuar con el nivel del tipo de “Selección Correcta”**

|                                    |  |   |  |
|------------------------------------|--|---|--|
| <b>Identificador</b>               | CU-004   |   |  |
| <b>Nombre</b>                      | Interactuar con el nivel del tipo de “Selección Correcta”  |   |  |
| <b>Actores</b>                     | Usuario  |   |  |
| <b>Descripción</b>                 | Permite al usuario interactuar con el nivel seleccionado   |   |  |
| <b>Precondiciones</b>              | 1. Debe estar abierto el nivel seleccionado  |   |  |
| <b>Flujo Normal</b>                |  | <b>Actor</b>  | <b>Sistema</b>   |
|                                    | 1  | Escucha y ve la pregunta del sistema                          |  |
|                                    | 2  | Selecciona una opción de todas las hábiles                    |  |
|                                    | 3  |   | Obtiene la selección escogida por el usuario.  |
|                                    | 4  |   | Valida la respuesta.   |
|                                    | 5  |   | Muestra si es correcta o no la respuesta por pantalla                                |
|                                    | 6  |   | Muestra si es correcta o no la respuesta reproduciendo audio.                        |
| <b>Curso Alternativo</b>           |  | <b>Actor</b>  | <b>Sistema</b>   |
|                                    | 1  | No está funcionando correctamente los parlantes del ordenador | No reproduzca audio por conflictos de hardware.                                      |
|                                    | 2  | El usuario está mal ubicado frente al sensor kinect.          | El sensor kinect no obtiene los datos (x,y,z) de la extremidad superior del usuario. |
|                                    | 3  | El usuario estuvo mal ubicado frente al sensor kinect.        | No obtuvo el sensor kinect ninguna respuesta.  |
|                                    | 4  | No está funcionando correctamente los parlantes del ordenador | No reproduzca audio por conflictos de hardware.                                      |
| <b>Postcondiciones</b>             | El nivel muestra el resultado de aciertos.   |   |  |
| <b>Requerimientos Relacionados</b> | RF-005, RF-006, RF-007, RF-008, RF009, RF-010, RF-011, RF-019, RF-020, RF-021, RF-022, RF023, RF-024, RF-025, RF-033, RF-034, RF-035, RF-036, RF037, RF-038, RF-039, RF-046, RF-047, RF-048, RF-049, RF050, RF-051, RF-052 |   |  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 85: CU-005 Interactuar con el nivel del tipo de “Expresar la respuesta Correcta”**

|                                     |  |   |  |
|-------------------------------------|--|---|--|
| <b>Identificador</b>                | CU-005   |   |  |
| <b>Nombre</b>                       | Interactuar con el nivel del tipo de “Expresar la respuesta Correcta”  |   |  |
| <b>Actores</b>                      | Usuario  |   |  |
| <b>Descripción</b>                  | Permite al usuario interactuar con el nivel seleccionado   |   |  |
| <b>Precondiciones</b>               | 1. Debe estar abierto el nivel seleccionado  |   |  |
| <b>Flujo Normal</b>                 |  | <b>Actor</b>  | <b>Sistema</b>   |
|                                     | 1  | Escucha y ve la pregunta del sistema                            |  |
|                                     | 2  | Expresa la respuesta para la pregunta realizada por el sistema. |  |
|                                     | 3  |   | Obtiene la selección escogida por el usuario.  |
|                                     | 4  |   | Valida la respuesta.   |
|                                     | 5  |   | Muestra si es correcta o no la respuesta por pantalla                                |
|                                     | 6  |   | Muestra si es correcta o no la respuesta reproduciendo audio.                        |
| <b>Curso Alternativo</b>            |  | <b>Actor</b>  | <b>Sistema</b>   |
|                                     | 1  | No está funcionando correctamente los parlantes del ordenador   | No reproduzca audio por conflictos de hardware.                                      |
|                                     | 2  | El usuario está mal ubicado frente al sensor kinect.            | El sensor kinect no obtiene los datos (x,y,z) de la extremidad superior del usuario. |
|                                     | 3  | El usuario estuvo mal ubicado frente al sensor kinect.          | No obtuvo el sensor kinect ninguna respuesta.  |
|                                     | 4  | No está funcionando correctamente los parlantes del ordenador   | No reproduzca audio por conflictos de hardware.                                      |
| <b>Postcondiciones</b>              | El nivel muestra el resultado de aciertos.   |   |  |
| <b>Requerimientos Relacionados:</b> | RF-012, RF-013, RF-014, RF-015, RF-016, RF-017, RF-018<br>RF-021, RF-022, RF-023, RF-024, RF-025, RF-026, RF-027<br>RF-040, RF-041, RF-042, RF-043, RF-044, RF-045, RF-046<br>RF-053, RF-054, RF-055, RF-056, RF-057, RF-058, RF-059 |   |  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 86: CU-006 Cerrar el nivel**

|                                    |  |   |  |
|------------------------------------|--|---|--|
| <b>Identificador</b>               | CU-006   |   |  |
| <b>Nombre</b>                      | Cerrar el nivel                                |   |  |
| <b>Actores</b>                     | Usuario  |   |  |
| <b>Descripción</b>                 | Permite al usuario regresar al menú principal, |   |  |
| <b>Precondiciones</b>              | 1. Debe estar abierto el nivel seleccionado    |   |  |
| <b>Flujo Normal</b>                | <b>Actor</b>                                   | <b>Sistema</b>  |  |
|                                    | 1  | Seleccionar el botón para regresar al menú principal. |  |
|                                    | 2  |   | Muestra el menú principal.   |
| <b>Curso Alternativo</b>           | <b>Actor</b>                                   | <b>Sistema</b>  |  |
|                                    | 1  | El usuario está mal ubicado frente al sensor kinect.  | El sensor kinect no obtiene los datos (x,y,z) de la extremidad superior del usuario. |
| <b>Postcondiciones</b>             | Muestra el menú principal                      |   |  |
| <b>Requerimientos Relacionados</b> | RF-004   |   |  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 87: CU-007 Cerrar aplicación

|                                   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|
| <b>Identificador</b>              | CU-007                                  |   |
| <b>Nombre</b>                     | Cerrar aplicación                       |   |
| <b>Actores</b>                    | Usuarios                                |   |
| <b>Descripción</b>                | Permite al usuario cerrar la aplicación |   |
| <b>Precondiciones</b>             | 1. Debe estar abierto la aplicación     |   |
| <b>Flujo Normal</b>               |   | <b>Actor</b>  |
|                                   | <b>Sistema</b>                          |   |
|                                   | 1                                       | El usuario selecciona el botón para cerrar la aplicación. |
| 2                                 |   | El sistema cierra la aplicación.                          |
| <b>Postcondiciones</b>            | Se cierra el sistema                    |   |
| <b>Requerimiento Relacionados</b> |   |   |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

## 4.2. Diseño

En este capítulo se describe de forma pormenorizada la arquitectura del sistema y sus diferentes módulos. El diseño se realizará para todos los componentes de la aplicación, de forma que ésta quede bien definida. Además, se define los prototipos de las interfaces que serán utilizadas en la ejecución del proyecto.

### 4.2.1. Arquitectura

A continuación se muestra la arquitectura que se utiliza para la realización del proyecto. De este modo, podremos ver de una forma más precisa la estructura que sigue la aplicación y que facilitará el proceso de implementación.

