

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA: INGENIERÍA DE SISTEMAS

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN TABLERO TÁCTIL INTELIGENTE PARA SOPORTE EN LA EDUCACIÓN ESPECIAL Y EN EL DIAGNÓSTICO PSICOLÓGICO DE NIÑOS EN SITUACIONES DE RIESGO.

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO DE SISTEMAS**

Autores:

Cristian Andrés Tapia Jaya

David Ismael San Andrés Becerra

Tutor:

Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

Cuenca, Junio de 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo **Cristian Andres Tapia Jaya**, con documento de identificación N° **010526520-1**, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado intitulado: **“Diseño y desarrollo de un tablero táctil inteligente para soporte en la educación especial y en el diagnóstico psicológico de niños en situaciones de riesgo”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero de Sistemas**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Cristian Andres Tapia Jaya

010526520-1

Cuenca, 06 de julio de 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo **David Ismael San Andres Becerra**, con documento de identificación N° **010516670-6**, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado intitulado: **“Diseño y desarrollo de un tablero táctil inteligente para soporte en la educación especial y en el diagnóstico psicológico de niños en situaciones de riesgo”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero de Sistemas**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



David Ismael San Andres Becerra

010516670-6

Cuenca, 06 de julio de 2016

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Cristian Andrés Tapia Jaya**, con número de cédula **0105265201**, **David Ismael San Andrés Becerra** con número de cédula **0105166706**; autores de **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN TABLERO TÁCTIL INTELIGENTE PARA SOPORTE EN LA EDUCACIÓN ESPECIAL Y EN EL DIAGNÓSTICO PSICOLÓGICO DE NIÑOS EN SITUACIONES DE RIESGO”**, certificamos que el total contenido del Proyecto Técnico son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría

Cuenca, Julio del 2016



Cristian Andrés Tapia Jaya

0105265201



David Ismael San Andrés Becerra

0105166706

Derechos de autor.

Nosotros Cristian Andrés Tapia Jaya y David Ismael San Andrés Becerra, por medio del presente documento certificamos que hemos leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana y estamos de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en dicha Política. Asimismo, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



Cristian Andres Tapia Jaya

C.I.: 010526520 – 1



David Ismael San Andres Becerra

C.I.: 010516670 – 6

Certificación.

En calidad de TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN “Diseño y desarrollo de un tablero táctil inteligente para soporte en la educación especial y en el diagnóstico psicológico de niños en situaciones de riesgo”, elaborado por Cristian Andes Tapia Jaya y David Ismael San Andrés Becerra, de claro y certifico la aprobación del presente trabajo de titulación basándose en la supervisión y revisión de su contenido.

Cuenca, 30 de junio del 2016



Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

Tutor del trabajo de titulación

Agradecimientos.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro Tutor de proyecto técnico Ing. Vladimir Robles, a la Psicóloga Lic. Verónica Cevallos, a nuestros asesores Ing. Luis Serpa, Ing. Diego Quisi, Ing. Luis Gonzales y a todos quienes durante este tiempo han formado parte del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIIATA) de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca por brindarnos su apoyo de manera desinteresada durante el desarrollo del presente trabajo

Cristian A. Tapia J. – David I. San Andres B.

Dedicatoria.

Dedicado a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante, que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Finalmente, a todos quienes forman parte del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIIATA) de la Universidad Politécnica Salesiana quienes me ayudaron en asesorías y dudas presentadas durante la elaboración de este proyecto.

David Ismael San Andrés Becerra

Este trabajo de titulación lo dedico en primer lugar a Dios, que ha sido el guía de mi vida y por brindarme la capacidad de aprender y de tomar decisiones que me han llevado a culminar mis estudios universitarios.

A mis padres Orlando Tapia y Deysi Jaya, que han sido los pilares fundamentales en mi vida, y me han sabido comprender y apoyar en esta vida estudiante que he culminado, además han sido guía espiritual y me han sabido llevar con el camino del bien y siempre acompañado de Dios.

Cristian Andres Tapia Jaya

Índice de Contenidos

1.	Resumen	1
2.	Abstract	2
3.	Introducción	3
4.	Objetivos	4
4.1.	General	4
4.2.	Específicos	4
5.	Marco metodológico	5
5.1.	Diseño y construcción de la mesa táctil	5
5.2.	Diseño y construcción del lápiz de presión	7
5.2.1.	Diseño del circuito electrónico	7
5.2.2.	Desarrollo de software	8
5.3.	Diseño y desarrollo de la aplicación enfocada a dar soporte en la intervención de niños en situaciones de riesgo	9
5.3.1.	Diagramas UML	9
5.3.1.1.	Casos de uso	9
5.3.1.2.	Base de datos	10
5.3.2.	Estructura lógica de la aplicación	11
5.3.3.	Interfaces Graficas	12
5.3.4.	Juegos (Intervención)	15
5.3.5.	Reportes	19
6.	Experimentación y resultados	21
6.1.	Pruebas	21
6.2.	Resultados	21
7.	Conclusiones	24
8.	Recomendaciones	25
9.	Trabajo futuro	26
10.	Bibliografía	27
11.	Anexos	29

Índice de Figuras

Figura 1: Diseño del primer prototipo (Izquierda), primer prototipo construido (Derecha)	5
Figura 2: Diseño del segundo prototipo (Izquierda), prototipo construido (Derecha)	5
Figura 3. Estructura lógica para la construcción de la mesa táctil	6
Figura 4. Interfaz de Community Core Vision.....	7
Figura 5. Esquema lógico para la construcción del lápiz de presión.....	7
Figura 6. Circuito electrónico del lápiz de presión	8
Figura 7. Resultados de la presión en los sensores.....	9
Figura 8. Caso de uso, Actividades del psicólogo.....	10
Figura 9. Caso de uso, Actividades del niño	10
Figura 10. Estructura de la base de datos	11
Figura 11. Esquema general de la aplicación.	11
Figura 12. Ventana de login (Inicio de sesión)	12
Figura 13. Ventana de registro de psicólogos	12
Figura 14. Ventana empleada para la selección de la actividad	13
Figura 15. Ventana de gestión de niños	13
Figura 16. Ventana para ingresar un nuevo niño.....	14
Figura 17. Ventana que permite seleccionar a un niño	14
Figura 18. Ventana de selección de juegos	14
Figura 19. Ventana de teclado usado en la aplicación	15
Figura 20. Interfaz de Introducción al Juego Monstruos.....	16
Figura 21. Interfaz del Juego Monstruos.....	16
Figura 22. Interfaz de Introducción Juego Pastel	17
Figura 23. Interfaces intermedias Juego Pastel	17
Figura 24. Interfaz del Nivel 1 Juego Pastel	17
Figura 25. Interfaz del Nivel 2 Juego Pastel	18
Figura 26. Interfaz del Nivel 3 Juego Pastel	18
Figura 27. Interfaz Juego Panda	19
Figura 28. Interfaz de Generación de reportes	19
Figura 29. Interfaz de reporte por niño	20
Figura 30. Interfaz de reportes de juegos	20

Índice de Tablas

Tabla 1. Reglas de Lógica Difusa	8
Tabla 2. Reglas traducidas a un lenguaje mas entendible	8

Índice de Gráficos

Grafico 1. Resultados de la tabulación de la pregunta 1.	21
Grafico 2. Tabulación de la pregunta 2, Por que eligieron la mesa táctil.....	21
Grafico 3. Tabulación de la pregunta 2, Por que eligieron la tablet.	22
Grafico 4. Tabulación de la pregunta 3, Crees que la mesa es.....	22
Grafico 5. Tabulación de la pregunta 4, Juego 1 (Monstruos)	22
Grafico 6. Tabulación de la pregunta 4, Juego 2 (Pastel).....	23
Grafico 7. Tabulación de la pregunta 4, Juego 3 (Pandas).....	23

1. Resumen

Desde años anteriores se ha visto un crecimiento de la tecnología en el ámbito de la educación, es por esto que cada vez más personas desarrollan herramientas y aplicaciones que tienen el objetivo de ayudar a las personas. Esto ha permitido que las TICs puedan ser empleadas en el soporte de procesos complejos que se caracterizan por tratar con el ser humano, como los que se aplican en áreas de la ciencia como la psicología, la educación regular y especial, y el cuidado de la salud.

La idea de este proyecto nace del problema que en el Ecuador existen jóvenes y niños que son obligados a trabajar desde muy temprana edad, viven situaciones de violencia en el hogar, en la escuela, etc., También existen casos de niños huérfanos y esto conlleva a que sean sometidos a diferentes abusos tanto físicos como psicológicos dentro y fuera del núcleo familiar o su ambiente de desarrollo. Todas estas situaciones hacen que estos jóvenes y niños estén expuestos a distintos traumas que les impiden desarrollarse de forma adecuada.

