UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero de Sistemas

PROYECTO TÉCNICO:

DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EDUCATIVO Y UN MICROMUNDO LÚDICO INTERACTIVO PARA EL RESCATE DE VALORES CULTURALES DE LOS PUEBLOS ANDINOS

Autor: Bryam Patricio Ulloa Flores

Tutor: Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

Cuenca – Ecuador

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.

Yo Bryam Patricio Ulloa Flores con documento de identificación No. 030193695-1, 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 titulación: **DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EDUCATIVO Y UN MICROMUNDO LÚDICO INTERACTIVO PARA EL RESCATE DE VALORES CULTURALES DE LOS PUEBLOS ANDINOS**, 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 nuestra condición de autores, nos reservamos 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.

Cuenca, enero del 2019.

Bryam Patricio Ulloa Flores

C.I.: 0301936951

CERTIFICACIÓN.

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EDUCATIVO Y UN MICROMUNDO LÚDICO INTERACTIVO PARA EL RESCATE DE VALORES CULTURALES DE LOS PUEBLOS ANDINOS,** realizado por el autor **Bryam Patricio Ulloa Flores**, obteniendo el Proyecto Técnico, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, enero del 2019.

Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

Tutor de trabajo de titulación

C.I.: 0300991817

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.

Yo, Bryam Patricio Ulloa Flores con número de cédula 0301936951, autor del trabajo de titulación: **DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EDUCATIVO Y UN MICROMUNDO LÚDICO INTERACTIVO PARA EL RESCATE DE VALORES CULTURALES DE LOS PUEBLOS ANDINOS**; certifico que el total contenido de este Proyecto Técnico es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, enero del 2019.

Bryam Patricio Ulloa Flores

C.I.: 0301936951

AGRADECIMIENTOS.

Quiero expresar mis más sincero agradecimiento a nuestro Tutor de proyecto técnico Ing. Vladimir Robles; además 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 y a la Cátedra Unesco por brindarme su apoyo de manera desinteresada durante el desarrollo del presente trabajo.

Bryam Patricio Ulloa Flores.

DEDICATORIA

El desarrollo de este trabajo de titulación va dedicado al pilar fundamental de mi vida; mis padres: Carlos Ulloa y Patricia Flores, que siempre han estado conmigo apoyándome para que alcance mis sueños, gracias por todo su esfuerzo.

Bryam Patricio Ulloa Flores.

Índice de contenidos

Resumen ..... - 1 -

Abstract ..... - 2 -

Introducción ..... - 3 -

Objetivos ..... - 5 -

General ..... - 5 -

Específicos ..... - 5 -

Capítulo 1. Fundamentos teóricos y estado del arte ..... - 7 -

1.1 Antecedentes ..... - 7 -

1.1 Cultura ..... - 8 -

1.2 Cultura Cañari ..... - 9 -

1.2.1 Breve Historia Cañari ..... - 9 -

Capítulo 2. Arquitectura general de la propuesta ..... - 13 -

2.1 Diseño y construcción del robot educativo ..... - 13 -

2.1.1 Requerimientos básicos de construcción ..... - 13 -

2.1.2 Diseño y construcción de la carcasa del robot ..... - 14 -

2.1.3 Diseño 3D de robot educativo ..... - 20 -

2.1.4 Diseño del circuito del robot ..... - 24 -

2.2 Herramientas de software elegidas para el desarrollo ..... - 30 -

2.2.1 Unity ..... - 30 -

2.2.2 Tiled ..... - 30 -

2.2.3 Tiled2Unity ..... - 31 -

2.2.4 Servidor Apache ..... - 31 -

2.2.5 Arduino IDE ..... - 31 -

2.2.6 Visual Studio Community Edition ..... - 31 -

2.2.7 Autodesk Inventor ..... - 32 -

2.3 Diseño e implementación del módulo Arduino ..... - 32 -

2.3.1 Diseño de la interfaz del Arduino ..... - 33 -

Capítulo 3. Diseño de Micromundos ..... - 42 -

3.1 Diseño del Mundo Chakana ..... - 42 -

3.2 Diseño del Mundo “Casa Cañari” ..... - 44 -

3.3 Diseño del Mundo Chakra Cañari ..... - 47 -

3.4 Diseño del Mundo Templo Cañari ..... - 49 -

Capítulo 4. Implementación de modulo web y control remoto ..... - 51 -

4.1. Configuración Base de Datos ..... - 51 -

4.2 Diagramas de Caso de uso ..... - 53 -

4.3 Interfaz Gráfica ..... - 55 -

Capítulo 5. Experimentación y resultados ..... - 60 -

5.1 Características de la población de estudio ..... - 60 -

5.2 Elaboración del instrumento de evaluación ..... - 60 -

5.2.1 Muestra .....- 64 -

5.3 Análisis estadístico de los resultados obtenidos .....- 64 -

Conclusiones .....- 68 -

Recomendaciones .....- 70 -

Trabajo Futuro .....- 71 -

Referencias .....- 72 -

Anexos: .....- 76 -

Concept Art .....- 76 -

Proceso de modelado y personalización .....- 76 -

Imágenes de exposición de robot educativo y aplicación web .....- 80 -

Manual Técnico – Manual de Usuario .....- 81 -

Índice de Figuras

Figura 1:Fiesta del Inti Raymi .....- 11 -

Figura 2: Diseño principal del robot. .....- 15 -

Figura 3: Diseño parte trasera de robot. .....- 15 -

Figura 4: Diseño parte trasera del robot con vista de lado. .....- 16 -

Figura 5: Parte frontal del robot. .....- 16 -

Figura 6: Parte frontal del robot con vista de un lado. .....- 17 -

Figura 7: Parte trasera del robot terminada. .....- 17 -

Figura 8: Parte frontal del robot terminada. .....- 18 -

Figura 9: Diseño del robot terminado. .....- 18 -

Figura 10: Diseño de brazo de robot. .....- 19 -

Figura 11: Diseño de mano de robot. .....- 20 -

Figura 12: Modelo solido vista frontal generado de archivo STL. .....- 21 -

Figura 13:Modelo solido-vista parte trasera generado de archivo STL. .....- 22 -

Figura 14: Brazo de robot generado de archivo STL. .....- 23 -

Figura 15: Pinza del robot generado de archivo STL. .....- 24 -

Figura 16: Driver de motor L298N .....- 25 -

Figura 17: Modulo ESP8266-01 .....- 26 -

Figura 18: Modulo DFPlayer Mini .....- 26 -

Figura 19: Pantalla, Shield, y Arduino MEGA .....- 27 -

Figura 20: Diseño de circuito prototipo. .....- 28 -

Figura 21: Esquema de circuito detallado. .....- 29 -

Figura 22: Pantalla principal robot. .....- 33 -

Figura 23: Método para dibujar pantalla inicial. - 34 -

Figura 24: Pantalla de configuración WIFI. - 34 -

Figura 25: Bucle utilizado para filtrar caracteres de las redes WIFI - 35 -

Figura 26: Pantalla para ingresar contraseña de Red WIFI. - 36 -

Figura 27: Pantalla modo juego "Game Mode" del robot. - 36 -

Figura 28: Método para conectar a Internet. - 37 -

Figura 29: Método para realizar acciones del robot. - 38 -

Figura 30: Pantalla de funciones de audio. - 38 -

Figura 31: Código cuando se aplasta un botón. - 39 -

Figura 32: Pantalla de estímulos del robot. - 40 -

Figura 33: Pantalla para visualizar imágenes. - 40 -

Figura 34: Pantalla para visualizar imágenes. - 41 -

Figura 35: Código para poder mostrar imágenes en la pantalla. - 41 -

Figura 36: Diseño de mapa "Mundo Chakana". - 42 -

Figura 37: Objeto personaje (Player) en Unity. - 43 -

Figura 38: Mundo Casa Cañari. - 44 -

Figura 39: Parte interior de la casa Cañari. - 45 -

Figura 40: Interior de casa Cañari Museo Pumapungo de Cuenca. - 46 -

Figura 41: Misión Casa Cañari. - 47 -

Figura 42: Mundo Chakra Cañari. - 48 -

Figura 43: Siembra en Museo Pumapungo - 48 -

Figura 44: Misión Chakra Cañari. - 49 -

Figura 45: Mundo Templo Cañari. - 50 -

Figura 46: Misión Templo Cañari.....- 50 -

Figura 47: Diagrama de modulo control web BD.....- 51 -

Figura 48: Script de Login en Unity. .....- 52 -

Figura 49: Método GetParameters() del script Login. .....- 53 -

Figura 50: Diagrama Caso de Uso de Administrador. .....- 54 -

Figura 51: Diagrama Caso de Uso de Usuario.....- 54 -

Figura 52: Escena "Login" para acceder a plataforma.....- 55 -

Figura 53: Archivo “login.php” para iniciar sesión. .....- 56 -

Figura 54: Escena "Nuevo Usuario" para crear usuario. .....- 56 -

Figura 55: Escena de "Usuario" para controlar robot. .....- 57 -

Figura 56: Escena "Control Robot" donde el usuario controla el robot. .....- 58 -