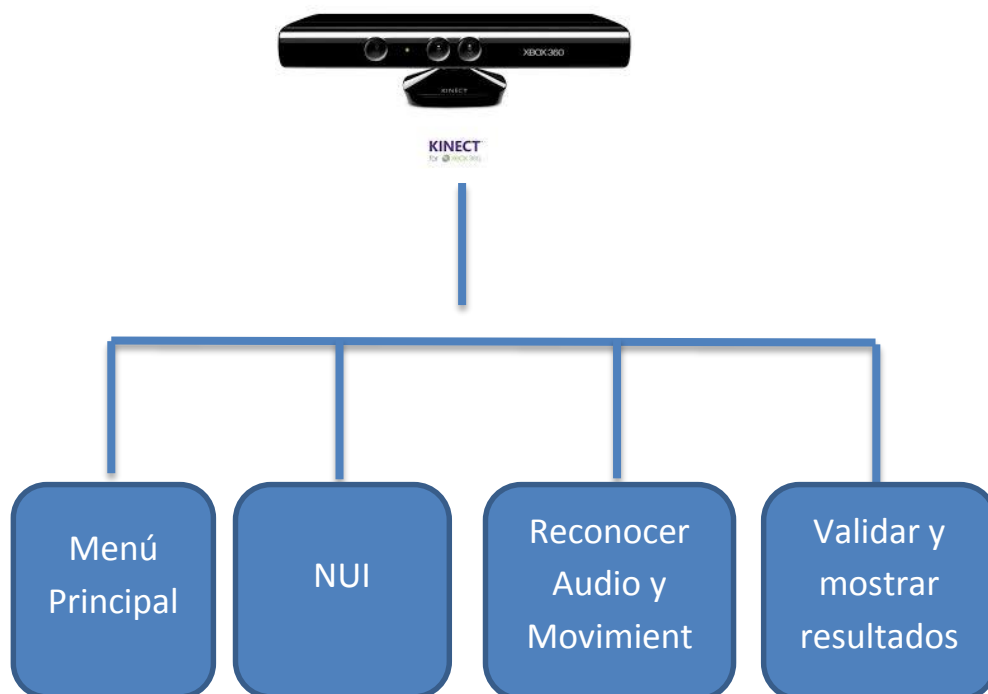
En la siguiente imagen, se muestra la arquitectura general de la aplicación, Así, vemos como el usuario que utiliza el programa, se comunica con nuestra aplicación Kinect mediante gestos y audio.



**Figura 22: Arquitectura del sistema de aprendizaje interactivo para el área del idioma inglés.**

Elaborado por: Peñaherrera, E.

En el siguiente paso, se describe en forma detallada la estructura interna de la aplicación, de modo que se puede conocer los diferentes módulos de los que se compone la misma para el sensor Kinect. A continuación se explica la función y componentes de los que dispone cada uno de estos módulos. Para cada uno de ellos se describe su propósito y las funciones que deben cumplir para que su funcionamiento sea completo y correcto.



**Figura 23: Arquitectura de la aplicación Kinect**

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 88: Modulo Menú Configuración**

| Módulo            | Menú Configuración  |
|-------------------|---|
| <b>Propósito:</b> | Su objetivo es proporcionar al usuario una interfaz gráfica en la que pueda interactuar con los diferentes niveles que tiene la aplicación  |
| <b>Funciones</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deberá proporcionar una interfaz gráfica al usuario sencilla y amigable.</li> <li>2. Deberá permitir al usuario interactuar con la aplicación.</li> </ol> |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**Tabla 89: Módulo NUI**

| Módulo            | NUI  |
|-------------------|--|
| <b>Propósito:</b> | Su objetivo es inicializar la Interfaz Natural de Usuario (NUI) de modo que permita que la aplicación pueda recibir la imagen obtenida por el sensor kinect para poder capturar los movimientos generados por el usuario.  |
| <b>Funciones</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deberá iniciar la captura de imagen del sensor.</li> <li>2. Deberá indicar al usuario si no dispone de un sensor kinect conectado al computador.</li> <li>3. Deberá activar los sensores del dispositivo.</li> <li>4. Deberá activar los micrófonos del sensor kinect.</li> <li>5. Deberá activar el reconocimiento del esqueleto humano.</li> <li>6. Deberá definir el ángulo de elevación del sensor Kinect.</li> <li>7. Deberá desactivar el sensor Kinetc en caso de que se cierre la aplicación.</li> </ol> |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



**Tabla 90: Módulo Reconocedor de gestos**

| <b>Módulo</b>     | <b>Reconocedor de gestos</b>   |
|-------------------|--|
| <b>Propósito:</b> | Su objetivo es reconocer los movimientos que realice el usuario a través del sensor Kinect, de modo que puedan realizarse las acciones relacionadas con esto (Presionar botón, desplazarse).   |
| <b>Funciones</b>  | <ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="651 607 1315 696">1. Deberá activar el rastreo de los joints de la extremidad superior.</li><li data-bbox="651 712 1315 745">2. Deberá obtener las posiciones de los joints.</li><li data-bbox="651 768 1362 913">3. Deberá calcular las posiciones relativas de los joints hasta encontrar una coincidencia con el gesto de presionar botón.</li></ol> |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

Tabla 91: Módulo Reconocedor de voz

| Módulo            | Reconocedor de voz  |
|-------------------|---|
| <b>Propósito:</b> | Su objetivo es reconocer la voz de que reproduzca el usuario través del sensor Kinect, de modo que puedan validarse estos datos con los almacenados en archivo xml.   |
| <b>Funciones</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deberá activar el reconocimiento de voz.</li> <li>2. Deberá obtener el streaming de audio desde un sensor Kinect utiliza un motor de reconocimiento de voz.</li> <li>3. Deberá el motor de reconocimiento consumir el documento XML.</li> <li>4. Deberá validar los datos obtenidos del usuario contra los que tiene la aplicación guardada en un archivo xml.</li> </ol> |

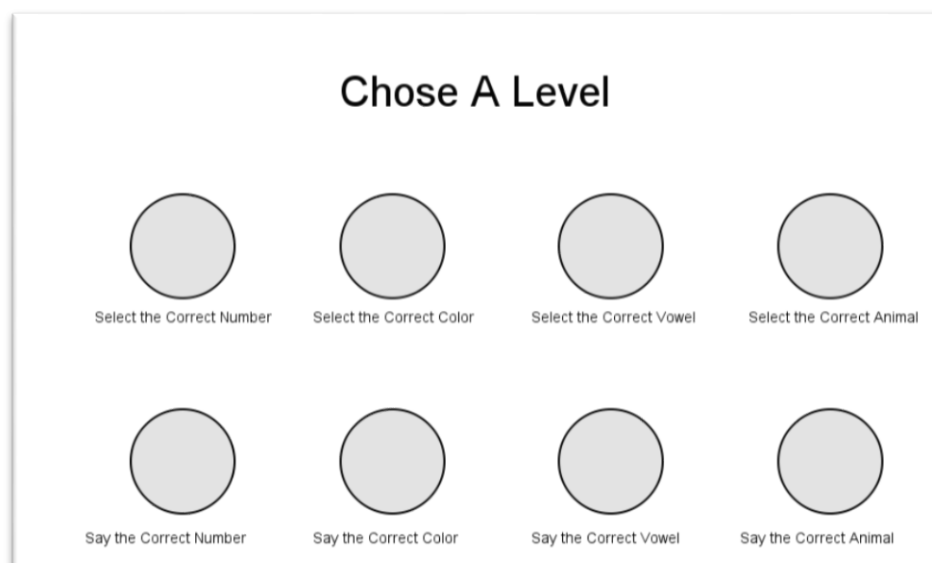
Elaborado por: Peñaherrera, E.

### 5.1.1. Interfaces

En este punto se tratará de detallar mediante un prototipo cómo serán las interfaces gráficas de la aplicación. En este caso se tendrá la interfaz del menú principal la misma que permite seleccionar un nivel. La siguiente interfaz será de los 2 tipos de niveles que se tiene en el sistema como son: Selección correcta y Pronunciación correcta por cada tópico en el cuál el usuario va a poder interactuar y aprender con el sistema.

#### 5.1.1.1. Menú Principal

El menú principal dispondrá de todos los niveles que puede interactuar el usuario. Cada nivel tendrá su imagen y su nombre los cuales pueden ser seleccionados con una extremidad superior (izquierda o derecha) del usuario como muestra la siguiente.