Gracias al desarrollo rápido de la tecnología, se busca incluir las TICs en el diagnóstico e intervención psicológica, brindando de este modo apoyo a los jóvenes, niños y a sus familiares. Con estos antecedentes, en este proyecto se plantea emplear tecnología multitáctil que constituye una opción viable para mejorar el aprendizaje, permitiendo que las variables u objetos a estudiar se proyecten de forma visual y en un ambiente de continua interacción con el usuario. Este modelo ayuda a mejorar las habilidades, experiencias y conocimientos que están relacionadas con un adecuado desempeño en el ámbito educativo, familiar, social o profesional, de acuerdo al lugar y con los fines que se aplique esta tecnología.

La estructura de este documento describe de forma detallada el proceso de diseño y construcción de la mesa multitáctil que se organiza de la siguiente forma: se empieza con una breve reseña acerca de la realidad actual en cuanto a las tecnologías usadas para terapias en niños en situaciones de riesgo y trabajos enfocados al uso de dispositivos táctiles en la terapia. En la segunda parte se presenta el marco metodológico en donde se detalla cada etapa de la construcción de la mesa multitáctil, teniendo como las principales a las siguientes: el diseño y construcción de la mesa táctil y el desarrollo del lápiz de presión, la aplicación informática (Java) para medir los niveles relativos de presión, la aplicación de intervención para niños en situaciones de riesgo, los usuarios que intervienen en el sistema mediante diagramas UML, el diseño de la base de datos, la estructura lógica de la aplicación, interfaces gráficas, los juegos de intervención desarrollados y reportes del sistema. A continuación, se describen las pruebas realizadas con 40 niños en la Escuela “Bell Academy” y los resultados obtenidos. Como parte final se presentan las conclusiones que se obtuvieron al desarrollar el presente trabajo y algunas sugerencias sobre las posibles implementaciones que se puedan dar en trabajos futuros.

2. Abstract

Some years ago it has seen a growth of the technology in the field of the education, that's why more and more people develop tools and applications that people help, which it has allowed Tics provide an important support in complex processes characterized by dealing with humans, such as Psychology, regular and special education, and health care.

The idea of this project was born of the problem that in Ecuador youth and children who are forced to work from an early age, while others live in violent situations at home, at school, etc. There are also cases of children orphaned and this leads that to them be subjected to various physical and psychological abuse both inside and outside the family environment or development environment, what causes these young people and children are exposed to various traumas that prevent them from developing properly. What it causes these young people and children are exposed to various traumas that prevent them from developing properly.

Thanks the rapid development of technology seeks to include the TICs to support young, children and their families, and that this serves as a support for psychologists and therapists who work with them. There-fore, the idea of this work is based on multi-touch technology to be a viable alternative to enhance learning by allowing variables or objects to study is visually projecting and in an environment of continuous interaction with the user that helps improve abilities, experience and knowledge to offer perform better in the education ambit, family, social or professional depending on where and for what purposes this technology is applied.

The structure of this document described in detail the process of de-sign and construction of the multi-touch table that is organized as follows: it begins with a brief overview about the current reality of technology use for children therapy in situation at risk and focused work on the use of touch devices in the therapy. In the second part the methodological framework where detailing each stage of the construction of the multi-touch table is presented, having as the main to the following: the design and construction of the multi-touch table and the development of pres-sure pen, java application to measure the levels relative of pressure, the intervention application for children at situation of risk, where specified in detail, users involved in the system, using UML diagram, the design of the database, the logical structure of the application, graphics interfaces, developed of intervention games, system reports, To continue it is described the test in 40 children of the school “ Bell Academy” and results. As a final part we present of the conclusions obtained in developing this paper and some suggestions on possible implementations that may occur in future work.

3. Introducción

Según el INEC [1] En Ecuador de todos los niños, niñas y adolescentes de 5 a 17 años de edad, el 8,56% realiza actividades de trabajo de estos el 56% realizan actividades que son consideradas peligrosas y por lo tanto prohibidas. Se describe como trabajo peligroso a aquel que pone en peligro la salud o integridad del niño o niña ya sea por su naturaleza o condiciones en las que lo realiza. Desde este punto de vista el trabajo infantil limita o inhabilita por un lado la consecución de libertades que se dan a través de aprendizajes y vivencias que incluye la educación.

Una situación de vulnerabilidad se define como todo aquello que puede afectar de manera directo o indirecta en el corto o largo plazo a las capacidades claves para la actuación individual y social de una persona, en este caso este riesgo o vulnerabilidad puede ubicarse en el ámbito de las carencias de elementos básicos para la supervivencia [2]. Por esta razón los niños son ubicados en instituciones de acogimiento como medidas de protección, con el fin de precautelar su integridad física y psicológica [3]

Con el avance de la tecnología se ha demostrado que esta puede ayudar en gran medida a la educación, con el desarrollo de herramientas que facilitan el aprendizaje y enseñanza a niños tanto regulares como en situación de riesgo siendo estos los más beneficiados. En el contexto educativo el uso de dispositivos táctiles ha sido probado con éxito [4], siendo estos un atractivo para los jóvenes de experimentar con nuevos métodos de enseñanza que apoyan el aprendizaje tanto de forma individual [5] como cooperativa [6]. La separación de la familia implica que aquellos niños en situación de vulnerabilidad sufran alteraciones en áreas muy importantes, como el apego, lo cual se ve agravado por la situación misma de institucionalización, que hace que esta población sea más propensa a desarrollar trastornos evolutivos, trastornos del apego, alteraciones conductuales, inatención y bajo rendimiento escolar [7] por lo cual el uso de dispositivos táctiles son útiles para el desarrollo de habilidades sociales [8].

Ante este panorama el siguiente trabajo tiene como objetivo desarrollar un mesa multitáctil basado en la iluminación FTIR y técnicas de visión artificial que funcione como una herramienta de uso educativo que brinde soporte en cuanto a la evaluación de niños por parte de psicólogos ya sea de forma individual o cooperativa, permitiendo a estos contar con un sistema de juegos que permita evaluar a los niños generando un reporte de datos en cuanto a la interacción con el dispositivo y permitiendo a los niños en conflicto compartir un espacio en común donde se puedan superar barreras sociales, esto basado en las investigaciones de tableros que han demostrado que ser capaz de ver otras formas de expresión corporal en la pantalla compartida donde se puede mejorar la comunicación, soportando una interacción fluida y coordinación [9]. Además, su orientación horizontal permite que los usuarios que usen sus manos fácilmente sobre la superficie, y como resultado, la comunicación basada en el gesto puede complementar o incluso sustituir a la comunicación verbal. [10]

4. Objetivos

4.1.General

Diseñar y desarrollar un tablero táctil inteligente para soporte en la educación especial y en el diagnóstico psicológico de niños en situaciones de riesgo

4.2.Específicos

- Diseñar y desarrollar un tablero táctil que permita registrar la interacción con los usuarios.
- Diseñar y desarrollar un lápiz capaz de medir uno o más niveles de presión.
- Diseño y desarrollo de la aplicación enfocada a dar soporte en la intervención de niños en situaciones de riesgo.
 - Desarrollo de interfaces de usuario.
 - Desarrollo de juego lúdicos.
 - Desarrollo de módulo de reportes.
- Elaborar y ejecutar un plan de experimentación para la mesa multitáctil y para el lápiz de presión.

5. Marco metodológico

5.1. Diseño y construcción de la mesa táctil

En esta etapa inicial del diseño y desarrollo de la mesa multitáctil, se procedió al diseño y construcción de la misma, para ello se tomó en cuenta la opinión de expertos como psicólogos, diseñadores y carpinteros, y tomando en cuenta que la mesa está orientada a niños se desarrolló un diseño ergonómico.

Se procedió a realizar dos prototipos, el primer prototipo presentado se puede ver en la **Figura 1**, es una mesa con la pantalla horizontal como prototipo inicial se observó que la mesa tenía una serie de problemas entre los más notables estaban: al ser un modelo muy simple no se ideó inicialmente la forma de transportación o como se iba a movilizar la mesa, además de su diseño no ergonómico y muy incómodo para que un niño la pueda usar.



Figura 1: Diseño del primer prototipo (Izquierda), primer prototipo construido (Derecha).

En el segundo prototipo (producto final) se procedió a tomar algunos problemas de diseño, así como algunos problemas en cuanto a la usabilidad, es así que se decidió hacer un cambio total en todo el diseño, como se puede ver en la **Figura 2**.