Figura 57: Método de insertar nueva fila en tabla Log. .....- 58 -

Figura 58: Escena de "Administrador" para controlar el robot.....- 59 -

Figura 59: Encuesta aplicada en la Unidad Educativa Técnico Salesiano Campus “Carlos Crespi”. .....- 63 -

Figura 60: Percepción de niños y niñas entre los 7 a 8 años según género y edad, respecto al juego “Mundo Cañari” de usar en casa. .....- 65 -

Figura 61: Percepción general sobre la aplicación. .....- 66 -

Figura 62: Percepción del movimiento del robot.....- 66 -

Figura 63: Percepción sobre la forma de Choclito el robot. .....- 67 -

Figura 64: Impresión 3D de la parte frontal.....- 76 -

Figura 65: Impresión 3D de la parte trasera.....- 77 -

Figura 66: Impresión de los brazos del robot.....- 77 -

Figura 67: Robot aplicado una capa de masilla fría para la cara. .....- 78 -

Figura 68: Robot aplicado el cuerpo con masilla fría. .....- 78 -

Figura 69: Robot con vista frontal. .....- 79 -

Figura 70: Robot vista de perfil izquierda y derecha. .....- 79 -

Figura 71: Robot vista trasera. .....- 80 -

Figura 72: Exposición de robot educativo a estudiantes. .....- 80 -

Figura 73: Exposición de juego Mundo Cañari. .....- 81 -

Figura 74: Exposición de robot educativo y aplicación a grupos de estudiantes.....- 81 -

Resumen

Gracias a las tecnologías de la información los estudiantes de nuestra época tienen a su alcance una inmensa cantidad de información de manera gratuita con solo conectarse a Internet. La tecnología, cuando se utiliza en la educación se vuelve más llamativa cuando se introduce un robot con características similares a las de una persona.

La propuesta de este documento está dirigida hacia los escolares, donde se ha visto el impacto que crea cuando se utiliza un robot como una herramienta de estudio. El proyecto consta de un robot diseñado con la forma de un "choclo" que en su interior tiene un Arduino MEGA el cual sirve como un sistema central, que será el encargado de realizar estímulos visuales y auditivos hacia los escolares. Los estímulos visuales se realizan mediante una pequeña pantalla TFT donde se puede visualizar la información relevante sobre la cultura Cañari. Los estímulos auditivos se realizan con un pequeño parlante encontrado en su interior, que podrá reproducir audio acerca de la cultura Cañari. Toda esta información está almacenada en una pequeña memoria SD dentro del mismo robot. La interacción con el micro mundo será a través del inicio de sesión a través de un enlace en un servidor web de la Universidad Politécnica Salesiana, de esta manera una vez el usuario ingresa al juego este activa las funciones del robot.

El robot además de ser capaz de producir estímulos visuales y auditivos también es capaz de desplazarse con las pequeñas ruedas que tiene colocadas. Estas ruedas pueden ser activadas mediante el control web remoto vía Internet. Clientes alrededor del mundo que se conecten con el módulo web podrán enviar acciones de movimiento hacia el robot. Para los clientes que estén controlando el robot estos podrán utilizarlo solamente por 5 minutos por sesión. Solamente un cliente a la vez podrá controlar el robot.

Abstract

Thanks to information technologies, today's students have an immense amount of information at their fingertips for free, just by connecting to the Internet. Technology when used in education becomes more impactful when you introduce a robot with characteristics like those of a person.

The proposal of this document is aimed at the education of children, where an impact has been seen when a robot is used as a study tool. The project consists of a robot in the form of "corn" with an Arduino MEGA on the inside which serves as a central system that will be responsible for performing visual and auditory stimuli to the child. The visual stimuli are made through a small TFT screen where you can see the relevant information about the Cañari culture. The auditory stimuli are carried out with a small speaker found inside that can reproduce audio about the Cañari culture. All this information is stored in a small SD memory card inside the same robot. The interaction with the micro world will be through the login session through a link in a web server of the Salesian Polytechnic University, once the user enters the game this activates the robot's functions.

The robot, besides being able to produce visual and auditory stimuli, is also able to move with the small wheels it has been fitted with. These wheels can be activated by remote web control via the Internet. Clients around the world that connect to the web module can send movement actions to the robot. For clients who are controlling the robot, they can only use it for 5 minutes per session. Only one client at a time can control the robot.

Introducción

Actualmente todos los robots son fascinantes, sin importar si el usuario es adulto o un niño. Esta fascinación por los robots se puede utilizar como una energía para motivar a los niños a aprender algo nuevo. A muchas personas les puede gustar la idea de tener un amigo robot con quien jugar y aprender juntos. Los educadores pueden usar esta ventaja para enseñar a los niños áreas nuevas con metodologías fuera de tradicionalismos. El artículo publicado por (Johnson, 2003) nos plantea las siguientes interrogantes:

- ¿Los niños aprenden algo de la robótica?
- ¿Habilidades sociales y trabajo en equipo?
- ¿Ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas?
- ¿Alfabetización y comunicación?
- ¿Arte, creatividad y diseño?
- ¿Es esto diferente de otras formas de aprendizaje?
- ¿Es este interés popular en la robótica una moda, o es probable que sea atemporal?
- ¿Hay problemas de género que abordar?
- ¿Cuál es la mejor forma de explotar el potencial?

Con ello, Seymour Papert construyó una tortuga programable en 1970 con un sensor de luz reflectante. Esta idea condujo a la teoría educativa del construccionismo. Esta teoría establece que los niños pueden aprender mejor cuando están involucrados en la creación de un objeto externo que vive en el mundo real (Yousuf, 2009).

El constructivismo trata sobre la metodología de enseñanza en la que los niños trabajarán y aprenderán mejor cuando encuentren conocimiento por sí mismos. Cuando un niño esté trabajando en actividades de resolución de problemas, estará motivado para encontrar una respuesta para resolver sus problemas. Las actividades improvisadas, autodirigidas y "lúdicas" deben simular la forma más "natural" en que los niños parecen aprender fuera del aula (Cooper, Keating, Harwin, & Dautenhahn, 1999).

Actualmente, los robots son utilizados para tratamientos terapéuticos, como es el caso del proyecto AURORA (Plataforma robótica autónoma como herramienta reparadora para niños con autismo), que es una plataforma que ayuda a niños trastorno del espectro autista a interactuar con su entorno acoplándose a sus necesidades (Cooper et al., 1999).

Por otro lado, los robots también son vistos como un “electrodoméstico” móvil. El ASIBOT es diferente a los robots tradicionales ya que puede moverse a través de conectores situados en cualquier punto de la casa, ayuda a personas discapacitadas a realizar tareas comunes de asistencia personal. Este robot es capaz de ayudar a comer, beber, aseo personal, manipulación de objetos, etc. (Jardón, Giménez, Correal, Martínez, & Balaguer, 2008).

Jeffrey Johnson también argumenta que esta enorme energía e interés que los escolares tienen en los robots se pueden aprovechar con fines educativos. Sin embargo, por otro lado, discuten si pasará esta fascinación por los robots. ¿Si esto es solo otra moda?

En el futuro, los robots se convertirán en algo que vemos a diario y se volverán aburridos. Si esto es cierto, no podemos ver a los robots como una herramienta a largo plazo utilizada para la enseñanza. En este proyecto se pone énfasis al aporte que se puede crear al unir la información de una cultura Andina, en este caso, la Cañari con la implementación de un robot educativo para poder visibilizar las costumbres, tradiciones y valores de este pueblo y reforzar los conocimientos que tengan sobre los mismos.

En el presente proyecto se aplicaron estas teorías para la visibilización del pueblo Cañari y el refuerzo de información sobre el mismo, debido a que con el pasar las épocas estos pueblos andinos se han visto afectados por la globalización y la aculturación. "La aculturación comprende aquellos fenómenos que resultan cuando los grupos de personas que tienen culturas diferentes entran en contacto continuo de primera mano, con cambios posteriores en los patrones culturales

originales de uno o ambos grupos" (Redfield, Linton, & Herskovits, 1936). Para poder entender de mejor forma este término, podemos poner como ejemplo a la emigración de Ecuatorianos a EE. UU, cuando esto sucede y después de un largo periodo de tiempo en otra cultura, se adoptan costumbres y tradiciones que no son propias de nuestro país, y al regresar a convivir en su país natal se genera esta mezcla de costumbres con las propias, generando así un mestizaje. Este mestizaje en cierta manera enriquece a un país, pero a la vez transgrede nuestra historia cultural, ya que muchas veces al adoptar nuevas costumbres extranjeras olvidamos nuestras raíces y se comienza a perder mucha de la riqueza cultural propia.