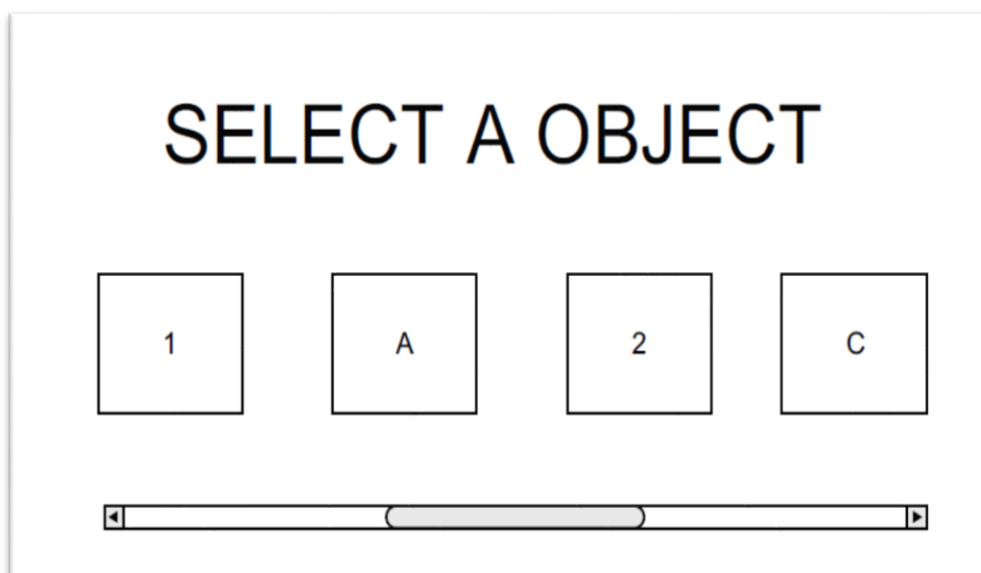
**Figura 24: Interface Menú Principal**

Elaborado por: Peñaherrera, E.

### 5.1.1.2. Pantalla para el tipo de nivel Selección Correcta

La pantalla para el tipo de nivel “Selección Correcta” indicara la pregunta hacia el usuario por audio y texto y en la parte inferior existirán las opciones, cuando el usuario seleccione una opción el sistema le indicará si la opción elegida por el usuario fue correcta o incorrecta.

El usuario deberá seleccionar una opción con una extremidad superior, al final de todo el nivel el sistema indicará cuantos aciertos obtuvo.



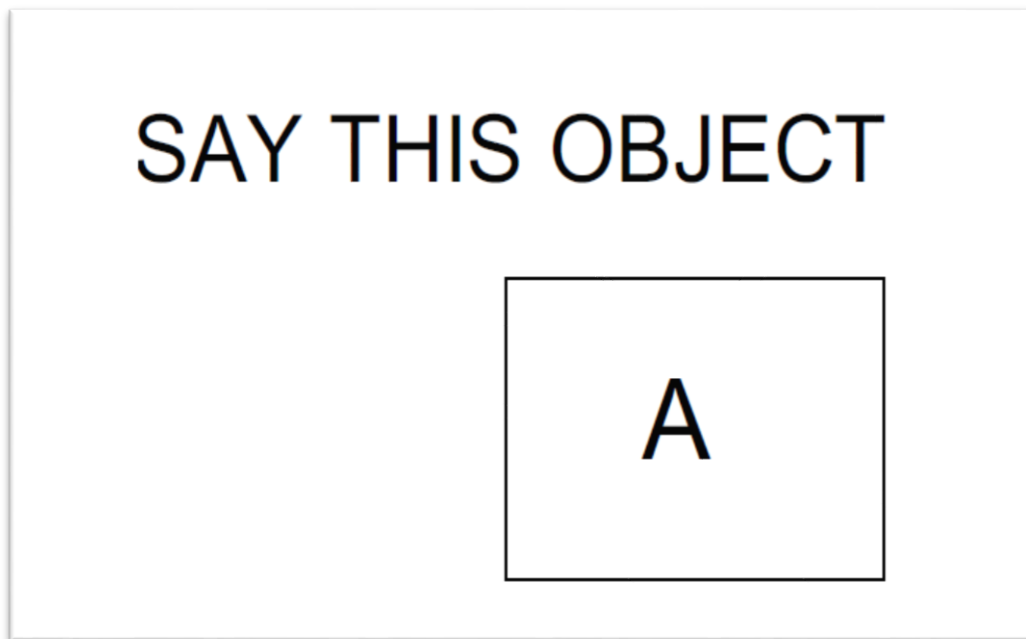
**Figura 25: Interface Selección Correcta**

Elaborado por: Peñaherrera, E.

### 5.1.1.3. Pantalla para el tipo de nivel Pronunciación Correcta

La pantalla para el tipo de nivel “Pronunciación Correcta” indicará la pregunta hacia el usuario por audio y texto y posteriormente el usuario deberá expresar la respuesta, cuando el usuario haya dicho su respuesta el sistema le indicará si fue correcta o incorrecta.

Al final de todo el nivel el sistema indicará cuantos aciertos obtuvo.



**Figura 26: Interface Expresión Correcta**

Elaborado por: Peñaherrera, E.

## 5.2. Implementación

En esta sección se explica detalladamente los aspectos más relevantes de la implementación de la aplicación “**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE APRENDIZAJE INTERACTIVO PARA EL ÁREA DEL IDIOMA INGLÉS CON EL SOPORTE DEL KINECT DE MICROSOFT- CASO PRÁCTICO PARA NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS EN EL CENTRO EDUCATIVO ILINIZAS**”, ubicado en la ciudad de Latacunga Provincia Cotopaxi.

En base al proceso definido, una vez determinados los requisitos y el diseño del sistema, se implementan las diferentes funcionalidades que permiten que la aplicación funcione eficientemente.

La implementación se basa en tres partes fundamentales:

- a) El que permite crear y dar funcionalidad al menú principal. La creación de la propia interfaz se realiza de forma visual en el entorno de desarrollo, y es este entorno el que nos genera el código de la interfaz. El trabajo de implementación de este menú principal se encontrará en añadir funcionalidad a los diferentes botones y campos de texto que se utilizan en la interfaz.
- b) El que permite crear y dar funcionalidad a los niveles de Selección Correcta. La creación de la propia interfaz se realiza de forma visual en el entorno de desarrollo, y es este entorno el que nos genera el código de la interfaz. El trabajo de implementación de este menú principal se encontrará en añadir funcionalidad a los diferentes botones y campos de texto e imágenes que se utilizan en la interfaz.
- c) El que permite crear y dar funcionalidad a los niveles de Expresión Correcta. La creación de la propia interfaz se realiza de forma visual en el entorno de desarrollo, y es este entorno el que nos genera el código de la interfaz. El trabajo de implementación de este menú principal se encontrará en añadir funcionalidad a los diferentes botones y campos de texto e imágenes que se utilizan en la interfaz.

### 5.2.1. Menú Principal

Se creó la interfaz gráfica del nivel de forma visual a través del entorno de desarrollo (Microsoft Visual Studio), generando un código automáticamente con las características de los elementos incluidos en la interfaz. Este código nos permitirá inicializar todos los componentes de la interfaz gráfica mediante un método `InitializeComponent`, el mismo que carga la página compilada de un componente.

El menú principal tiene 10 botones o ítems para que el usuario escoja, de los cuáles 5 son ítems que proyectan un nivel diferente, el noveno botón sirve para resetear los puntos ganados en los niveles, y el décimo botón sirve para almacenar en la base de datos los puntos logrados y mostrar el reporte de los datos almacenados en la base de datos sql server.