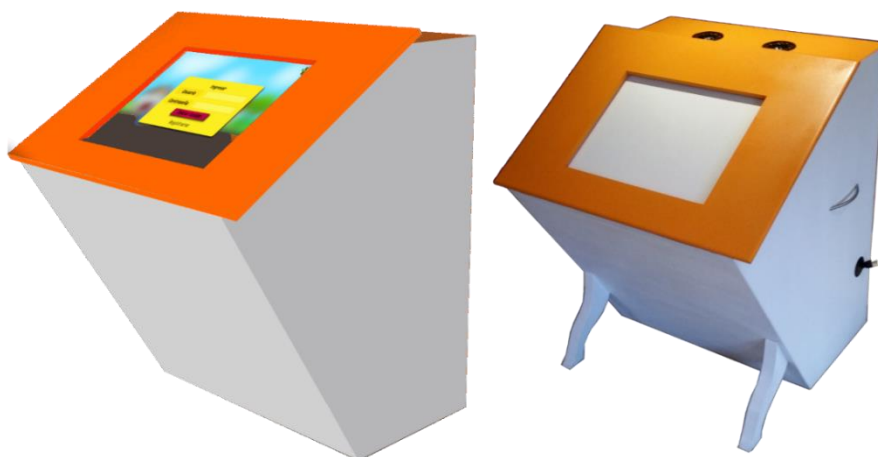


Figura 2: Diseño del segundo prototipo (Izquierda), prototipo construido (Derecha)

En cuanto a la construcción de la mesa se usaron materiales como MDF¹ para casi la totalidad de su construcción, también se utilizó una lámina de acrílico como pantalla, una superficie reflectante, una capa llamada superficie de contrato la que esta implementada con una lámina de silicón frío, un arreglo de leds infrarrojos como parte de la iluminación FTIR², además de ello cuenta con un proyector el mismo que proyecta la imagen que sale el computador hacia la pantalla gracias a una espejo, en la **Figura 3**.



Figura 3. Estructura lógica para la construcción de la mesa táctil

Como otro punto tenemos la ejecución de CCV (Community Core Vision) [11], es un software libre GPL y open source, el mismo que toma la entrada de video que proporciona una cámara y gracias a la técnica FTIR tomas las manchas que se proyectan en el acrílico cuando se tocan con los dedos, además de proporcionar las coordenadas las misma que son interpretadas por una aplicación TUIO hecha en python como clics del mouse [12], como se ve en la **Figura 4**.

¹ MDF (*Medium Density Fibreboard*): Un tablero DM es un aglomerado elaborado con fibras de madera

² FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*): o Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier

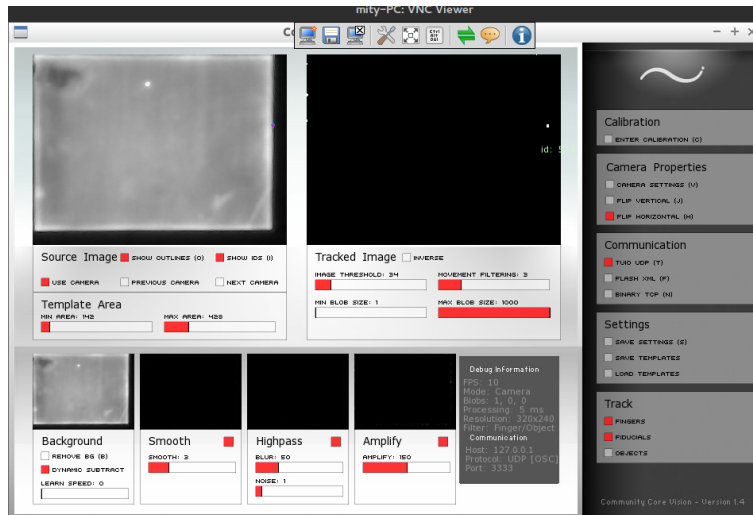


Figura 4. Interfaz de Community Core Vision

5.2. Diseño y construcción del lápiz de presión

Para el desarrollo del lápiz, este se basó en el diseño de los lápices de pizarra el cual fue adaptado para alojar en su interior los componentes electrónicos usados para la construcción del mismo.

Entre estos componentes tenemos dos resistencias variables las cuáles serán las encargadas de percibir la fuerza empleada al momento de escribir, una tarjeta arduino uno que se encarga de procesar los datos percibidos por las resistencias y enviarlas al computador en el cual existe un software desarrollado en java con ayuda de la librería JFuzzyLogic.jar para el desarrollo de la lógica difusa [13], para procesar los datos recibidos y mostrar en forma de gráficos la presión o fuerza empleada al momento de escribir, como se puede ver en la **Figura 5**.

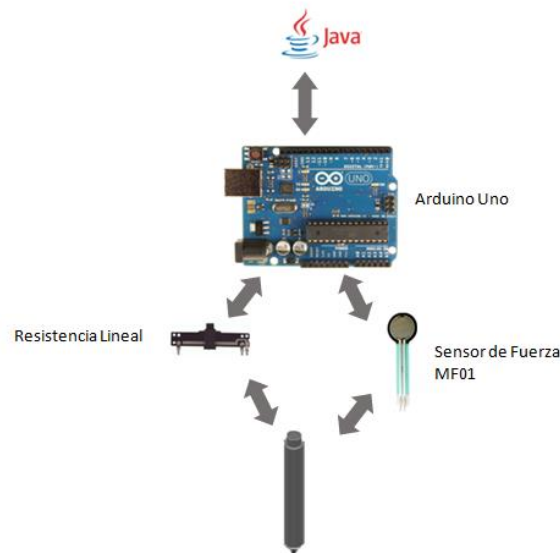


Figura 5. Esquema lógico para la construcción del lápiz de presión

5.2.1. Diseño del circuito electrónico

Como primera etapa se realizó el diseño del circuito generando las conexiones apropiadas para los elementos involucrados en el mismo, para el diseño del circuito electrónico se utilizó el

software fritzing [14] que nos permitió probar el circuito antes de ser implementado como podemos observar en la **Figura 6** el circuito está alimentado con 3.3v que proporciona la tarjeta arduino. los datos que envían las resistencias variables son recibidos en la tarjeta arduino por los pines analógicos A1 y A2.

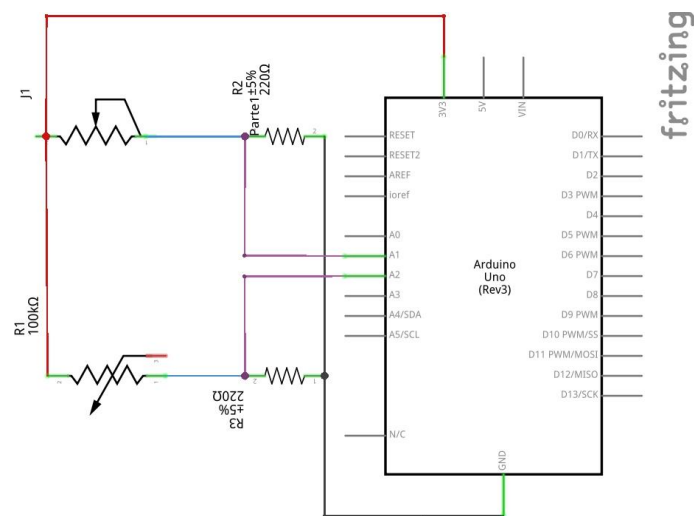


Figura 6. Circuito electrónico del lápiz de presión

5.2.2. Desarrollo de software

Para la interpretación de los datos, se desarrolló un software con el cual la interpretación de los datos de los sensores es relativa con respecto a la presión que se ejerce basado en las siguientes reglas (véase en la **Tabla 1**).

Sensor 2	Sensor 1			
		Bajo	Medio	Alto
	Bajo	Muy débil	Débil	Medio
	Medio	Débil	Medio	Fuerte
	Alto	Medio	Fuerte	Muy fuerte

Tabla 1. Reglas de Lógica Difusa

Una vez establecidas las reglas con las que se va a evaluar el caso de la lógica que va a tener el lápiz de presión, se procede a presentar las reglas traducidas a un lenguaje más entendible (véase en la **Tabla 2**):

RULE 1: IF sensor1 IS bajo AND sensor2 IS baja THEN salida IS muydebil;
RULE 2: IF sensor1 IS medio AND sensor2 IS baja THEN salida IS debil;
RULE 3: IF sensor1 IS alto AND sensor2 IS baja THEN salida IS medio;
RULE 4: IF sensor1 IS bajo AND sensor2 IS media THEN salida IS debil;
RULE 5: IF sensor1 IS medio AND sensor2 IS media THEN salida IS medio;
RULE 6: IF sensor1 IS alto AND sensor2 IS media THEN salida IS fuerte;
RULE 7: IF sensor1 IS bajo AND sensor2 IS alta THEN salida IS medio;
RULE 8: IF sensor1 IS medio AND sensor2 IS alta THEN salida IS fuerte;
RULE 9: IF sensor1 IS alto AND sensor2 IS alta THEN salida IS muyfuerte;

Tabla 2. Reglas traducidas a un lenguaje mas entendible

Como se puede observar en la **Figura 7** se tiene de forma gráfica la presión ejercida en cada sensor y una salida que representa las reglas realizadas para obtener la presión ejercida en los dos sensores a la vez.