Partiendo de esto, se propone la construcción de un robot educativo que refuerce los conocimientos tanto culturales como históricos del pueblo Cañari. Además, sirve como un guía y motivador para la persona que está utilizando el juego educativo a través de la web.

Objetivos

General

Diseñar, desarrollar y construir un robot educativo y un micromundo lúdico interactivo para el rescate de valores culturales de los pueblos andinos (Cultura Cañari).

Específicos

1. Determinar el pueblo andino y los elementos culturales sobre los que se enfocarán las actividades lúdicas y educativas implementadas en el robot y el micro mundo lúdico.
2. Diseñar y desarrollar una micromundo lúdico interactivo que permita reforzar los conocimientos sobre el pueblo andino en estudio e interactúe con el robot educativo.
    a. Autenticación de uno o más usuarios que interactúen con el micromundo lúdico.
    b. Registro de actividades de los usuarios a través de los web services provistos en la página de la Cátedra UNESCO de la UPS.
3. Diseñar y construir un robot educativo que provea estímulos visuales, táctiles y auditivos

a los usuarios que interactúen con el micro mundo lúdico. Asimismo, el robot proveerá las siguientes funcionalidades:

   a. Ejecución de un guion de interacción entre el robot y los usuarios (actividades lúdicas, competitivas y de guía).
   b. Funciones para presentación de contenidos cortos (multimedia).

4. Diseñar y desarrollar un módulo web de control remoto y vigilancia del robot educativo.
5. Diseñar y ejecutar de un plan de validación y experimentación de todo el sistema desarrollado.
6. Desarrollar un manual técnico y un manual de usuario del robot y el micromundo educativo.

Capítulo 1. Fundamentos teóricos y estado del arte

1.1 Antecedentes

Los inicios de la robótica se producen en el siglo XVIII, donde se vio la necesidad de crear una máquina capaz de realizar tareas repetitivas que normalmente lo hace un ser humano. Es entonces en el año 1801 cuando Joseph Jacquard inventa una máquina textil programable (Johnson, 2003). Con el avance tecnológico se crearon nuevos aparatos, como por ejemplo, el torno mecánico motorizado de Babbitt en el año 1892 (Johnson, 2003), y esta revolución industrial fue el impulso para la creación de nuevos robots. La creación de humanoides al inicio tuvo la única finalidad de entretenimiento. Sin embargo, los robots de ese entonces reflejan el ingenio y creatividad de los hombres en su época.

La palabra robot se utilizó por primera vez en el año 1920 en una obra teatral llamada "R.U.R" o por sus siglas "Los Robots Universales de Rossum" escrita por un dramaturgo checo de nombre Karel Capek. La trama de esta obra era sencilla: un hombre crea un robot, luego el robot mata al hombre (Johnson, 2003). La palabra checa que se utilizó "Robota" significa servidumbre o trabajador forzado y cuando se traduce al inglés se convirtió en el término robot.

El escritor de ciencia ficción, Isaac Asimov contribuyó con diferentes narraciones relativas a robots. En una de sus obras aparece una máquina con una seguridad que actúa de acuerdo con unos principios, los cuales se les conoce como las Tres Leyes de la Robótica, de acuerdo a la denominación dada por Asimov, las cuales son (Johnson, 2003):

1. Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante inacción, que un ser humano sufra daños.
2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo las que entren en conflicto con la primera ley.

3. Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes.

1.1 Cultura

Los antropólogos estadounidenses Kroeber y Kluckhohn revisaron conceptos y definiciones de la cultura y compilaron una lista de 164 significados diferentes de la palabra cultura (Spencer-Oatey, 2012).

Un antropólogo británico en 1998 citado por Avruch en (Goodwin, 2000) define la cultura de la siguiente manera:

"La cultura ... es ese todo complejo que incluye el conocimiento, las creencias, el arte, la moral, la ley, las costumbres y cualquier otra capacidad y hábitos adquiridos por el hombre como miembro de la sociedad".

A partir de esta definición, podemos tener una idea de que la cultura involucra no solo las creencias sino también las leyes, la moral y el arte.

Una definición más amplia y el significado de la palabra cultura es por Kroeber & Kluckhohn 1952, citado por Avruch (Goodwin, 2000), que la define como:

"La cultura consiste en patrones, explícitos e implícitos, de y para el comportamiento adquirido y transmitido por símbolos, que constituyen los logros distintivos de los grupos humanos, incluida su encarnación en artefactos; el núcleo esencial de la cultura consiste en ideas tradicionales (es decir, derivadas y seleccionadas históricamente) y especialmente sus valores adjuntos; los sistemas de cultura pueden, por un lado, ser considerados como productos de acción, por el otro, como elementos condicionales de acciones futuras ".

Y finalmente, (Spencer-Oatey, 2012) define la cultura como:

"La cultura es un conjunto difuso de suposiciones y valores básicos, orientaciones de la vida, creencias, políticas, procedimientos y convenciones de comportamiento que comparten un grupo de personas y que influyen (pero no determinan) el comportamiento de cada miembro y sus interpretaciones del 'significado' del comportamiento de otras personas".

Podemos comenzar a entender qué significa la cultura a partir de estas diferentes interpretaciones. Para resumir estas definiciones podemos decir que es la formación de ideas con valores morales adjuntos entre grupos de humanos que incluyen leyes, arte, orientaciones a la vida, creencias, políticas y hábitos, que son adquiridos por el hombre como miembro de la sociedad que influye directamente en el comportamiento de cada miembro y sus interpretaciones del "significado" del comportamiento de otras personas.

1.2 Cultura Cañari

1.2.1 Breve Historia Cañari

El pueblo Cañari fue el antiguo poblador de las provincias hoy conocidas como Azuay y Cañar. Se han encontrado rastros de que ocuparon provincias como Chimborazo, Loja, Morona Santiago y El Oro. Los Cañaris practicaban la poligamia y al primogénito varón de la familia era el sucesor del padre, si éste gobernaba el cacicazgo. El cacicazgo es la persona que gobierna una comunidad, estas tienen poder sobre un territorio y pobladores en general.

Según leyendas y mitos Cañari, el origen de su pueblo viene de un diluvio donde la tierra de Cañaribamba estaba ya poblada, pero todos los habitantes se ahogaron y, se salvaron solamente dos hermanos varones en la cima de un monte que llevó el nombre de Huacayñan o camino de llanto.

Estos dos hermanos salieron de la cueva que utilizaban como albergue para buscar comida, al regresar a la cueva se encontraron con la sorpresa que esta estaba llena de comida, chicha y deliciosos manjares sin saber quién los dejó preparado. En los siguientes tres días volvió a pasar lo mismo, entonces para poder saber quién era el ser misterioso que les dejaba comida decidieron enviar a uno de los hermanos a buscar comida mientras el otro se quedaba escondido en la cueva. El hermano mayor que se quedó esperando en la cueva ve que de repente entran dos guacamayas con cara de mujer. El hermano mayor quiere capturar a ellas, pero salen huyendo, en los siguientes dos días tampoco tuvo suerte. En el tercer día el hermano menor decide esconderse y esperar la llegada de las guacamayas. Este logró capturar a una guacamaya menor y después se casó con ella y tuvieron 6 hijos, tres varones y tres mujeres, los cuales fueron los progenitores del pueblo Cañari.

El origen de la palabra Cañari viene de una planta que se le conoce como cañaro que da frisoles de muchos colores, esta planta sirvió de gran ayuda para el desarrollo del pueblo Cañari. Debido a la gran abundancia de esta planta en la zona poblada por los Cañari dio origen Cañaribamba y por ende se les dice a sus pobladores los Cañaris.

1.2.3 Territorio Cañari

Las tierras de los Cañaris eran vastas. El territorio incluía las provincias actuales de Cañar y Azuay, una parte de Loja y Chimborazo, extendiéndose a través del Ecuador Oriental hasta las estribaciones de las montañas centrales y hacia el oeste sin límites fijos. También es posible que los mitos, costumbres y tradiciones Mayas influyeron en la población Cañari, aunque un tanto modificadas.

1.2.4 Cosmovisión y costumbres

Los Cañari eran politeístas, tenían muchos tótems, y deidades protectoras para la agricultura del pueblo. En el Cañari politeísta cada deidad es la personificación del fenómeno

natural. Sus dioses supremos fueron *Pachacamac*[1] considerado el creador y guardián del universo, *Pachamama*[2]. Estas 2 divinidades fueron consideradas creadores del universo y la vida. *Inti* [3]era la divinidad solar y la divinidad lunar se llamaba *Quilla*[4]. La luna sirvió como fuente de inspiración para construir un calendario perfecto. Este calendario se compone de 13 meses con 28 días cada uno, más un año lunar designado para el culto lunar que se agrega cada año.