Gracias a la lista que se muestra en la siguiente imagen se pone las opciones para cada ítem de los niveles la lista tiene los siguientes campos:

**Name:** Nos sirve para darle un nombre a cada ítem del menú principal.

**ImageURI:** La imagen que necesitamos que esté en el ítem del menú principal.

**NavigateContextParameter:** La dirección del archivo xaml al cuál deseamos que se dirija la aplicación cuando se seleccione el ítem.

```

<!-- XAML code for the list of levels -->
<List X:TypeArguments="mskbm:ExperienceOptionModel" xmlns="clr-
namespace:System.Collections.Generic;assembly=microsoft"
xmlns:mskbm="clr-
namespace:Microsoft.Samples.Kinect.InteractionGallery.Models;assembly=InteractionGallery-WPF
xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml">

<mskbm:ExperienceOptionModel
    Name="SELECT THE CORRECT NUMBER"
    ImageUri="pack://application:,,,/Content/HomeScreen/SelectNumber.png"
    NavigableContextName="Article"
    NavigableContextParameter="pack://application:,,,/Views/Numeros.xaml" />

<mskbm:ExperienceOptionModel
    Name="SELECT THE CORRECT COLOR"
    ImageUri="pack://application:,,,/Content/HomeScreen/04.png"
    NavigableContextName="ArticleColores"
    NavigableContextParameter="pack://application:,,,/Views/Colores.xaml" />

<mskbm:ExperienceOptionModel
    Name="SPEAKING NUMBER"
    ImageUri="pack://application:,,,/Content/HomeScreen/04.png"
    NavigableContextName="SpeakingNumber"
    NavigableContextParameter="pack://application:,,,/Views/SpeakingNumber.xaml" />

<mskbm:ExperienceOptionModel
    Name="SPEAKING COLOR"
    ImageUri="pack://application:,,,/Content/HomeScreen/04.png"
    NavigableContextName="SpeakingColor"
    NavigableContextParameter="pack://application:,,,/Views/SpeakingColor.xaml" />

</List>

```

**Código 1: Lista Niveles**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

Para inicializar el sensor Kinect se utiliza el siguiente código

```

this.sensorChooser = new KinectSensorChooser();
this.sensorChooser.KinectChanged += SensorChooserOnKinectChanged;
this.sensorChooserUi.KinectSensorChooser = this.sensorChooser;
this.sensorChooser.Start();

```

**Código 2: Inicializador del sensor Kinect**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

Para enlazar el sensor actual del selector de sensor al KinectRegion se utiliza el siguiente código.



```
var regionSensorBinding = new Binding("Kinect") { Source = this.sensorChooser };  
BindingOperations.SetBinding(this.kinectRegion, KinectRegion.KinectSensorProperty,  
regionSensorBinding);
```

### **Código 3: Enlazar sensor actual del selector de sensor al KinectRegion**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

#### **5.2.2. Pantalla del tipo de nivel “Selección Correcta”**

Se creó la interfaz gráfica del nivel de forma visual a través del entorno de desarrollo (Microsoft Visual Studio), generando un código automáticamente con las características de los elementos incluidos, este código nos permitirá inicializar todos los componentes de la interfaz gráfica mediante el método InitializeComponent ().

En la interfaz gráfica se colocó un control tetxbox (Caja de texto) para que el sistema muestre la pregunta.

Se coloca varios controles KinectTileButton (Control como opción para seleccionar propio de la librería SDK de kinect Microsoft) para que el usuario pueda seleccionar con su extremidad superior una opción.

El primer paso es crear todas las variables que se va a utilizar en este nivel como muestra la siguiente imagen.

```

public static readonly DependencyProperty PageLeftEnabledProperty = DependencyProperty.Register(
    "PageLeftEnabled", typeof(bool), typeof(UserControl), new PropertyMetadata(false));
//Esta variable sirve para poder mover el scroll bar hacia la izquierda
public static readonly DependencyProperty PageRightEnabledProperty =
DependencyProperty.Register(
    "PageRightEnabled", typeof(bool), typeof(UserControl), new PropertyMetadata(false));

private const double ScrollErrorMargin = 0.001;
private const int PixelScrollByAmount = 20;
private readonly KinectSensorChooser sensorChooser;

#region "Variables"
string ruta = "E:\\tesis\\ejemplos\\InteractionGallery-WPF\\Musica\\";
int numeroAEvaluar = 0;
int contadorAcertados = 0;
List<int> NumeroYaProbados = new List<int>();
bool MediaElementIsPaused = false;
ListBox listaDeReproduccion = new ListBox();
ListBoxItem currentTrack;
ListBoxItem PreviousTrack;
Brush currentTrackIndicator;
Brush TrackColor;
DispatcherTimer timer;
bool isDragging;
#endregion

```

#### Código 4: Creación de variables nivel Selección Correcta”

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés

Enlazar el sensor actual del selector de sensores al KinectRegion se utiliza el siguiente código.

```

 KinectRegionSensorBinding = new Binding(KinectRegion) { Source = this.sensorChooser },
BindingOperations.SetBinding(this.kinectRegion, KinectRegion.KinectSensorProperty,
egionSensorBinding);

```

#### Código 5: Enlazar sensor actual del selector de sensor al KinectRegion en el Nivel Selección Correcta

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés

Se creó un método para que el sistema pregunte un número, color, vocal o animal gracias a esta función

Se genera número randómico del 1 al 10 cuando es para la pantalla de “Selección Correcta” tópico Números.

```

// Genera un número randómico del 1 al 10 Si es para la pantalla números si es para
// para las otras pantallas como colores cada número en la función switch tiene
// diferente color

r.Next(1, 10);
int numAleatorio = r.Next(1, 10);

// Aquí se pone en caso la opción ya sea número, color, animal, vocal
switch (numAleatorio)
{
    case 1: numeroMostrar = "ONE";
        break;
    case 2: numeroMostrar = "TWO";
        break;
    case 3: numeroMostrar = "THREE";
        break;
    case 4: numeroMostrar = "FOUR";
        break;
    case 5: numeroMostrar = "FIVE";
        break;
    case 6: numeroMostrar = "SIX";
        break;
    case 7: numeroMostrar = "SEVEN";
        break;
    case 8: numeroMostrar = "EIGHT";
        break;
    case 9: numeroMostrar = "NINE";
        break;
    case 10: numeroMostrar = "TEN";
        break;
}

```

### Código 6: Método de número randómico para el nivel de números

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés

Se genera una instrucción switch para poder poner en el orden que deseemos que pregunte el sistema al estudiante como muestra la siguiente imagen. Esta instrucción switch es para las pantallas de "Selección Correcta" pero para los tópicos de Colores, Animales, Vocales cada número en la función tiene diferente atributo (color, animal, vocal) como muestran la siguiente imagen.

Switch es una instrucción de control, que sirve para que el sistema seleccione una opción del grupo de elementos disponibles, la selección depende del valor que obtenga la instrucción.

```
switch (numero)
{
    case 1: ColorMostrar = "white";
        break;
    case 2: ColorMostrar = "brown";
        break;
    case 3: ColorMostrar = "pink";
        break;
    case 4: ColorMostrar = "orange";
        break;
    case 5: ColorMostrar = "black";
        break;
    case 6: ColorMostrar = "pink";
        break;
    case 7: ColorMostrar = "red";
        break;
    case 8: ColorMostrar = "green";
        break;
    case 9: ColorMostrar = "yellow";
        break;
    case 10: ColorMostrar = "blue";
        break;
}
```

**Código 7: Método de número randómico para el nivel de colores**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

Las opciones que tiene el usuario para escoger son controles del tipo KinectTileButton el cual tiene un evento que se activa cuando el usuario haya escogido una opción como muestra la siguiente imagen.

```

/// Handle a button click from the wrap panel.
/// </summary>
/// <param name="sender">Event sender</param>
/// <param name="e">Event arguments</param>
private void KinectTileButtonClick(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    // Se obtiene el botón seleccionado por el usuario
    var button = (KinectTileButton)e.OriginalSource;
    // Se manda la ruta a reproducirse de un archivo de audio
    string file = ruta + button.Name.ToString() + ".wma";
    //Se valida la respuesta dada por el usuario
    if (button.Name.ToString().ToUpper() == ("Numero" + numeroAEvaluar.ToString()).ToUpper())
    {
        //Se manda la ruta a reproducirse de un archivo de audio
        file = ruta + "RespuestaCorrecta.wma";
        //Contador de aciertos
        contadorAcertados += 1;

    }
    else
    {
        //Se manda la ruta a reproducirse de un archivo de audio
        file = ruta + "RespuestaIncorrecta.wma";
        //Contador de aciertos
        contadorNoAcertados += 1;
    }
}

```

### Código 8: Evento presionar del control KinectTileButton

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés

#### 5.2.3. Pantalla del tipo de nivel “Expresión Correcta”

Se creó la interfaz gráfica del nivel de forma visual a través del entorno de desarrollo (Microsoft Visual Studio), generando un código automáticamente con las características de los elementos incluidos. Este código nos permitirá inicializar todos los componentes de la interfaz gráfica mediante un método InitializeComponent ().