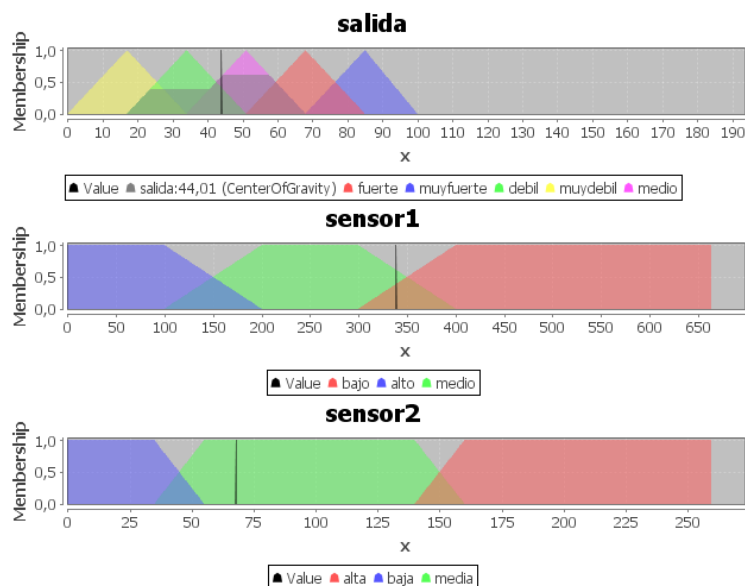


Figura 7. Resultados de la presión en los sensores

5.3. Diseño y desarrollo de la aplicación enfocada a dar soporte en la intervención de niños en situaciones de riesgo

En este apartado procedemos a detallar los diferentes pasos que se siguieron para el desarrollo de la aplicación de gestión de datos, así como la base de datos y los diferentes juegos.

En la parte de gestión de datos se procede a guardar los datos tanto del psicólogo o terapeuta, como el de los niños, además tiene un apartado que genera los reportes de cada niño con respecto a los juegos que haya cumplido, además cada juego almacena los datos requeridos para los reportes, además que son datos establecidos por una psicóloga así que son datos útiles para la detección de algún problema.

5.3.1. Diagramas UML

Los diagramas que se van a presentar son casos de uso, diagramas de clases, entre otros que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la aplicación.

5.3.1.1. Casos de uso

En la estructura de la aplicación se tomaron en cuenta los requerimientos de los expertos como psicólogos y desarrolladores de software se propusieron los siguientes casos de uso, el primero de estos diagramas es el de las actividades que realizar el psicólogo en la aplicación, como se ve en la **Figura 8**, con lo que se estableció actividades como: crear nuevo usuario, crear nuevo niño, generar reportes, seleccionar un niño de la base de datos, escoger la actividad que va a desarrollar el niño.

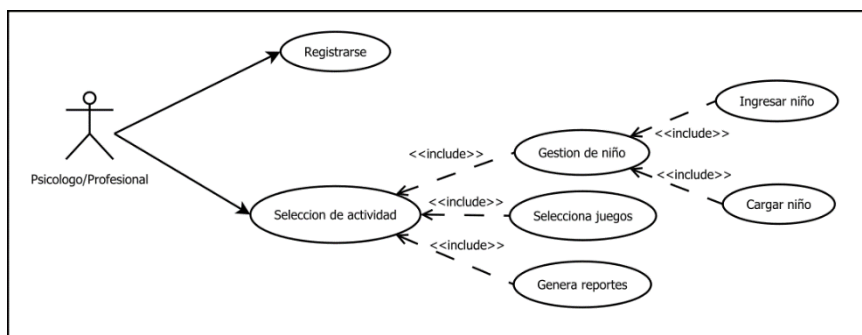


Figura 8. Caso de uso, Actividades del psicólogo

En el siguiente diagrama se detallan las actividades que realiza el niño, el niño es el que realizar los diferentes juegos o actividades lúdicas desarrolladas, véase el diagrama en la **Figura 9**.

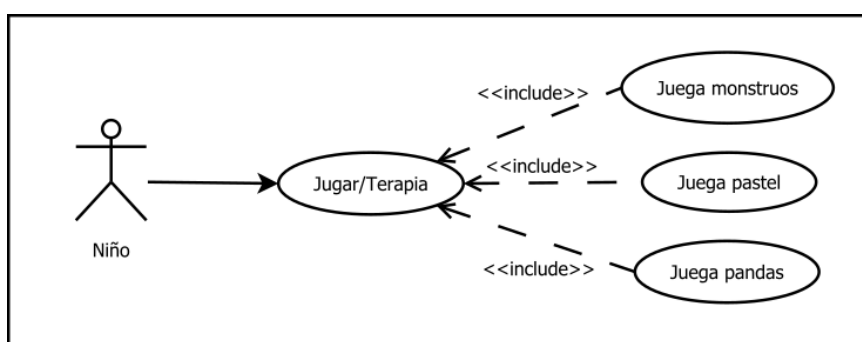


Figura 9. Caso de uso, Actividades del niño

Con estos los diagramas antes mencionados dejamos sentadas las diferentes actividades que realizan los diferentes actores que intervienen en el uso de la mesa táctil y de la aplicación.

5.3.1.2. Base de datos

Por la construcción de la mesa táctil y de la implementación de un aplicativo para que se pueda ser usado bajo la misma, se pensó en la creación de una base de datos para almacenar los datos que genera la aplicación, en esta base se consideraron a los dos principales actores descrito en los **Casos de uso**, y la creación de tablas para cada juego ya que cada juego tienen diferentes variables consideradas importantes que ayudar a los expertos, La base de datos con cada tabla están detalladas en la **Figura 10**.

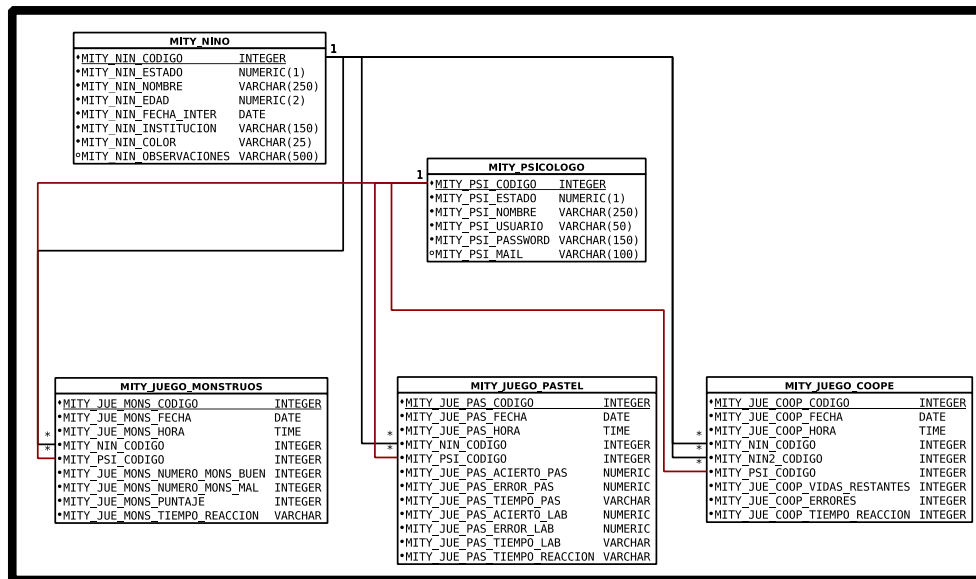


Figura 10. Estructura de la base de datos

5.3.2. Estructura lógica de la aplicación

Basados en los diagramas de uso podemos observar una estructura general del proyecto, el mismo que está conformado por diferentes módulos que servirán para la recolección de datos y su análisis posterior, por lo que cuenta con una Base de datos que registrara las actividades realizadas en el sistema para apoyar las actividades llevadas a cabo durante el diagnóstico psicológico y la intervención de los niños en situación de riesgo o vulnerabilidad.

En cuanto a la estructura lógica de la aplicación, esta se compone por los elementos que se pueden ver en la **Figura 11**:

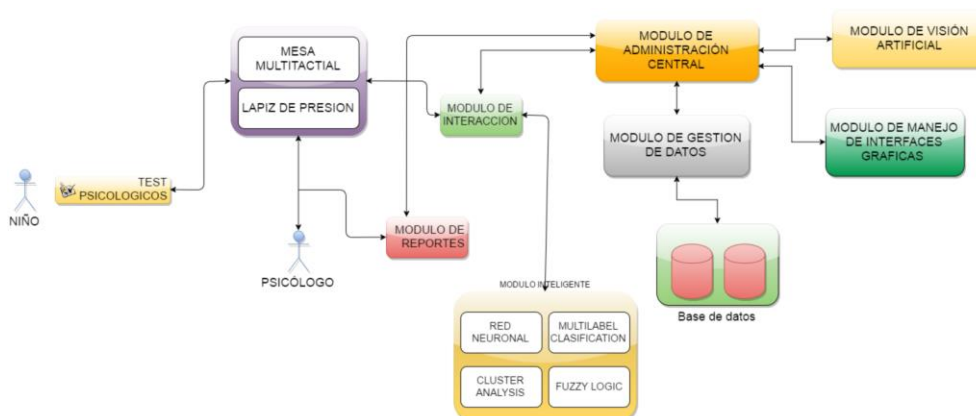


Figura 11. Esquema general de la aplicación.

- El módulo de interacción: se encarga de la coordinación e interacción con los módulos de reportes y el modulo inteligente, de modo que se pueda analizar los diferentes casos psicológicos que se deseen, y además poder almacenar y gestionar la comunicación entre el paciente y el psicólogo.
- El módulo de visión artificial: tiene como finalidad la identificación de los patrones táctiles que va a tener el tablero.