Los Cañaris también celebran la fiesta del *Inti Raymi* [5]el cual se lleva a cabo del 17 al 23 de junio todos los años. El *Inti Raymi* en sí es una manera de expresar su gratitud hacia la *Paccha Mama*, por traerles buenas cosechas y producción, la cual se celebra con música y danzas.

En la fiesta del *Inti Raymi* podemos encontrar una cruz andina conocida por el nombre de *chacana*[6] que está compuesta por doce puntas en forma cuadrada y escalonada. En la figura 1 podemos ver la fiesta del *Inti Raymi* celebrada en Ingapirca, Cañar.

Figura 1: Fiesta del Inti Raymi («El Inti Raymi se involucra con su gente», s. f.)

[1] Alma de la tierra, el que anima el mundo
[2] Madre Tierra
[3] Sol
[4] Luna
[5] Fiesta del sol
[6] Escalera

La *chacana* o *chakana* data de hace 4 mil años según el arquitecto Carlos Milla. Se dice que tiene múltiples niveles de complejidad según su uso. Esta significa el puente a lo alto y es la denominación de la constelación de la Cruz del Sur. También es un concepto astronómico ligado a las estaciones del año.

Por otra parte, en la cultura Cañari los tejidos de su vestimenta son realizados con lana de oveja, con la que confeccionan ponchos y fajas coloridas de diferentes tejidos. Los indígenas se visten con un sombrero blanco hecho de lana de borrego en forma de semiesfera, mientras el pelo de ellos lo traen en forma de trenza Utilizan también poncho y pantalón de tela que es generalmente de color negro. La mujer Cañari viste con polleras o faldas de varios colores y principalmente negras. En el torso ocupa una blusa blanca y bordada, una reata de color negro con un tupo que le da soporte. Adorna su cuello de collares de perlas rojas, celestes y aretes de plata según la cosmovisión Cañari.

Los collares que ocupan son de piedras preciosas y los aretes de plata o de oro. El sombrero tiene unas cintas cruzadas y como adorno tiene una flor sujeta a un costado. Para los pies utilizan las *oshotas*[7] que antes eran hechas de cuero de animales. El pantalón de los hombres es de hilo bayate que viene de la lana de borrego. El poncho conocido por el nombre de *cushna*[8] que tiene varios colores es colocado sobre de la camisa. Todo esto es amarrado por un *chumbi*[9] la cual tienes impreso símbolos Cañari para atraer buenas energías y proteger al que lo usaba.

Las comunidades Cañari celebran sus fiestas religiosas según las fechas que la liturgia católica tiene establecido o sugerido por la Diócesis. Entre estas fiestas están el Carnaval y el *Inti Raymi*. El Carnaval es donde toda la comunidad participa con los típicos *rucuyayas*[10].

---

[7] Tipo de zapato
[8] Poncho
[9] Faja
[10] Un hombre viejo

Capítulo 2. Arquitectura general de la propuesta

2.1 Diseño y construcción del robot educativo

2.1.1 Requerimientos básicos de construcción

Los principales usuarios del robot educativo serán escolares entre los 8 a 12 años. Tomando en cuenta que se utilizó un diseño base proporcionado por la diseñadora de la Cátedra UNESCO a modo de boceto, mismo que se usó para realizar el diseño 3D (mejorando algunos aspectos de este). Con ello, se logró obtener un robot en forma de maíz, una gramínea que se utilizaba como fuente de alimentación principal de la cultura Cañari. Para la construcción de este robot se utilizó una impresora en 3D y así se logró imprimir un modelo exacto en plástico. La impresora que se utilizó es la LulzBot TAZ 6, esta impresora es fácil de usar y sirve para imprimir objetos de un tamaño máximo de 280mm x 280mm x 250mm. Los materiales utilizados para la impresión son los típicos que se usan para prototipado. Estos materiales por lo general son de plástico ABS o también puede ser el PLA. Para la parte inferior del robot donde se ubican sus pies se utilizarán ruedas de goma para que tenga más agarre contra el suelo. Las partes internas del robot fueron acopladas de forma resistente para optimizar espacio y así evitar que el robot sea demasiado grande, de esta manera también se reducen los costos de impresión. En la parte frontal del robot se colocó una pantalla táctil para poder mostrar información al usuario y el contenido multimedia. El exterior del robot fue cubierto una mayor parte por masilla para darle los relieves necesarios para los granos del maíz y otros aspectos que hacen más llamativos a la figura final. Las manos, fueron impresas en material conductivo para en un trabajo futuro poder utilizarlas mediante sensor táctil como una entrada de datos. Para las ruedas se necesitó dos motores individuales controlados por su propio driver, de esta manera se asegura que el robot puede moverse para cualquier

dirección. En la parte interior, también se utilizó un módulo WIFI que sirva como medio de comunicación con Internet. Este medio de comunicación es importante, ya que podrá ser controlado a través de Internet y además de esta manera enviar comandos de qué elemento multimedia reproducir mientras el niño juega en el micromundo. En su interior también se usó dos baterías recargables de litio para un promedio de uso constante aproximado 1 hora y media a 2 horas. Además, se instaló un pequeño parlante en su interior con salida para audífonos para poder reproducir cualquier sonido necesario para que los escolares aprendan de una mejor manera. Los sonidos serán almacenados en una memoria microSD y son controlados por un módulo MP3 de sonido que se conecta con el Arduino Mega. Las imágenes fueron almacenadas en su interior en una memoria SD que es leída por el mismo Shield LCD del Arduino. La alimentación a todos estos componentes se lo realiza como anteriormente se mencionó, a través de una batería de litio, pero además de esto es importante tener un pequeño circuito regulador de voltaje para las partes delicadas como es el módulo WIFI del robot que solo requiere 3.3v.

2.1.2 Diseño y construcción de la carcasa del robot

El boceto del modelo base fue elaborado como se mencionó anteriormente por la diseñadora de la Cátedra UNESCO de la UPS, mismo que podemos ver en la figura 2. Con este modelo base que tenemos como dibujo 2D se comenzó con el mejoramiento del diseño que se modeló en 3D con la herramienta Inventor de Autodesk®.

Figura 2: Diseño principal del robot.

Primero se debe partir desde el diseño básico del robot, en este caso se muestran a continuación en la figura 3 la parte trasera del robot y en la figura 4 podemos ver la parte trasera vista desde un ángulo diferente. Es aquí donde podemos apreciar con mejor claridad los detalles. En la parte trasera podemos también observar cómo se ha colocado 3 remaches, en la esquina derecha e izquierda y una en la parte superior central. Estos remaches sirven para poder ajustar la parte frontal con tornillos.

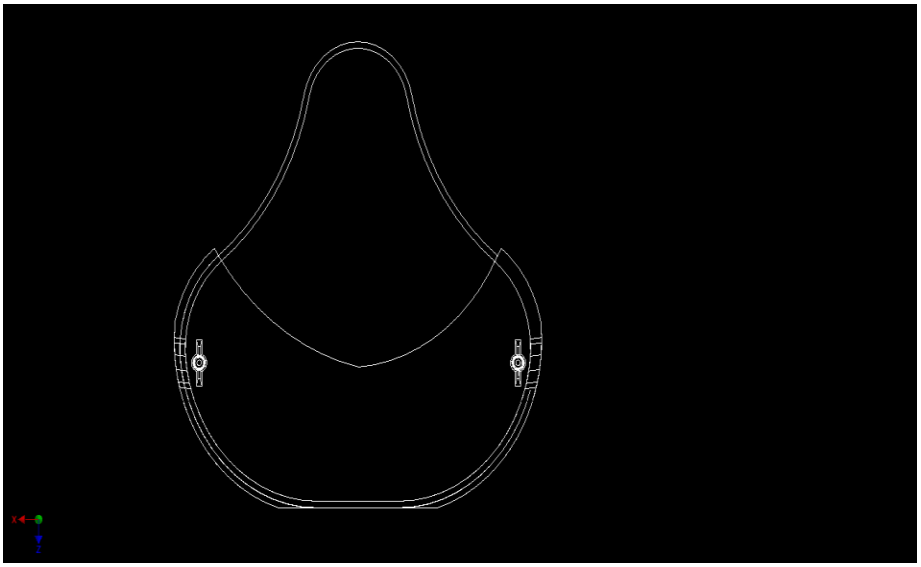


Figura 3: Diseño parte trasera de robot.