En la interfaz gráfica se colocó un control tetxbox(caja de texto) para que muestre la pregunta el sistema

Se colocó un control image (Control para poner imágenes) para poner el gráfico que debe pronunciar el estudiante.

El primer paso es crear todas las variables que se va a utilizar en este nivel como muestra la siguiente imagen.

```

#region "Variables"

    int numeroAEvaluar = 0;
    int contadorAcertados = 0;
    List<int> NumeroYaProbados = new List<int>();
    bool MediaElementIsPaused = false;
    ListBox listaDeReproduccion = new ListBox();
    ListBoxItem currentTrack;
    ListBoxItem PreviousTrack;
    Brush currentTrackIndicator;
    Brush TrackColor;
    DispatcherTimer timer;
    bool isDragging;
    bool banderaAudio;
    bool banderaParaMostrarDisplay = false;
    int contadorRespuestaCorrectas = 0;
    int contadorRespuestaIncorrectas = 0;
    string direccionimagen = string.Empty;
#endregion

```

### Código 9: Creación de variables nivel Expresión Correcta

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés

Para enlazar el sensor actual del selector de sensores al KinectRegion se utiliza el siguiente código.

```

var regionSensorBinding = new Binding("Kinect") { Source = this.sensorChooser };
BindingOperations.SetBinding(this.kinectRegion, KinectRegion.KinectSensorProperty,
regionSensorBinding);

```

### Código 10: Enlazar sensor actual del selector de sensor al KinectRegion en el Nivel Expresión Correcta

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés

Se genera una instrucción switch para poder poner en el orden que deseemos que pregunte el sistema al estudiante como muestra la siguiente imagen. Esta instrucción switch es para las pantallas de “Expresión Correcta” para todos los tópicos de Números, Colores, Animales, Vocales

cada número en la función tiene diferente atributo (número, color, animal, vocal) como muestran la siguiente imagen.

Siwch es una instrucción de control, que sirve para que el sistema seleccione una opción del grupo de elementos disponibles, la selección depende del valor que obtenga la instrucción.

```

//Variable para obtener el número randómico
numAleatorio = r.Next(1, 10);
switch (numAleatorio)
{
case 1:
//Dependiendo del caso se pone diferente imagen
direccionimagen = ruta + "\\Images\\1.png";

break;
case 2:

direccionimagen = ruta + "\\Images\\2.png";
break;

case 3:

direccionimagen = ruta + "\\Images\\3.png";

break;
case 4:
//Si se desea poner un a iimagen de un color
direccionimagen = ruta + "\\Images\\white.png";

break;

}

```

### Código 11: Método de asignación de pregunta.

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés

Cuando el sensor kinect obtiene un dato de audio se activa el siguiente evento.

```
private void SpeechRecognized(object sender, SpeechRecognizedEventArgs e)
```

### Código 12: Evento de SpechRecognized

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés

Dependiendo de lo que expreso el usuario el sistema va al caso obtenido, el sistema lee el archivo xml y con su motor de reconocimiento de audio sabe que expresión expuso el usuario como muestra la siguiente imagen.

```
// Dependiendo lo que expreso el usuario cae en cualquier condición del case
// Con este código el sistema obtiene lo que expreso el usuario contra un
// archivo xml.
//e.Result.Semantics.Value

switch (e.Result.Semantics.Value.ToString())
{
    case "ONE":
        numeropronunciado = 1;

        break;

    case "TWO":
        numeropronunciado = 2;

        break;

    case "WHITE":
        colorpronunciado = 3;

        break;

    case "LION":
        animalpronunciado = 4;

    }
}

// Valida si la respuesta es correcta o incorrecta
if (numeroAEvaluar == numeropronunciado)
{
    Respuesta(ruta + "RespuestaCorrecta.wma");
    contadorRespuestaCorrectas += 1;
}
else
{
    Respuesta(ruta+" RespuestaIncorrecta.wma");
    contadorRespuestaIncorrectas += 1;
}
```

### Código 13: Evento de reconocimiento de audio

Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés



## CAPÍTULO 4

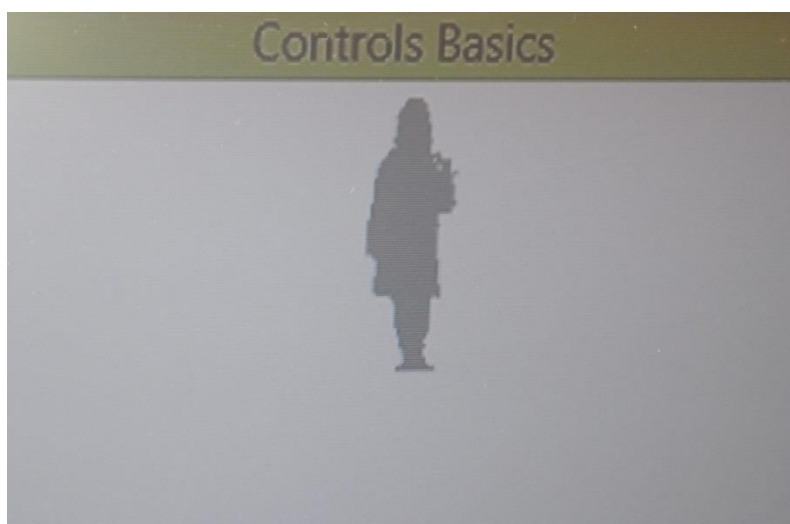
### PRUEBAS

En esta etapa se incluyen diferentes pruebas para comprobar que la aplicación funciona en forma correcta. Se dividirán las pruebas en 3 bloques. Por un lado, se realizarán las pruebas relacionadas con el menú principal. En el segundo bloque, se detallarán las pruebas de los niveles que el sensor kinect debe reconocer una extremidad superior. Por último se realizarán las pruebas para los niveles que debe el sensor kinect reconocer el texto que pronuncien los usuarios.

#### **6.1. Pruebas de reconocimiento de la extremidad superior y del gesto presionar en el Menú Principal**

En el menú principal el usuario puede seleccionar un nivel con una extremidad superior, el sistema debe rastrear la extremidad superior y reconocer cuando el usuario presione un nivel.

En la siguiente imagen, se comprueba el rastreo de la una extremidad superior por parte del sensor Kinect de Microsoft.



**Figura 27: Rastreo de una extremidad superior**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

Cuando el usuario selecciona un nivel el sistema muestra el nivel escogido, como muestra la siguiente imagen.