- El módulo de gestión de datos: permite almacenar las interacciones que va a tener el niño en conjunto con el psicólogo en una base de datos y trabajando en conjunto con el módulo de generación de reportes pueda mostrar diversos reportes sobre algún niño en específico.
- El módulo de interfaces graficas: posibilita llevar a cabo el manejo de todo el aspecto gráfico del sistema, como son la interfaz gráfica del usuario, el renderizado de imágenes, videos, otros medios multimedia, etc., permitiendo tener un solo elemento especializado en estos aspectos y así poder agilizar procesos.
- La mesa multitáctil: constituye el mecanismo con el que el niño va a interactuar con el sistema, tiene las diferentes interfaces gráficas y contenido multimedia.
- El modulo inteligente: es el encargado de tener la base del conocimiento, también del análisis de los diferentes descriptores que registre un niño en su interacción con el sistema y brindar soporte a la toma de decisiones.

5.3.3. Interfaces Graficas

En este apartado se explica las diferentes ventanas que tiene la parte de gestión de datos ya que en el apartado de **Juegos (Intervención)** se procede a detallar los juegos, en este caso en primer lugar se presenta una pantalla de inicio de sesión o login, en la cual el usuario en este caso el psicólogo ingresa sus credenciales, en el caso que no esté registrado en la aplicación la misma le da la opción de hacerlo, para ello clicamos o tocamos en el botón de Registrarse, como se ve en la **Figura 12**.

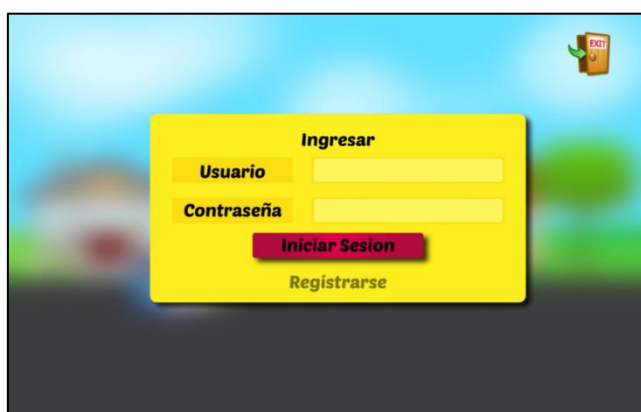


Figura 12. Ventana de login (Inicio de sesión)

La siguiente ventana es la del registro de los psicólogos (véase la **Figura 13**), para ello se piden datos muy simples pero que llegan a ser muy significativos como es el caso de los nombres, un usuario y una contraseña para el inicio de sesión, por último, el email para que posterior se el envíe un correo con los reportes.

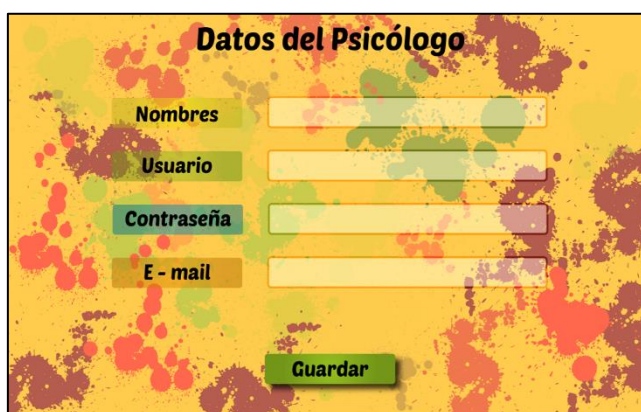


Figura 13. Ventana de registro de psicólogos

En la ventana de selección de actividad el psicólogo tiene tres opciones válidas para seleccionar, en el primer caso está la selección o la gestión de los niños para la realización de la terapia, luego está la selección de los juego o actividades de intervención, y por último esta la sección de generación de reportes los mismo que se explican en la parte de **Reportes**, además en la parte superior izquierda se muestra en nombre de psicólogo/terapeuta además en la parte superior derecha se muestran datos del niño como nombre, edad e institución educativa esto es útil para que el terapeuta sepa que niño ésta seleccionado y además para comprobar que está bien ingresado en el sistema.

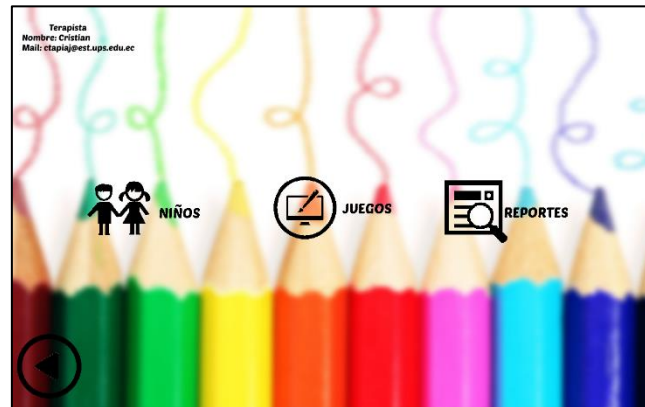


Figura 14. Ventana empleada para la selección de la actividad

En la ventana presentada a continuación se tiene la gestión de los niños en este caso el terapeuta o psicólogo puede ingresar un nuevo niño o puede seleccionar uno que éste cargado en la base de datos, esta ventana se puede ver en la **Figura 15**.



Figura 15. Ventana de gestión de niños

La ventana de ingreso para un nuevo niño, se presenta datos como el nombre, edad fecha de intervención (fecha de ingreso del sistema), institución (educativa o especial), color, observaciones, este último campo es opcional, véase en la **Figura 16**.

Datos del niño

Nombres prueba

Edad 7 **Fecha de intervención** 2016-06-05

Institución prueba

Color Verde Claro

Observaciones

Guardar **Cancelar**

Figura 16. Ventana para ingresar un nuevo niño

En el caso que se seleccione cargar se presenta la siguiente pantalla en la que hay una lista con los niños ingresados en la base, esta es una interfaz pensada para que no tenga problemas el terapeuta en el área de desplazamiento es por eso que tiene dos botones para la parte de la navegación entre el listado de niños, como se puede ver en la **Figura 17**.

Buscar:

Edad: **BUSCAR**

ID	Nombre	Edad	Instituto
1	Fernandez	9	BELL ACADEMY
2	Larrea	9	
3	Montalvan	9	
4	Juliana	8	Bell Academy
5	Emilia	9	Bell Academy
6	Sonia	9	Bell Academy
7	Josue	9	Bell Academy
8	Vanegas	8	Bell Academy
9	Belen	9	Bell Academy
10	Amelia	8	Bell Academy

SELECCIONAR

<< >>

Figura 17. Ventana que permite seleccionar a un niño

Como una de las últimas ventanas tenemos ver la selección de juegos, para estos se han construido 3 juegos los mismo que son explicados con mayor detalle en la sección de **Juegos (Intervención)**, la ventana ésta presentada en la **Figura 18**.

Juegos

¡Ay Monstruos!

Venciendo la tristeza

¡A preparar pastel!

¿Tienes paciencia?

¡Vamos al espacio!

¿Sabes tabajar en equipo?

Vamos a Jugar

Figura 18. Ventana de selección de juegos

Una de las otras ventanas elaboradas ésta un teclado que se presenta cada vez que el usuario requiera el ingreso de datos por teclado, hay que tomar en cuenta el teclado solo sirve para el ingreso de datos dentro de la aplicación.

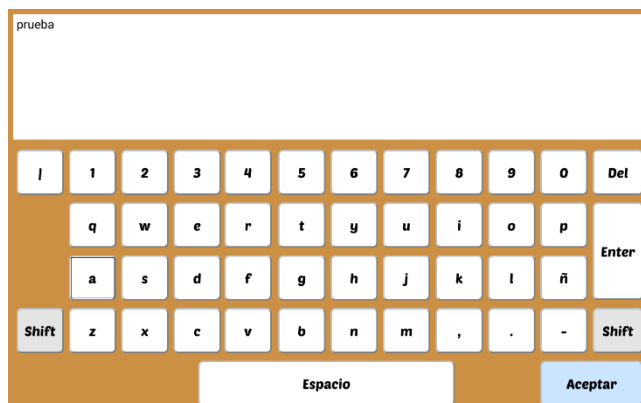


Figura 19. Ventana de teclado usado en la aplicación

5.3.4. Juegos (Intervención)

En cuanto al desarrollo de los juegos de intervención, estos diseñados con la ayuda de un psicólogo con conocimientos en el área de atención a niños en situaciones de riesgo, estos juegos fueron desarrollados para ser utilizados en una pantalla táctil y sirvan como herramienta de evaluación a los psicólogos.

Para el desarrollo de estos juegos, se utilizó el lenguaje de programación Python³, también se usó la librería Kivy⁴ ya que esta permite el desarrollo de aplicaciones multitáctiles sobre Python.