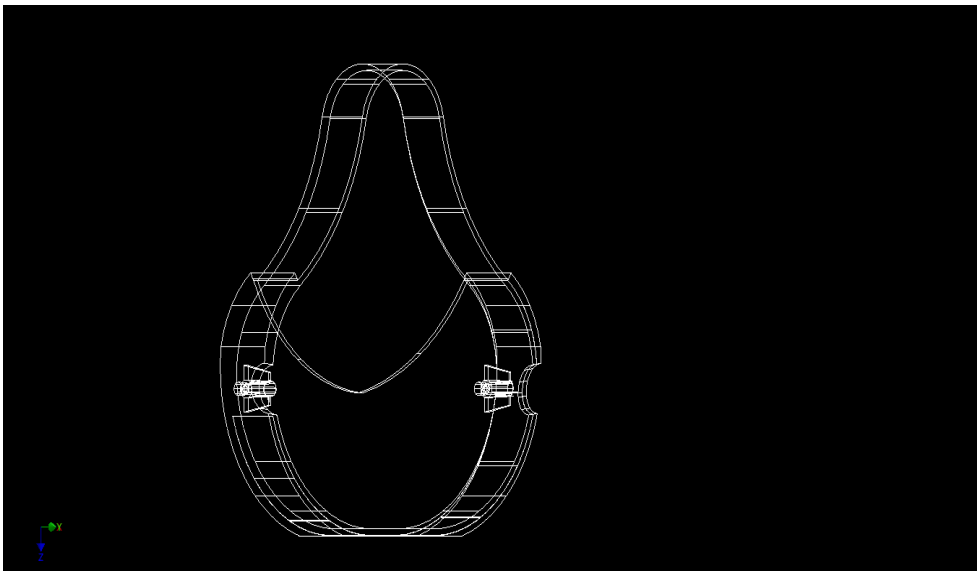


Figura 4: Diseño parte trasera del robot con vista de lado.

Para el diseño de la parte frontal del robot se tiene en cuenta el espacio que se utilizará para ubicar la pantalla LCD táctil. Esta pantalla LCD es el medio a través del cual el usuario realiza la interacción con el robot. En la figura 5 podemos ver la parte frontal del robot. También podemos observar en la figura 6 la parte frontal con vista en ángulo. También aquí podemos ver que en los lados exteriores del robot tenemos un espacio para ubicar 2 brazos.

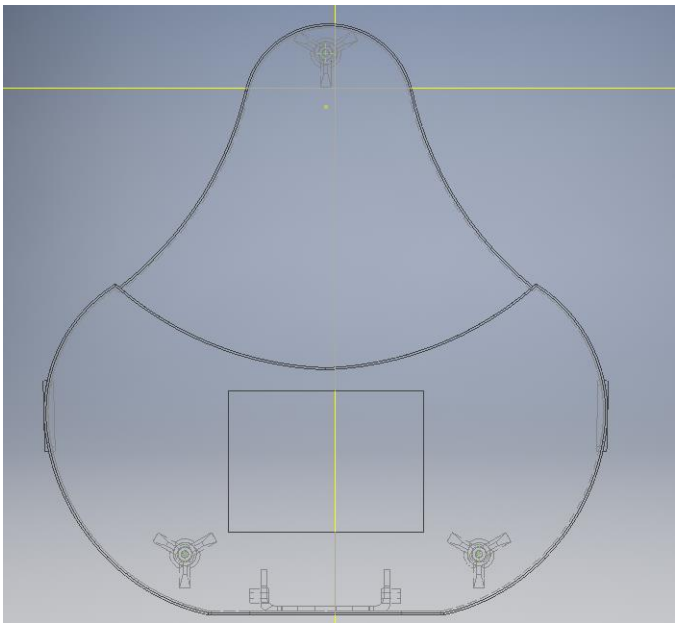


Figura 5: Parte frontal del robot.

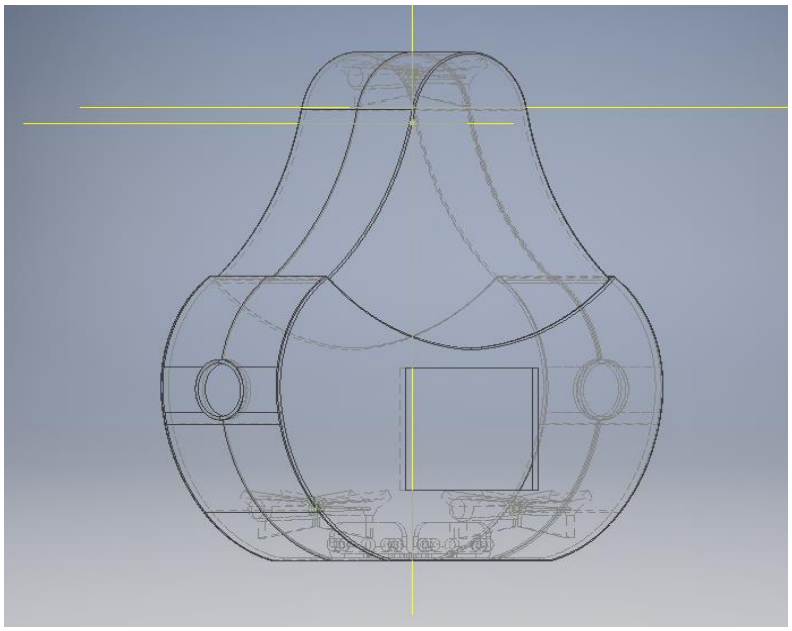


Figura 6: Parte frontal del robot con vista de un lado.

También se agregan colores al diseño del robot y material el cual lo podemos apreciar en la figura 7. También para la parte frontal agregamos colores y material y nos queda como se ilustra en la figura 8.

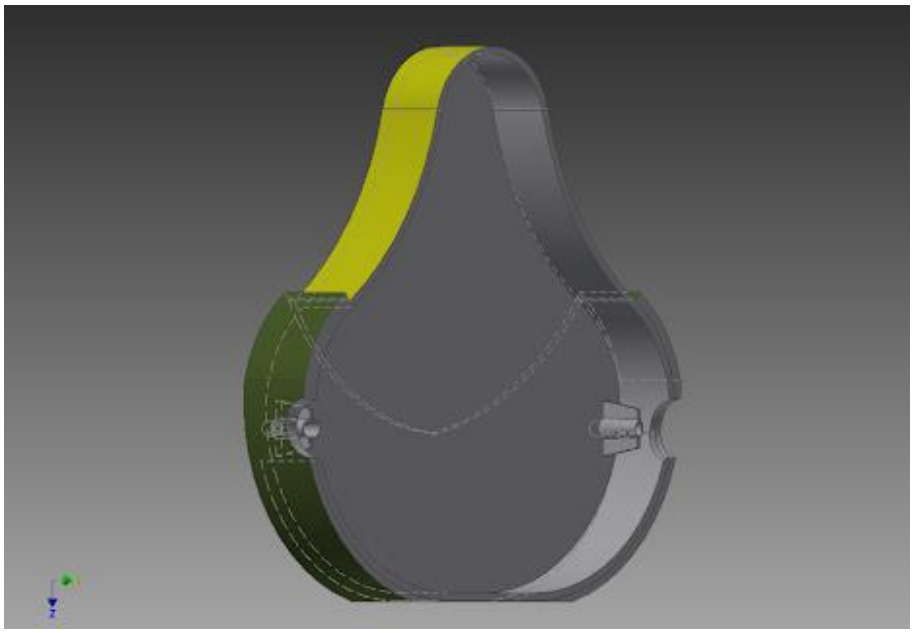


Figura 7: Parte trasera del robot terminada.

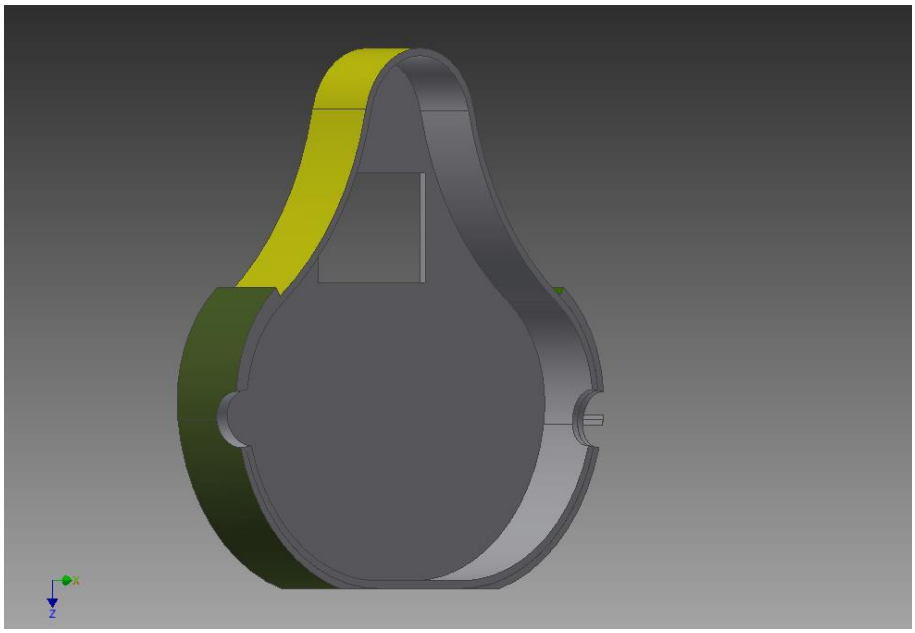


Figura 8: Parte frontal del robot terminada.