Figura 28: Selección de Nivel

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

En la siguiente tabla se encuentra el resultado de la prueba de testing realizada en el Centro Educativo Ilinizas de la pantalla Menú Principal

**Tabla 92: Testing Menú Principal**

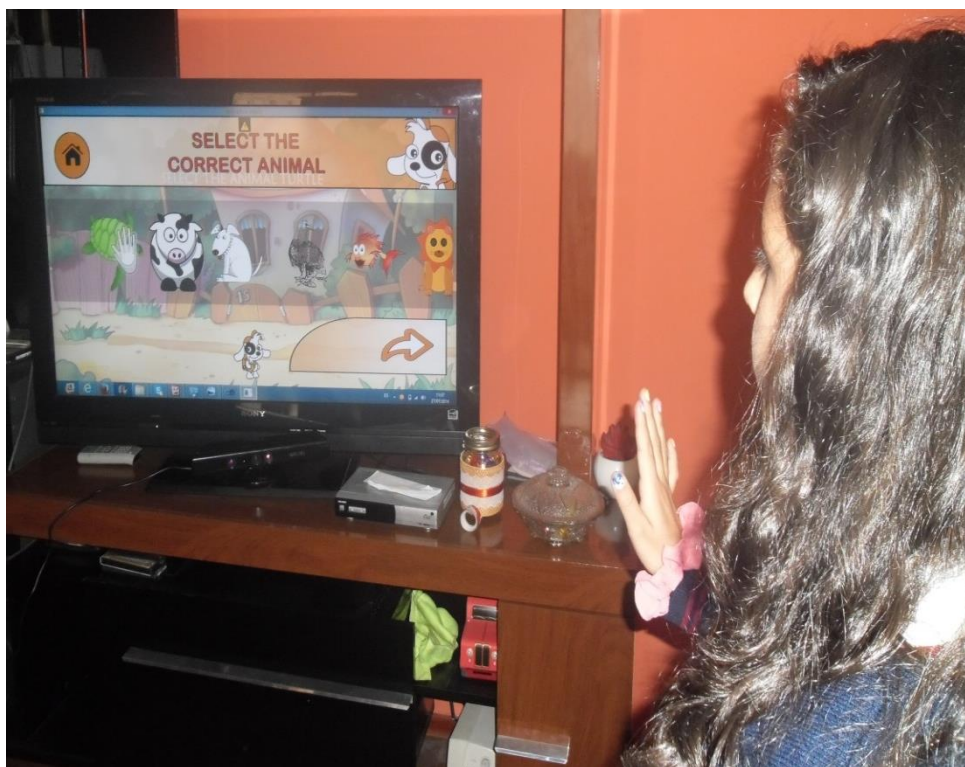
| Pantalla: Menú Principal                        | Validación                           | Observaciones  |
|---|--------------------------------------|--|
| <b>Reconocimiento de la extremidad superior</b> | Si reconoció el sensor Kinect.       | Ninguna.   |
| <b>Reconocimiento del gesto presionar</b>       | No existió un reconocimiento óptimo. | El estudiante debió ubicarse en el siguiente rango de 0.8m a 2.5m para tener un rastreo del gesto óptimo, además de colocar el sensor kinect frente a una pared. |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

**6.2. Pruebas de reconocimiento de la extremidad superior por parte del sensor Kinect y del gesto Presionar y del gesto Apretar en el nivel del tipo “Selección Correcta”.**

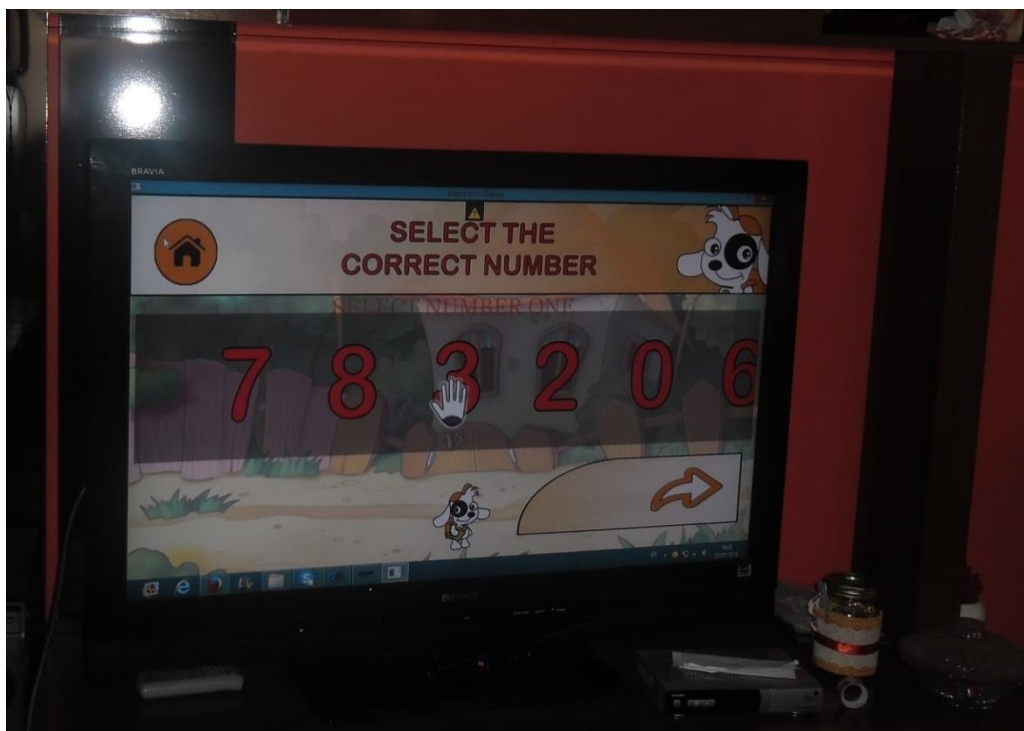
Gesto Presionar

Para poder comprobar el reconocimiento de la extremidad superior se muestra en las siguientes imágenes como el cursor en forma de mano en la pantalla simula el movimiento de la extremidad superior del usuario y cuando el usuario realiza el gesto presionar con su mano el cursor selecciona un objeto.



**Figura 29: Selección de un objeto Ejemplo 1**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**



**Figura 30: Selección de un objeto Ejemplo 2**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

Para poder comprobar el correcto funcionamiento del reconocimiento del gesto presionar se ha añadido una pantalla la cual muestra que opción se seleccionó y si la respuesta es correcta o incorrecta. Dado que únicamente es posible ejecutar un gesto a la vez.

### Gesto Apretar

Para poder comprobar el reconocimiento de la extremidad superior se muestra en la imagen como el cursor en forma de mano se desliza por las opciones cuando el usuario aprieta su mano y la mueve en sentido horizontal.



**Figura 31: Gesto Apretar**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

En la siguiente tabla se encuentra el resultado de la prueba de testing realizada en el Centro Educativo Ilinizas de las pantallas de Selección Correcta.

**Tabla 93: Testing Pantalla Selección Correcta**

| Pantalla: Selección Correcta                    | Validación                           | Observaciones  |
|---|--------------------------------------|--|
| <b>Reconocimiento de la extremidad superior</b> | Si reconoció el sensor Kinect.       | Ninguna.   |
| <b>Reconocimiento del gesto presionar</b>       | No existió un reconocimiento óptimo. | El estudiante debió ubicarse en el siguiente rango de 0.8m a 2.5m para tener un rastreo del gesto óptimo, además de colocar el sensor kinect frente a una pared. |
| <b>Reconocimiento del gesto apretar</b>         | Si reconoció el sensor Kinect.       | Ninguna  |

Elaborado por: Peñaherrera, E.



### 6.3. Pruebas de reconocimiento de la extremidad superior y del reconocimiento de voz por parte del sensor Kinect.

Para poder comprobar el reconocimiento de voz por parte del sensor Kinect de Microsoft se muestran las siguientes imágenes.