Juego Monstruos

El objetivo de este juego es tocar los monstruos buenos e ignorar los malos, en la interfaz de inicio del juego se muestran ejemplos de monstruos buenos y malos para que el jugador pueda distinguirlos durante el juego, y un botón de jugar que una vez pulsado ejecuta el juego **Figura 20**, este juego consta de un tiempo límite que se muestra en una barra llamada felicidad la misma que al ir tocando a los monstruos buenos va aumentando el tiempo de juego y al tocar los malos este tiempo se disminuye haciendo que el juego dure menos esto se puede observar en la **Figura 21**, el juego guarda en la base de datos diferentes parámetros para el análisis posterior del comportamiento del niño con respecto al juego estos datos que se almacenan son el tiempo de reacción en que el niño se demora en interactuar con el juego, la cantidad de monstruos buenos tocados y la cantidad de monstruos malos, fecha y hora, y el puntaje logrado.

³ Python: es un lenguaje de programación interpretado cuya finalidad es presentar un código legible, versión usada 2.7

⁴ Kivy: Framework elaborado para Python que permite la elaboración de aplicaciones que tengas varios puntos de contacto (multitáctil)

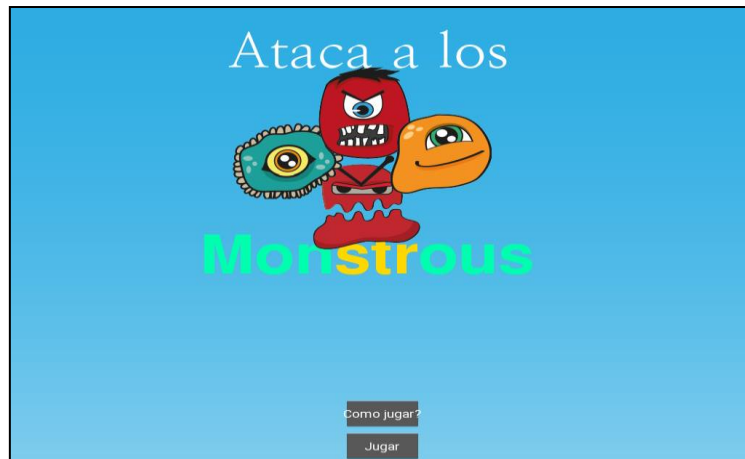


Figura 20. Interfaz de Introducción al Juego Monstruos

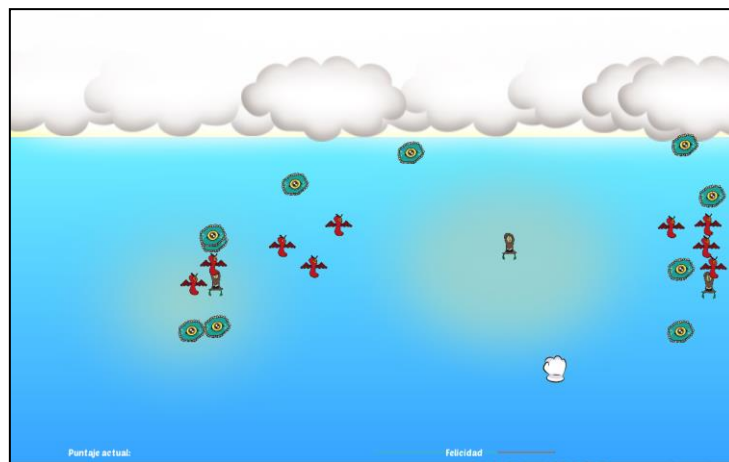


Figura 21. Interfaz del Juego Monstruos

Juego Pastel

Este juego consta de tres etapas o niveles donde el objetivo final es crear un pastel, la ventana inicial del juego indica de que se trata el mismo cuenta con dos botones de uno para empezar el juego y uno de salir en caso de no querer jugar, esto se puede observar en la **Figura 22**, el juego consta de interfaces intermedias que explican que se debe hacer en cada nivel como se puede observar en las **Figura 23**, el primer nivel de este juego **Figura 24** tiene como objetivo llegar al puntaje dentro de un tiempo de 60 segundo, en caso de no completar el juego dentro de los 60seg el puntaje acumulado volverá a cero y el tiempo se reiniciara esto contara como un error, el puntaje se ira sumando en uno cuando se lleve el ingrediente correcto a su contorno, si este ingrediente no está en su contorno no se mostraran los demás ingredientes para hasta que el primero haya desaparecido.



Figura 22. Interfaz de Introducción Juego Pastel



Figura 23. Interfaces intermedias Juego Pastel

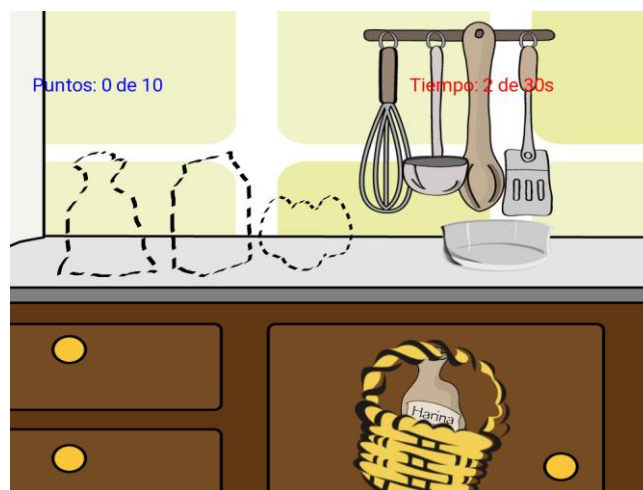


Figura 24. Interfaz del Nivel 1 Juego Pastel

Una vez se haya completado el puntaje se pasara el segundo nivel del juego **Figura 25** donde se deberá llevar la masa del pastel formada a través de un laberinto hasta llegar al horno, este nivel cuenta con un tiempo al igual que el nivel 1 donde se volverá al inicio del laberinto en caso de no completar el mismo dentro de los 60 segundos, si el jugador choca contra las paredes del laberinto estas cambiaran de color, contara como errores las veces que se repita el tiempo y la cantidad de choques contra los muros.

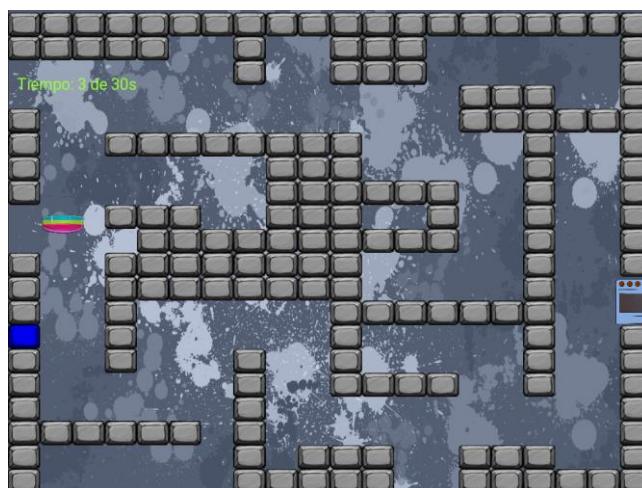


Figura 25. Interfaz del Nivel 2 Juego Pastel

En el nivel tres de este juego es llevar el pastel al interior del horno y presionar el botón de horneado con el cual empezara una cuenta hacia atrás que es el tiempo que se demora en preparar el pastel este tiempo es de 20seg y una vez terminado mostrara un pastel listo en la pantalla, en este nivel no existe dificultad alguna ya que en este se procede a almacenar en la base de datos las diferentes variables percibidas por el juego en los niveles anteriores, estas variables son el tiempo de reacción, el tiempo en completar el nivel 1 y 2, los aciertos y errores del nivel 1 y 2, la fecha y la hora, véase en la **Figura 26**.

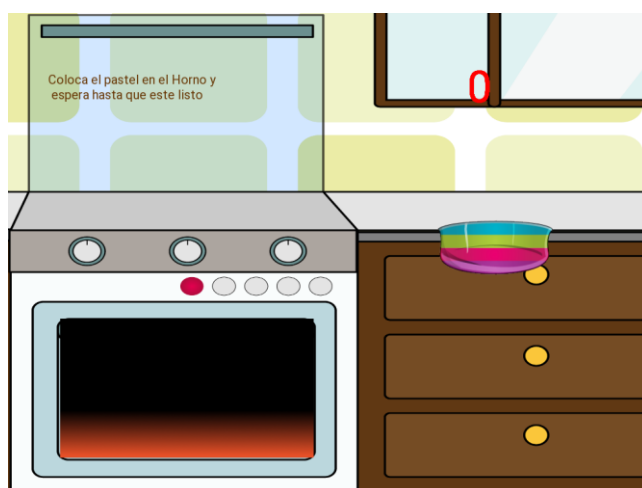


Figura 26. Interfaz del Nivel 3 Juego Pastel

Juego Panda

Este es un juego cooperativo donde dos personas interactúan con él, tiene como objetivo lanzar un panda y hacer que rebote en las líneas hasta llegar a los demás pandas, este juego cuenta con un máximo de cuatro vidas, al perder una vida esto cuenta como un error que será registrado en la base de datos para lograr el objetivo, las líneas se pintan de un color diferente en cada turno como podemos observar en la **Figura 27**. Este juego almacena en la base de datos fecha y hora, tiempo de reacción, vidas restantes, errores.