Finalmente, uniendo todas las piezas del robot obtenemos el ejemplo grafico que se ilustra en la figura 9. De esta manera podemos darnos una idea general de cómo será el producto final.

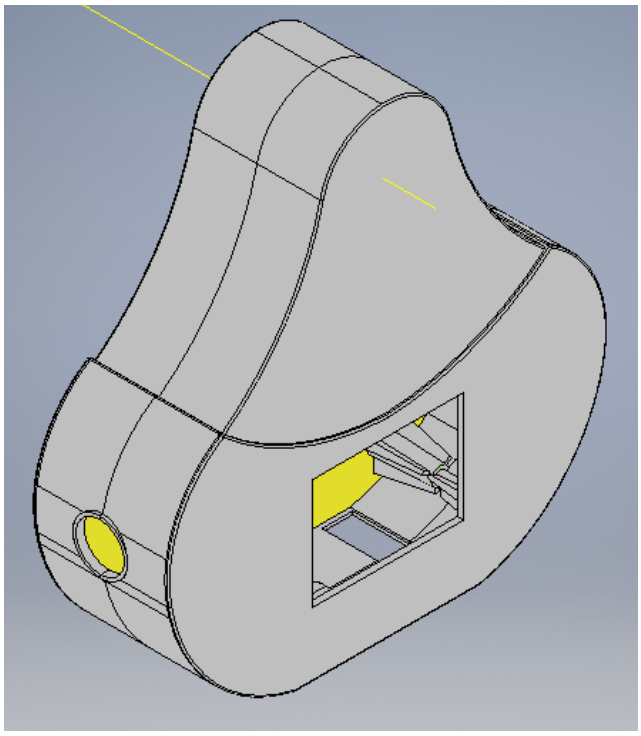


Figura 9: Diseño del robot terminado.

Los brazos fueron pensados en función de los cables que se requerían implementar para su funcionamiento, de tal manera que su forma es cilíndrica para mayor facilidad. Estos brazos se los desarrolló en forma de ángulo en el cual se colocarán sus manos o en este caso pinzas, como podemos observar en la figura 10.

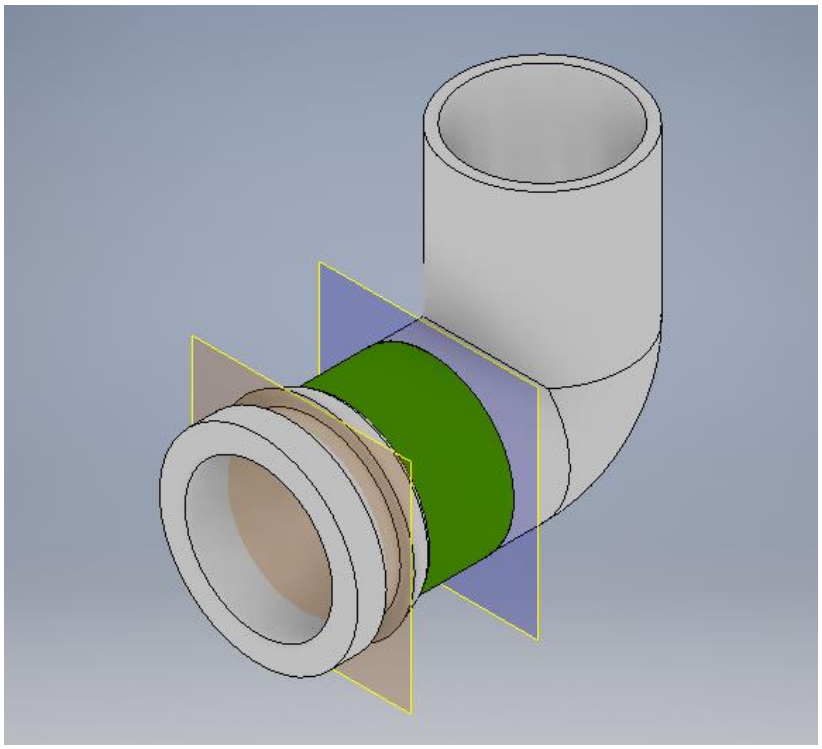


Figura 10: Diseño de brazo de robot.

Las manos se diseñaron en forma de pinzas para que pueda llevar algo en sus manos y que sea fácil de modificar para trabajos futuros. El diseño lo podemos ver en la figura 11.

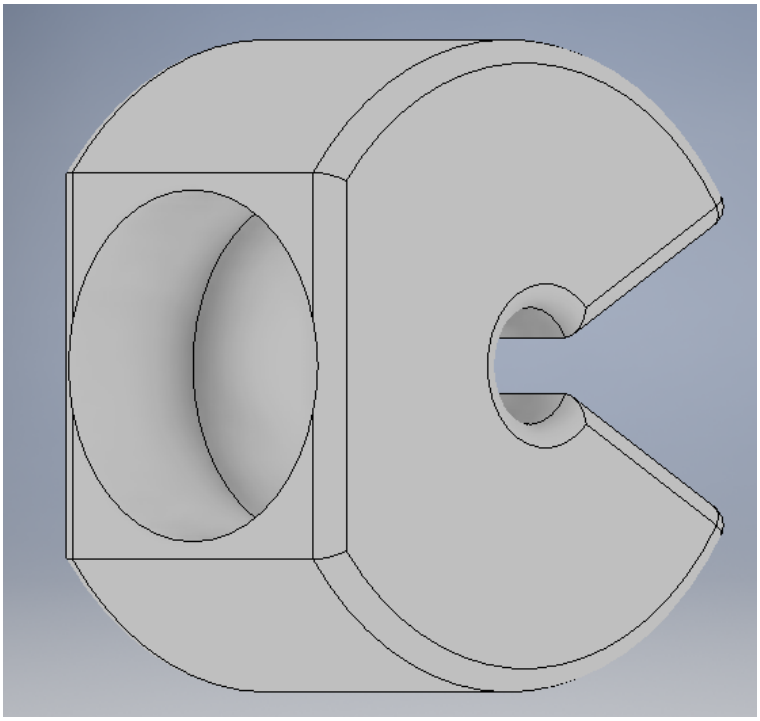


Figura 11: Diseño de mano de robot.

2.1.3 Diseño 3D de robot educativo

Finalizando el diseño se procede a generar en archivos STL[11]. Estos son utilizados para poder imprimir en impresoras 3D, se define la geometría de objetos 3D y no almacenan información de color, textura, o propiedades físicas como otros («STL», 2018).

[11] Standard Triangle Language

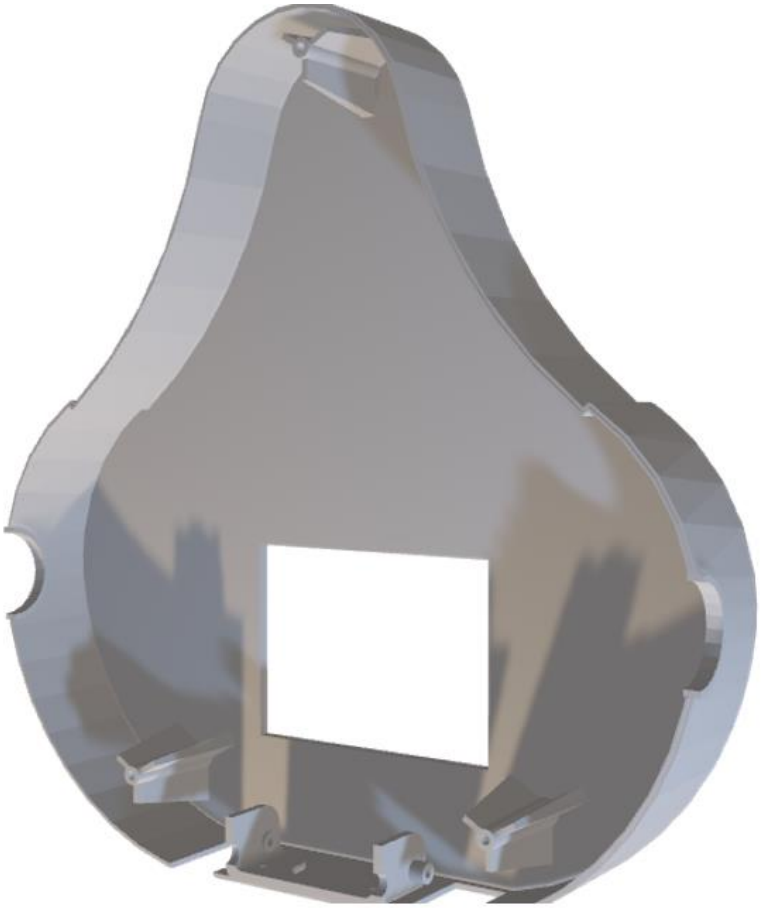


Figura 12: Modelo solido vista frontal generado de archivo STL.