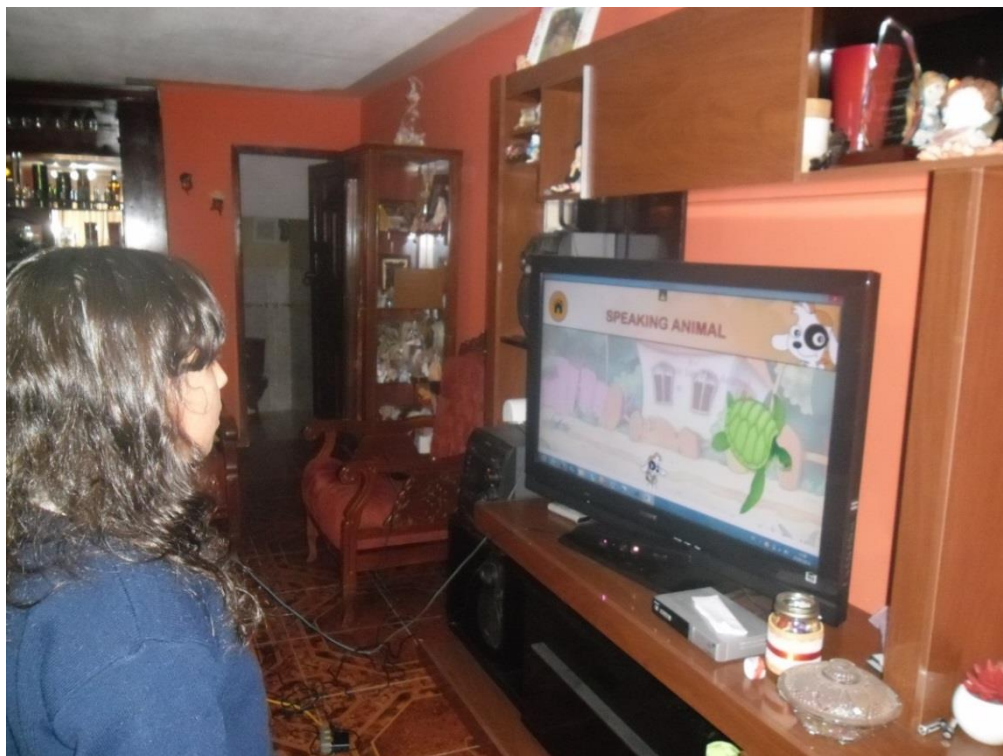
**Figura 32: Reconocimiento de voz por parte del sensor Kinect.**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

A continuación se muestra una imagen en la que el usuario interactúa con el sistema a través de su voz.

En este ejemplo el sistema le pide al usuario que pronuncie el nombre del objeto mostrado.





**Figura 33: Usuario interactúa con la pantalla de Expresión Correcta**

**Fuente: Sistema Interactivo de aprendizaje del idioma inglés**

Luego de que el usuario haya emitido una palabra el sistema muestra si la respuesta fue correcta o incorrecta.

Para poder comprobar el correcto funcionamiento del reconocimiento de voz se ha añadido una pantalla la cual muestra si la respuesta del usuario es correcta o incorrecta.

En la siguiente tabla se encuentra el resultado de la prueba de testing realizada en el Centro Educativo Ilinizas de las pantallas de Expresión Correcta.

**Tabla 94: Testing Pantalla Reconocimiento de voz**

| Pantalla: Expresión Correcta | Validación   | Observaciones  |
|------------------------------|--|--|
| <b>Reconocimiento de voz</b> | Existió inconvenientes en el reconocimiento de voz | Se debe calibrar bien el rango de reconocimiento el que sea óptimo para niños. |

Elaborado por: Peñaherrera, E.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.4. Conclusiones

Una vez finalizado el desarrollo de la aplicación, se ha evaluado si la aplicación cumple los objetivos propuestos al inicio de este documento. Como veremos a continuación, las conclusiones son satisfactorias, debido a que los objetivos han sido logrados en su totalidad.

Se ha conseguido el conocimiento necesario sobre el uso del sensor kinect de Microsoft, conociendo a profundidad qué es y cómo funciona el sensor, partes de las que dispone, es decir su hardware, funcionamiento de sus diferentes cámaras y micrófonos para definir una imagen tridimensional de la escena captada por el mismo, distancias óptimas para el reconocimiento de los objetos, como se obtienen los datos de audio del usuario y los datos de movimiento del cuerpo humano.

Se ha conseguido el conocimiento necesario sobre cómo desarrollar aplicaciones para obtener las coordenadas espaciales de las extremidades superiores del usuario.

Se ha conseguido el conocimiento necesario sobre cómo desarrollar aplicaciones para la detección de voz del usuario.

Se ha desarrollado y se ha implantado un sistema de aprendizaje interactivo con el sensor kinect de Microsoft siguiendo la estructura del ciclo de vida “En Cascada”, con lo cual se logró un método de aprendizaje interactivo para el área del idioma inglés con el soporte del kinect de Microsoft para niños de 6 a 8 años en el Centro Educativo Ilinizas de la ciudad de Latacunga cumpliendo con todas las especificaciones necesarias.

Se ha comprobado en forma completa y exhaustiva todos los requisitos planteados inicialmente, y que ha permitido concluir que el sistema funciona correctamente en todos los aspectos requeridos por la institución educativa.

Una vez definidas las conclusiones técnicas y comprobado que los objetivos iniciales se han cumplido de forma correcta, podemos concluir que se ha alcanzado satisfactoriamente el objetivo general al realizar un sistema de aprendizaje interactivo para el área del idioma inglés con el soporte del kinect de Microsoft que ayudo al estudio de los alumnos del centro Educativo Ilinizas de la ciudad de Latacunga.

Como autor de la tesis, el hecho de trabajar en un proyecto tan novedoso y con tantas posibilidades, ampliando los horizontes del conocimiento de la tecnología, es decir, me ha proporcionado una visión más amplia de lo que se puede llegar a conseguir y el provecho que se le pueden sacar a estas tecnologías, en este caso concreto al sensor Kinect.

Otro punto importante es el de llevar a cabo un proyecto y conocer los pasos necesarios para que el desarrollo sea correcto, adquiriendo nuevos conocimientos continuamente, ya no solo en cuanto a la tecnología utilizada, sino también en el lenguaje de programación utilizado y administración del mismo.

Finalmente, este proyecto ha cumplido todas mis expectativas puestas desde un principio en él, desde el buen funcionamiento de todo el sistema, hasta las satisfacciones que nos ha dejado el desarrollarlo.

## **6.5. Recomendaciones**

En este ítem vamos a presentar algunas posibles líneas de investigación que puedan servir para ampliar este proyecto:

### Plataforma de desarrollo:

En este sistema se ha utilizado el sistema operativo Windows 8 por su completa familiaridad con la tecnología del sensor Kinect de Windows, pero podría trabajarse en otros sistemas operativos de software libre investigando a cabalidad las librerías que existan para lo mismo.

### Funcionalidad del sistema con más partes del cuerpo humano.

En este sistema se rastrea una extremidad superior del estudiante para que interactúe, pero sería más interactivo si el usuario pudiera comunicarse con la aplicación utilizando sus pies.

### Ampliar los tópicos de estudio a más grados

En este sistema se realizó 2 niveles por cada tópico los cuales fueron seleccionados por los docentes del centro Educativo Ilinizas del área del idioma inglés dirigido solo para niños de segundo grado, por lo cual una de las principales recomendaciones sería el aumentar los tópicos para más grados de la institución.

**GLOSARIO:**

| <b>Acrónimo</b>   | <b>Definición</b>  |
|-------------------|--|
| <b>API</b>        | (Interfaz de programación de aplicaciones) Es el conjunto de funciones y procedimientos                                  |
| <b>CMOS:</b>      | Semiconductor complementario de óxido metálico.  |
| <b>FPS:</b>       | Fotogramas por segundo o cuadros por segundo,  |
| <b>FRAMES</b>     | (Fotograma o cuadro) es una imagen particular dentro de una sucesión de imágenes que componen una animación.             |
| <b>LED:</b>       | Diodo emisor de luz. Circuito integrado que sirve para emanar señales de luz   |
| <b>MONOCROMO:</b> | Puede indicar que se tiene un solo color que está encendido o apagado o que tiene tonos intermedios (blanco, negro).     |
| <b>NIU</b>        | Interfaz de Usuario Natural  |
| <b>RAW:</b>       | formato de imagen sin modificaciones   |
| <b>RUNTIME:</b>   | Tiempo de ejecución  |
| <b>SDK:</b>       | SDK: Software Development Kit, librería que proporciona diferentes funciones para interactuar con el dispositivo Kinect. |
| <b>STREAMS</b>    | Flujo, Corriente   |

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. N. d. P. y. Desarrollo, «TICS,» de *PLan del Buen Vivir*, Quito, Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013.
  
- [2] E. Tune, de *La importancia de los sentidos en el aprendizaje*, 1990.
  