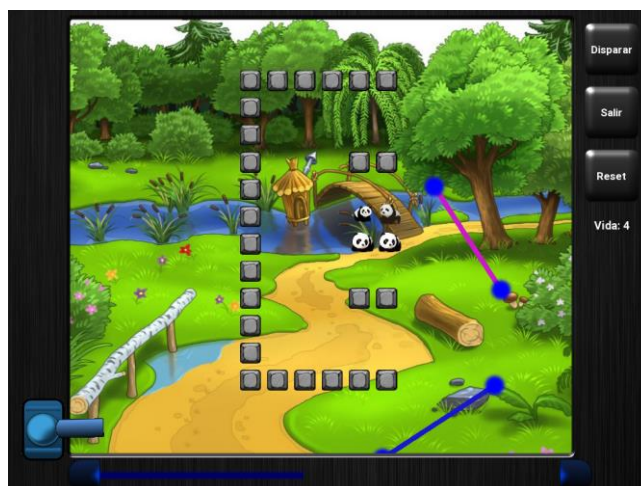


Figura 27. Interfaz Juego Panda

5.3.5. Reportes

Para poder analizar los datos que almacenas los juegos, el sistema genera reportes en base a cada niño y en base a cada juego, teniendo como resultado la información para realizar un análisis del comportamiento de un niño en uno de los juegos, o analizar un juego en base a la cantidad de niños que lo jugaron. Para generar estos reportes es necesario en el sistema seleccionar previamente el niño del cual se desea generar el reporte y en caso de los juegos este reporte devolverá a todos los niños que jugaron el mismo.

La interfaz para generar reportes cuenta con dos botones para seleccionar el tipo de reporte que se desea como se muestra en la **Figura 28**.



Figura 28. Interfaz de Generación de reportes

En caso de que se desee un reporte por niño, el sistema muestra la información del niño que actualmente se encuentra preseleccionado y cuenta con una lista de juegos donde se selecciona un juego en específico para generar su reporte como se muestra en la **Figura 29**.

Reporte por niño

Codigo:

Nombre:

Juego:

```

*****
Reporte de Monstruos
*****
** Numero de reporte: 1 **
Fecha:
2016-05-16
Hora:
10:37
Nombre del psicologo:
Cristian Andres Tapia Jara
Cantidad de monstruos buenos pulsados:
12
Cantidad de monstruos malos pulsados:
13
Puntaje:
230
Tiempo de reaccion: 4
*****

** Numero de reporte: 2 **
Fecha:
2016-06-29
Hora:
19:27

```

Figura 29. Interfaz de reporte por niño

De igual manera si se desea un reporte de los juegos, en este se muestra una interfaz donde se selecciona el juego que se desea y esta muestra los resultados para todos los niños que jugaron, la misma se muestra en la **Figura 30**.

Reporte del juego cooperativo

Juego:

```

*****
Reporte de Monstruos
*****
** Numero de reporte: 1 **
Fecha:
2016-05-16
Hora:
10:37
Nombre del psicologo:
Cristian Andres Tapia Jara
Nombre del niño 1:
Fernades de Cordova Correa
*****
Cantidad de monstruos buenos pulsados:
12
Cantidad de monstruos malos pulsados:
13
Puntaje:
230
Tiempo de reaccion:

```

Figura 30. Interfaz de reportes de juegos

6. Experimentación y resultados

Como parte de los objetivos tenemos la fase de pruebas y experimentación, para lo cual se diseñó un plan de experimentación con la ayuda de Verónica Cevallos psicóloga colaboradora en el proyecto.

6.1.Pruebas

En este caso se plantearon pruebas de campo, las misma que se realizaron en la Unidad Educativa “Bell Academy” previa autorización de la directora, con una muestra de 40 niño con una media de edad de 9.9 años, una parte del experimento es saber si los niños tienen una buena impresión de la mesa con respecto a una Tablet con el mismo sistema.

6.2.Resultados

Como parte del experimento se procedió a realizar con encuesta a los niños la misma que va a colocar en el apartado de los anexos, una de las preguntas más importante está la de que dispositivo prefieren dándole al niño a escoger entre la mesa o la tablet, como muestra en **Grafico 1**, como un pequeño análisis del resultado obtenido podemos que los niños prefieren la mesa a la tablet ya que la mesa presenta un mayor tamaño de pantalla y les resulta más fácil realizar los juegos.



Grafico 1. Resultados de la tabulación de la pregunta 1.

Una vez que el niño escogía el dispositivo en el que prefiere trabajar, se le preguntaba él porque eligió ese dispositivo para tener una idea en que se puede mejorar, y poder extraer algún comentario de parte de ellos.

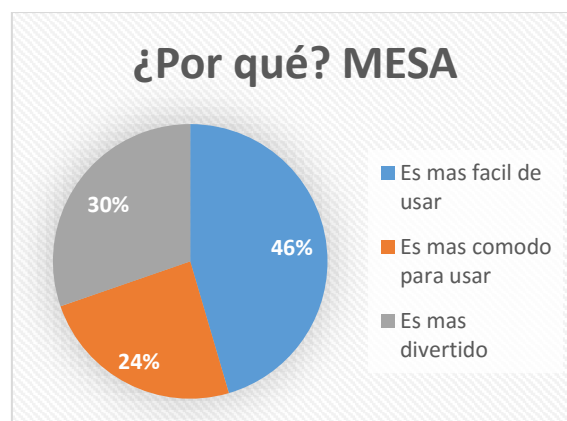


Grafico 2. Tabulación de la pregunta 2, Por que eligieron la mesa táctil.

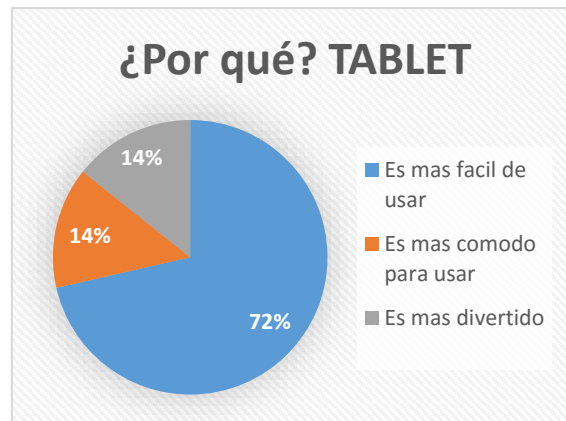


Grafico 3. Tabulación de la pregunta 2, Por que eligieron la tablet.

Otra de las preguntas estuvo enfocada al saber cómo percibieron los niños la mesa obteniendo buenos resultados ya que en su mayoría dijeron que la mesa es fácil de usar.



Grafico 4. Tabulación de la pregunta 3, Crees que la mesa es

Una de las ultimas preguntas analizadas es que tanto le gustaron los juegos presentados, de las que pudimos extraer las siguientes respuestas.

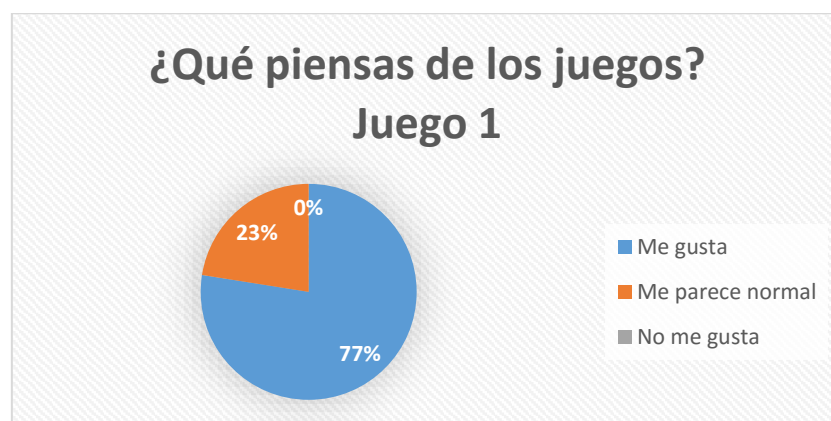


Grafico 5. Tabulación de la pregunta 4, Juego 1 (Monstruos)

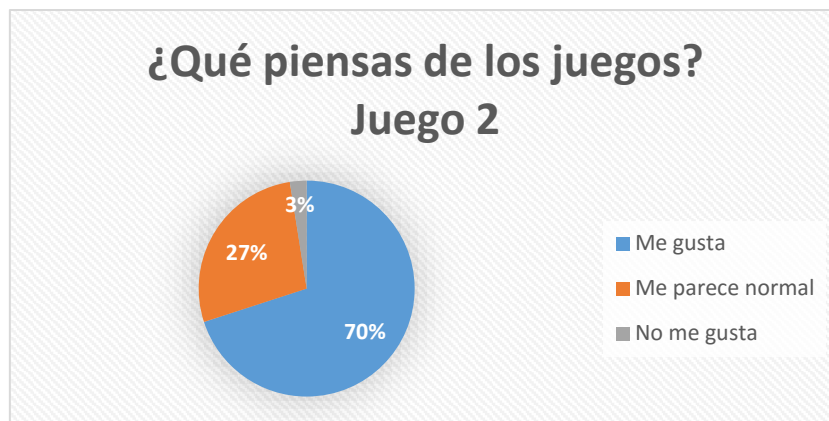


Grafico 6. Tabulación de la pregunta 4, Juego 2 (Pastel)



Grafico 7. Tabulación de la pregunta 4, Juego 3 (Pandas)

7. Conclusiones

Desarrollar un proyecto para brindar soporte en el proceso de intervención psicológica de niños en situación de riesgo implica un gran número de ideas por lo que es necesario contar con la ayuda de expertos en el tema, a fin de garantizar que el producto final sea de utilidad y tenga gran acogida por parte de los usuarios (en cuanto al software y hardware). Por ello se optó por la tecnología táctil, caracterizándose esta porque permite llamar la atención entre los niños y jóvenes por la facilidad de manejo con las manos, aspecto que permite interactuar con el dispositivo de forma individual o cooperativa ayudando a aquellos niños con problemas de relación social a desarrollar esa comunicación entre sus compañeros. De igual forma, es importante indicar que se consiguió una implementación total del sistema a nivel de hardware y software con herramientas Open Source y sin ningún costo por licenciamiento.