En la figura 12 podemos visualizar el modelo sólido de la parte frontal del robot donde se ubicará la pantalla TFT. Como se puede ver existen 3 protuberancias que se utilizan para colocar los tornillos que se empatan con la parte trasera del robot.

Figura 13: Modelo solido-vista parte trasera generado de archivo STL.

En la figura 13 podemos ver la parte trasera, la cual se une con la parte frontal. Como se mencionó anteriormente se utiliza 3 tornillos para sujetar estas dos partes. En la figura 14 podemos ver a continuación el brazo y su interior hueco. Dos de estos serán colocados en los extremos del robot para darle la apariencia de brazos.

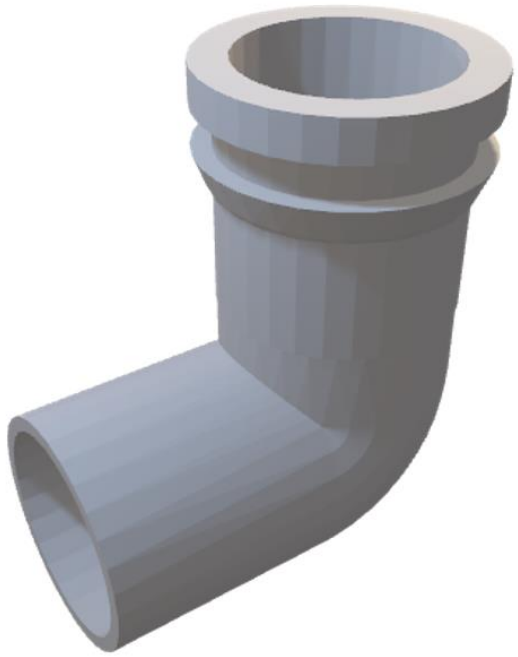


Figura 14: Brazo de robot generado de archivo STL.

En la figura 15 podemos ver el resultado final de la mano o pinza que fue colocada junto con cada brazo del robot. Estas pinzas tienen un agujero que es del tamaño del brazo del robot las cuales encajan las dos piezas para su fácil ensamblaje. Estas pinzas también fueron impresas en material conductivo para poder a futuro conectar a un módulo de sensado táctil de Arduino y de esta manera que sirvan como pulsantes.

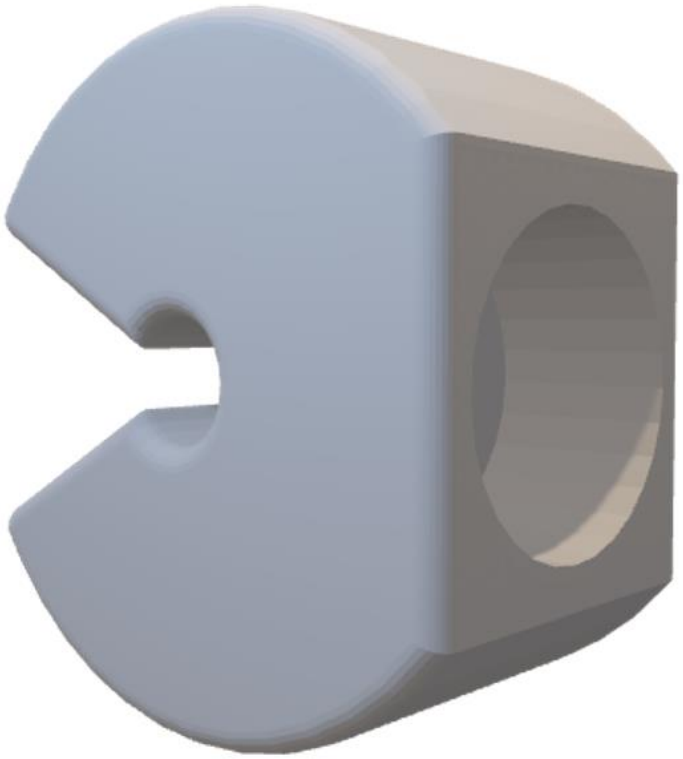


Figura 15: Pinza del robot generado de archivo STL.

2.1.4 Diseño del circuito del robot

Para el diseño y circuito del robot se debe tomar en cuenta algunos factores principales. Unos de estos factores principales es la fuente de alimentación para los componentes internos. En este caso se utilizó dos baterías de litio, una de estas alimenta el Arduino MEGA y a la pantalla TFT. La otra batería alimenta el módulo WIFI ESP 8266, módulo MP3 DFPlayer Mini, mini parlante interno 0.4w, y 2 motores DC de 12 voltios. Es importante conectar todos los cables GND en común para evitar errores futuros en el circuito debido a que se utiliza dos baterías diferentes. Se utiliza un módulo controlador de motores Driver L298N que se muestra en la figura 16, ya que este permite controlar dos motores de corriente continua o un motor paso a paso bipolar de hasta 2 amperios. Este módulo tiene 4 salidas para los motores. Dos de ellas (OUT1, OUT2) se utilizan para el primer motor y las otras dos (OUT3, OUT4) para el segundo. Cada motor es controlado independientemente por los terminales de entrada. Los pines ENA, IN1, IN2 sirven para controlar

la dirección y velocidad del motor 1, y los pines ENB, IN3, IN4 para controlar la dirección y velocidad del motor 2 respectivamente. Los pines ENA y ENB son los pines de habilitación que se utilizan para enviar una señal PWM (Señal Modulada por Ancho de Pulso, por sus siglas en inglés) que sirve para controlar el RPM (Revoluciones por Minuto) de un motor. Con los pines IN1 e IN2 podemos controlar la dirección de giro del motor 1, mientras que con los pines IN3 e IN4 podemos controlar la dirección de giro del motor 2.

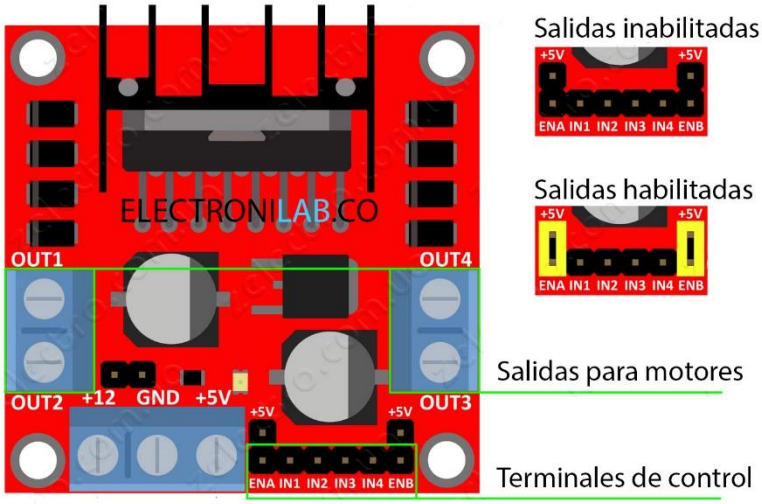


Figura 16: Driver de motor L298N («Tutorial Uso Driver L298N para motores DC y paso a paso con Arduino», 2014)

Para la conexión ha Internet se utilizó un módulo WIFI ESP8266 (ESP01) el cual está compuesto de 8 pines que se detallan a continuación:

- CH_PD: se utiliza para prender y apagar el módulo.
- VCC: se utiliza para alimentar el módulo con 3.3v.
- GND: se utiliza para conectar a tierra.
- RST: se utiliza para reiniciar el módulo.
- GPIO2: es una entrada/salida de propósito general.
- GPIO0: es una entrada/salida de propósito general.
- RX: es el pin por donde se van a recibir los datos del puerto serie.
- TX: es el pin por donde se van a transmitir los datos del puerto serie.