- [3] P. M. E. QUINGA, EL MATERIAL INTERACTIVO Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL ÀREA DE LENGUA Y LITERATURA DE LOS NIÑOS DEL QUINTO AÑO “B” DE EDUCACIÒN BÀSICA DE LA ESCUELA “AVELINA LASSO DE PLAZA” DE LA CIUDAD DE QUITO, Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN, 2010.
  
- [6] A. MESÍAS y C. LÓPEZ, Tesis, Diseño e implementación de un prototipo a escala de un robot móvil acompañante, Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Eléctrica y Electrónica, 2012.
  
- [14] N. Rigby, *Ingeniería de Software Explicada*, Mexico: Limusa, 1994.

## NETGRAFÍA

- [4] I. Fundación Wikimedia, « <http://es.wikipedia.org/wiki/Kinect>,» 10 04 2014. [En línea]. [Último acceso: 25 04 2014]
- [5] Microsoft, «Microsoft in Education,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.microsoft.com/education/ww/partners-in-learning/Pages/index.aspx>. [Último acceso: 01 02 2014].
- [7] mathnathan, «Kinect Depth vs. Actual Distance.,» 2014. [En línea]. Available: <http://mathnathan.com/2011/02/depthvsdistance/>. [Último acceso: 15 04 2014].
- [8] S. K. F. WINDOWS, «SDK KINECT FOR WINDOWS,» 2014. [En línea]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855347.aspx>. [Último acceso: 30 01 04].
- [9] K. f. W. Architecture, «Kinect for Windows Architecture,» 2014. [En línea]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131023.aspx>. [Último acceso: 30 04 2014].
- [10] NUI, «Natural User Interface for Kinect for Windows,» 2014. [En línea]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855352.aspx>. [Último acceso: 28 04 04].
- [11] M. NUI, «Data Streams,» 2014. [En línea]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973075.aspx>. [Último acceso: 01 05 2014].
- [12] Microsoft, «Microsoft Developer Network,» [En línea]. Available: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/nuiimagecamera.nui\\_image\\_resolution.aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/nuiimagecamera.nui_image_resolution.aspx). [Último acceso: 01 05 2014].
- [13] M. S. traking, «Skeletal traking,» 2014. [En línea]. Available: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh973074.aspx>. [Último acceso: 28 04 2014].
- [15] «Introducción a los casos de uso,» 12 2004. [En línea]. Available: <http://www.mat.uson.mx/mireles/Casos%20de%20usonota.htm>. [Último acceso: 19 06 2014].



## ANEXOS

Anexo 1:

En este anexo se muestra las minutas que se realizó con el cliente al momento de finalizar cada capítulo.

### Minuta 1:



**FECHA:** <14/05/2014>  
**HORA:** <15:00> a <18:00>.  
**LUGAR:** <Centro Educativo Ilinizas>  
**Asunto:** <Analizar los requisitos.>

### Participantes:

| Persona                  | Empresa                   |
|--------------------------|---------------------------|
| Paola Armas              | Centro Educativo ilinizas |
| Patricia Mejía           | Centro Educativo ilinizas |
| Luis Esteban Peñaherrera | ESPE                      |

| N | Puntos tratados   | Estado   |
|---|---|----------|
| 1 | Ing. Paola Armas recomendó que todas las instrucciones de los niveles tiene que reproducirse por audio y mostrarse en pantalla  | Aprobado |
| 2 | Dra. Patricia Mejía recomendó que el sistema sea muy amistoso para los niños  | Aprobado |
| 3 | Ing. Paola Armas recomendó que los tópicos más esenciales en el segundo grado son: los números del 0 al 9, los animales, las vocales, y los colores ya que en esta edad los niños ya pueden reconocer esas figuras. | Aprobado |

Nota: Todo fue revisado para su posterior aprobación

**Minuta 2:**

**FECHA:** <29/05/2014>

**HORA:** <15:00> a <18:00>.

**LUGAR:** <Centro Educativo Ilinizas>

**Asunto:** <Analizar la arquitectura del sistema y sus diferentes módulos.>

**Participantes:**

| Persona                  | Empresa                      |
|--------------------------|------------------------------|
| Paola Armas              | Centro Educativo<br>ilinizas |
| Patricia Mejía           | Centro Educativo<br>ilinizas |
| Luis Esteban Peñaherrera | ESPE                         |

| N | Puntos tratados  | Estado   |
|---|--|----------|
| 1 | Ing. Paola Armas recomendó como deberán ir las interfaces para mayor facilidad de los niños. | Aprobado |
|   | Dra. Patricia Mejía aprobó al arquitectura del sistema como óptima para los estudiantes      | Aprobado |

Nota: Todo fue revisado para su posterior aprobación.

**Minuta 3:**

**FECHA:** <12/06/2014>

**HORA:** <15:00> a <18:00>.

**LUGAR:** <Centro Educativo Ilinizas>

**Asunto:** <Analizar la implementación.>

**Participantes:**

| Persona                  | Empresa                   |          |
|--------------------------|---------------------------|----------|
| Paola Armas              | Centro Educativo ilinizas |          |
| Patricia Mejía           | Centro Educativo ilinizas |          |
| Luis Esteban Peñaherrera | ESPE                      | LEARNING |

| N | Puntos tratados  | Estado   |
|---|--|----------|
| 1 | Ing. Paola Armas está a tanto de que la aplicación será de escritorio, y es con programación en c#.    | Aprobado |
| 2 | Dra. Patricia Mejía así como la institución están al tanto que la librería del kinect es de uso libre. | Aprobado |

Nota: Todo fue revisado para su posterior aprobación.

**Minuta 4:**

**FECHA:** <25/07/2014>

**HORA:** <15:00> a <18:00>.

**LUGAR:** <Centro Educativo Ilinizas>

**Asunto:** <Analizar las diferentes pruebas en la institución.>

**Participantes:**

| <b>Persona</b>           | <b>Empresa</b>            |
|--------------------------|---------------------------|
| Paola Armas              | Centro Educativo ilinizas |
| Patricia Mejía           | Centro Educativo ilinizas |
| Luis Esteban Peñaherrera | ESPE                      |

| <b>N</b> | <b>Puntos tratados</b>   | <b>Estado</b> |
|----------|--|---------------|
| 0        |  |               |
| 1        | Ing. Paola Armas recomendó calibrar bien el rango de reconocimiento que sea óptimo para niños  | Aprobado      |
| 2        | Dra. Patricia Mejía recomendó que deba ser fácil el seleccionar un ítem.   | Aprobado      |
| 3        | Dra. Patricia Mejía recomendó las imágenes deben ser muy llamativas para los estudiantes y que debo tomar en cuenta que es para niños y niñas al momento de escoger un diseño. | Aprobado      |

Nota: Todo fue revisado para su posterior aprobación.

**Minuta 5:**

**FECHA:** <28/07/2014>

**HORA:** <15:00> a <18:00>.

**LUGAR:** <Centro Educativo Ilinizas>

**Asunto:** <Analizar las diferentes pruebas en la institución.>

**Participantes:**

| <b>Persona</b>           | <b>Empresa</b>            |
|--------------------------|---------------------------|
| Paola Armas              | Centro Educativo ilinizas |
| Patricia Mejía           | Centro Educativo ilinizas |
| Luis Esteban Peñaherrera | ESPE                      |

| <b>N</b> | <b>Puntos tratados</b>   | <b>Estado</b> |
|----------|--|---------------|
| 0        |  |               |
| <b>1</b> | Ing. Paola Armas reviso todos los cambios recomendados y los aprobó    | Aprobado      |
| <b>2</b> | Dra. Patricia Mejía reviso todos los cambios recomendados y los aprobó | Aprobado      |

Nota: Todo fue revisado para su posterior aprobación.

**UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS - ESPE**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores: Alex Israel Campaña Guzmán y Guillermo Santiago Escobar Bonilla bajo nuestra supervisión.

---

ING. JAVIER MONTALUISA

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

ING. DAVID RIVAS

**CODIRECTOR DEL PROYECTO**

---

ING. LUIS GUERRA

**DIRECTOR DE CARRERA**

---

DR. RODRIGO VACA

**SECRETARIO**