En cuanto a los materiales necesarios para la construcción la cámara PS3eye modelo SLEH-00201 fue difícil de conseguir, ya que este modelo está discontinuado y es el único que permite desmontar el filtro infrarrojo del lente para permitir el paso de luz infrarroja

En cuanto a las pruebas realizadas se pudo observar que los usuarios estuvieron muy entusiasmados en usar la mesa, prestando gran interés y atención a las actividades de evaluación y uso del dispositivo.

En cuanto al desarrollo del lápiz para medir la presión, los componentes más difíciles de conseguir fueron los sensores de presión ya que estos debían que importarse debido a que no se contaba con los mismos en la ciudad, y el país finalmente se puede decir que se alcanzaron con éxito todos los objetivos planteados, gracias a la investigación previa se pudo desarrollar estos dispositivos a un costo muy bajo sin recurrir a la tecnología actual.

8. Recomendaciones

Se recomienda el uso de una cámara Firewire para tener mayor precisión al momento de realizar movimientos bruscos así mismo utilizar un filtro infrarrojo lente que permita solo la luz infrarroja ya que el retirar el filtro que trae la cámara PS3eye es algo delicado y se puede estropear el lente. Para realizar la superficie de contacto de la pantalla se recomienda utilizar silicón frío sobre un plástico de vinilo. Cabe mencionar que los LED usados deben estar en el rango de los 780nm a los 940nm de longitud de onda ya que así es más fácil para la cámara comparar el espectro infrarrojo de los LEDS, en cuanto a la construcción del lápiz, para el funcionamiento del mismo se necesita tener el controlador de arduino IDE para que este pueda detectar los puertos al cual se conecta la tarjeta arduino, Con el Community Core Vision, el cual es el programa clave para crear la mesa multitáctil, lo recomendable es jugar un poco con los filtros y las opciones de cámara, para así obtener unas buenas “manchas” brillantes de los dedos y fáciles de detectar por la cámara infrarroja logrando así mayor sensibilidad en la pantalla, las aplicaciones realizadas en para la mesa fue empleado la librería kivy en python, pero se recomienda revisar otros lenguajes como java que cuenta con la librería MT4J que permite la creación de aplicaciones multitáctiles al igual que kivy. Para la construcción de la pantalla se puede utilizar láser lineal infrarrojo sobrepuesto sobre el acrílico evitando así encontrar una superficie de contacto como lo es el silicón, un punto importante es que todo fue montado en un sistema GNU/Linux el cual maneja de mejor manera los recursos del computador logrando así mayor rendimiento al momento de usar todo el software en conjunto

9. Trabajo futuro

- Mejorar aplicativo
 - Agregar perfiles de usuario como: Administrador con el cual se podrá agregar, modificar o eliminar a los terapeutas.
 - Mejorar o cambiar las imágenes de fondo, puesto que para los niños tienen colores demasiado fuertes y resultan se cansan.
 - Mejorar niveles de juego, esto debía a que en la actualidad existen juegos más entretenidos y a algunos niños los parecieron un tanto aburridos.
- Mejorar prototipo de la mesa
 - Uno de los problemas más importantes que tiene la mesa es el que no se puede usar en la luz del día ya que pierde toda la sensibilidad, por lo que se propone la realización de una capa o cobertura a especie de sombrilla o techo.
 - Buscar la manera de eliminar las burbujas que se producen en la superficie de contacto.
- Mejorar prototipo del lápiz de presión
 - Buscar un diseño ergonómico que se amolde a las necesidades de la población a la que está dirigido.
 - Eliminar cables y rediseñar los circuitos electrónicos para que tenga la facilidad de ser inalámbrico.
 - Mejorar el sistema para que genere reportes una vez que el participante acabe con el experimento.
 - Mejorar los sensores para que tenga una mejor precisión en la medición de la presión.

10. Bibliografía

- [1] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, «Primera Encuesta Nacional de Trabajo Infantil,» 2012. [En línea]. Available:
http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Trabajo_Infantil-2012/Presentacion_Trabajo_Infantil.pdf. [Último acceso: 13 6 2016].
- [2] Unicef, «<http://www.unicef.org/>,» junio 2015. [En línea]. Available:
<http://www.unicef.org/ecuador/LIBRO-UNICEF-FINAL-BAJA.pdf>.
- [3] M. Velasco Abad, S. Álvarez Velasco, G. Carrera Herrera y A. Vásconez Rodríguez, «La niñez y adolescencia en el Ecuador contemporáneo,» septiembre 2014. [En línea]. Available:
http://www.unicef.org/ecuador/NA_EcuadorContemporaneo_ultima_version.pdf. [Último acceso: 15 junio 2016].
- [4] J. P. Hourcade, S. R. Williams, E. A. Miller, K. E. Huebner y L. J. Liang, «Evaluation of tablet apps to encourage social interaction in children with autism spectrum disorders,» de *Personal and ubiquitous computing*, Department of Computer Science, University of Iowa, 2012.
- [5] L. Gómez y R. M. Carro, «Adaptive Training of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder through Multi-touch Surfaces.,» de *2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2014.
- [6] J. Llanos y R. M. Carro, «The Squares: A Multi-touch Adaptive Game for Children Integration,» de *2015 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 2015.
- [7] F. Pesántez Avilés, V. Cevallos León, V. Robles Bykbaev, A. Pacurucu Pacurucu, C. Tapia Jaya, I. San Andrés Becerra, E. Borck Vintimilla y P. Ingavélez Guerra, «Intelligent nano-worlds: a new ICT based tool for mental,» de *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*, 2016.
- [8] A. M. Piper, E. O'Brien, M. R. Morris y T. Winograd, «SIDES: A Cooperative Tabletop Computer Game for Social Skills Development.,» de *CSCW '06 Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work*, New York, 2006.
- [9] R. Fleck, Y. Rogers, N. Yuill, P. Marshall, A. Carr, J. Rick y V. Bonnett, «Actions speak loudly with words: Unpacking collaboration around the table,» de *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (Pages 189-196)*, New York, 2009.
- [10] J. Rick, P. Marshall y N. Yuill, «Beyond one-size-fits-all: How interactive tabletops support collaborative learning,» de *Proceedings of the 10th International Conference on Interaction Design and Children (pp. 109-117)*. New York, NY: ACM., 2011.
- [11] NUI Group, «About CCV - Community Core Vision,» [En línea]. Available:
<http://ccv.nuigroup.com/#about>. [Último acceso: 26 Junio 2016].

- [12] M. Kaltenbrunner, «TUIO.org,» [En línea]. Available: <http://www.tuio.org/>. [Último acceso: 27 Junio 2016].
- [13] P. Cingolani, «jFuzzyLogic: Documentation & a brief introduction to jFuzzylogic.,» SourceForge, [En línea]. Available: <http://jfuzzylogic.sourceforge.net/html/manual.html>. [Último acceso: 26 Junio 2016].
- [14] Friends-of-Fritzing foundation, «Fritzing: Get Started,» FH Potsdam, [En línea]. Available: <http://fritzing.org/learning/get-started/>. [Último acceso: 26 Junio 2016].

11. Anexos

Ejemplo de encuesta aplicada en las pruebas de la mesa táctil.

Nombre: _____

Edad: _____

1. ¿En qué dispositivo prefieres jugar?

___ Mesa táctil

___ Tablet

2. ¿Por qué?

___ Es más fácil de usar

___ Es más cómoda para usar

___ Es más divertida

___ Otros _____

3. Crees que la mesa es:

___ Fácil de usar

___ No da problemas al usar pero puede mejorar

___ Incómoda al usar

4. ¿Qué piensas de los juegos?

Juego # 1

Juego # 2

Juego # 3

___ Me gustó

___ Me gustó

___ Me gustó

___ Me pareció normal

___ Me pareció normal

___ Me pareció normal

___ No me gustó

___ No me gustó

___ No me gustó

Fotografías de las pruebas realizadas.