En la figura 17 podemos ver el módulo ESP con sus respectivos pines:

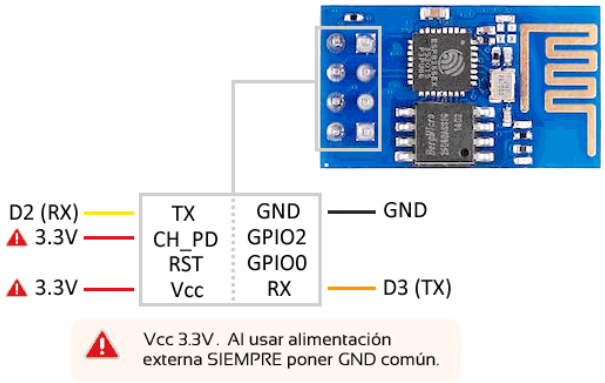


Figura 17: Modulo ESP8266-01 («Conectar Arduino por WiFi con el módulo ESP8266 ESP01», s. f.)

El módulo ESP01 el cual es su versión más básica del ESP, soporta IPv4 y los protocolos TCP/UDP/HTTP/FTP, con un voltaje de operación de 3V hasta los 3.6V y 80mA hasta 170mA de corriente de operación. Debido a su bajo costo y consumo de energía lo hace una factible solución para conectar el robot hacia Internet.

El control del audio se lo realiza con un módulo DFPlayer Mini que es capaz de reproducir audios en formato MP3, WAV, y WMA. Este módulo puede funcionar de dos formas: la primera consiste en utilizar el módulo de manera independiente conectándolo con una batería, parlante y pulsantes. La representación de este módulo la podemos ver en la figura 18.

La segunda manera es utilizándolo en combinación una tarjeta Arduino capaz de emplear el protocolo de comunicación serie RS232.

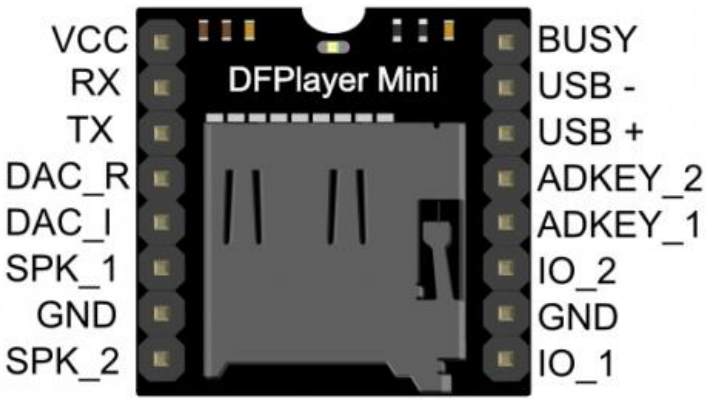


Figura 18: Modulo DFPlayer Mini («DFPlayer Mini SKU:DFR0299», s. f.)

El módulo DFPlayer Mini está compuesto de 16 pines de los cuales solo se necesita utilizar 6 de estos para conectar con un Arduino. Los pines utilizados se detallan a continuación:

- **VCC**: se utiliza para alimentar el módulo con 5v.
- **RX**: es el pin por donde se van a recibir los datos del puerto serie.
- **TX**: es el pin por donde se van a recibir los datos del puerto serie.
- **SPK2**: es el pin que se conecta al lado negativo del parlante.
- **SPK1**: es el pin que se conecta al lado positivo del parlante.
- **GND**: se utiliza para conectar a tierra.

Este módulo tiene las salidas para parlantes en forma de positivo y negativo, en este caso se realizó una conexión hacia una salida de audífonos debido a que el parlante que se utilizó en el robot es pequeño y en ambientes de mucho ruido no se lograría apreciar el sonido. Con la salida extra de auxiliar el usuario podrá conectar un parlante externo y así poder reproducir sonidos con un volumen más alto de lo que el parlante interno proporciona.

Se utiliza la pantalla ITDB02 3.2" TFT LCD Display Module Shield (ITDB02-3.2S V1) la cual tiene una resolución de 320x240 pixeles con 64k colores. La pantalla funciona si se utiliza en conjunto con un ITDB02 Arduino MEGA Shield que nos permite conectar la pantalla con el Shield y el Shield con el Arduino MEGA. En la figura 19 podemos ver de izquierda a derecha la pantalla, el Shield, y un Arduino MEGA.

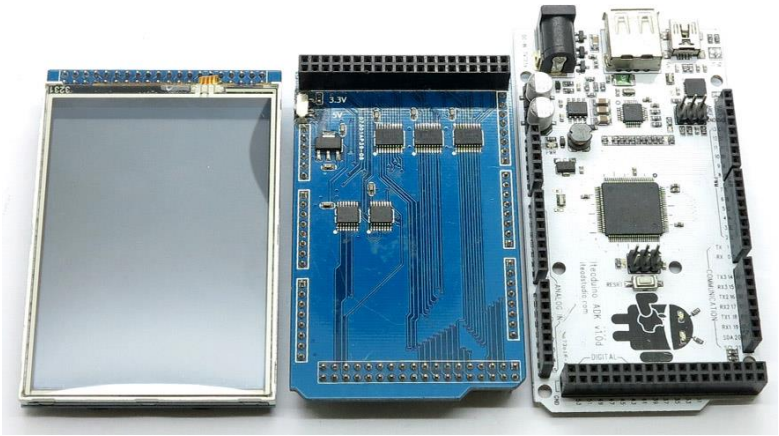


Figura 19: Pantalla, Shield, y Arduino MEGA («ITDB02 3.2" TFT LCD Display Module Shield for Arduino MEGA», s. f.)

El Shield que se utiliza en conjunto con la pantalla TFT ocupa la mayoría de los pines disponibles por el Arduino MEGA, en lo cual nos queda unos pines restantes para el control de los otros módulos mencionados anteriormente. Por esta razón si se requiere agregar más módulos al Arduino MEGA sería necesario utilizar un Arduino que disponga de más pines.

En la figura 20 podemos ver el diseño del circuito prototipo de manera general con todos sus componentes internos y externos que fueron colocados.

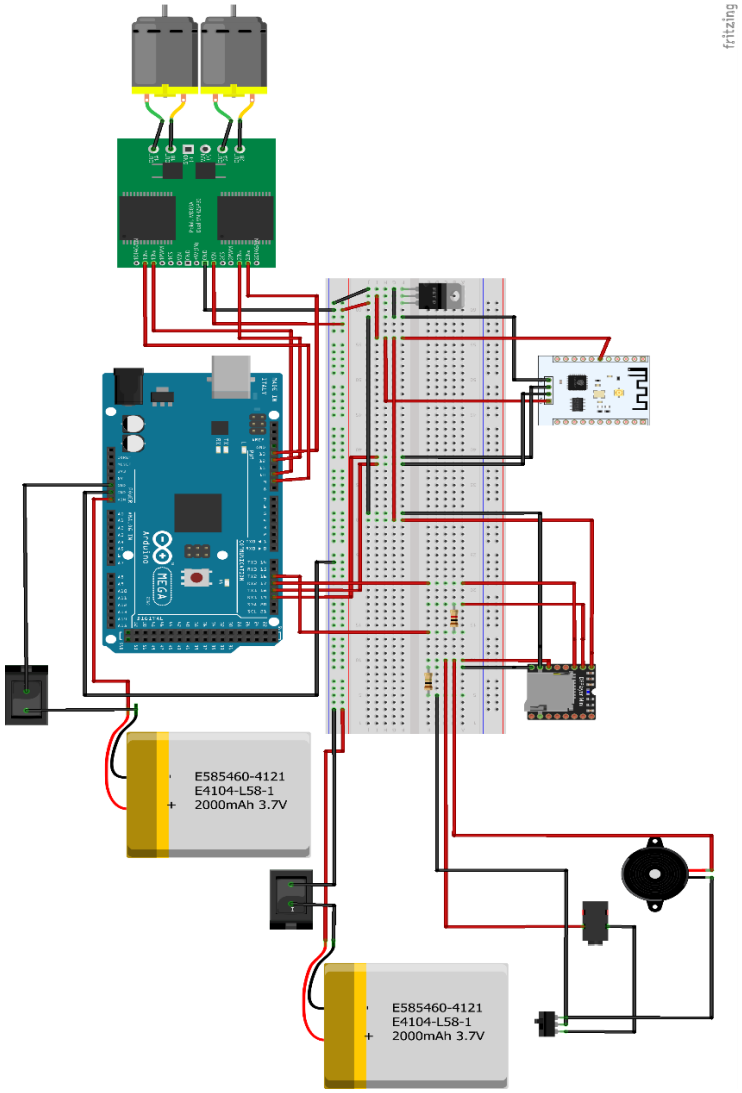


Figura 20: Diseño de circuito prototipo.

El diseño del circuito detallado lo podemos apreciar en la figura 21 donde podemos ver cada uno de los componentes interconectados que servirán para producir una placa PCB.

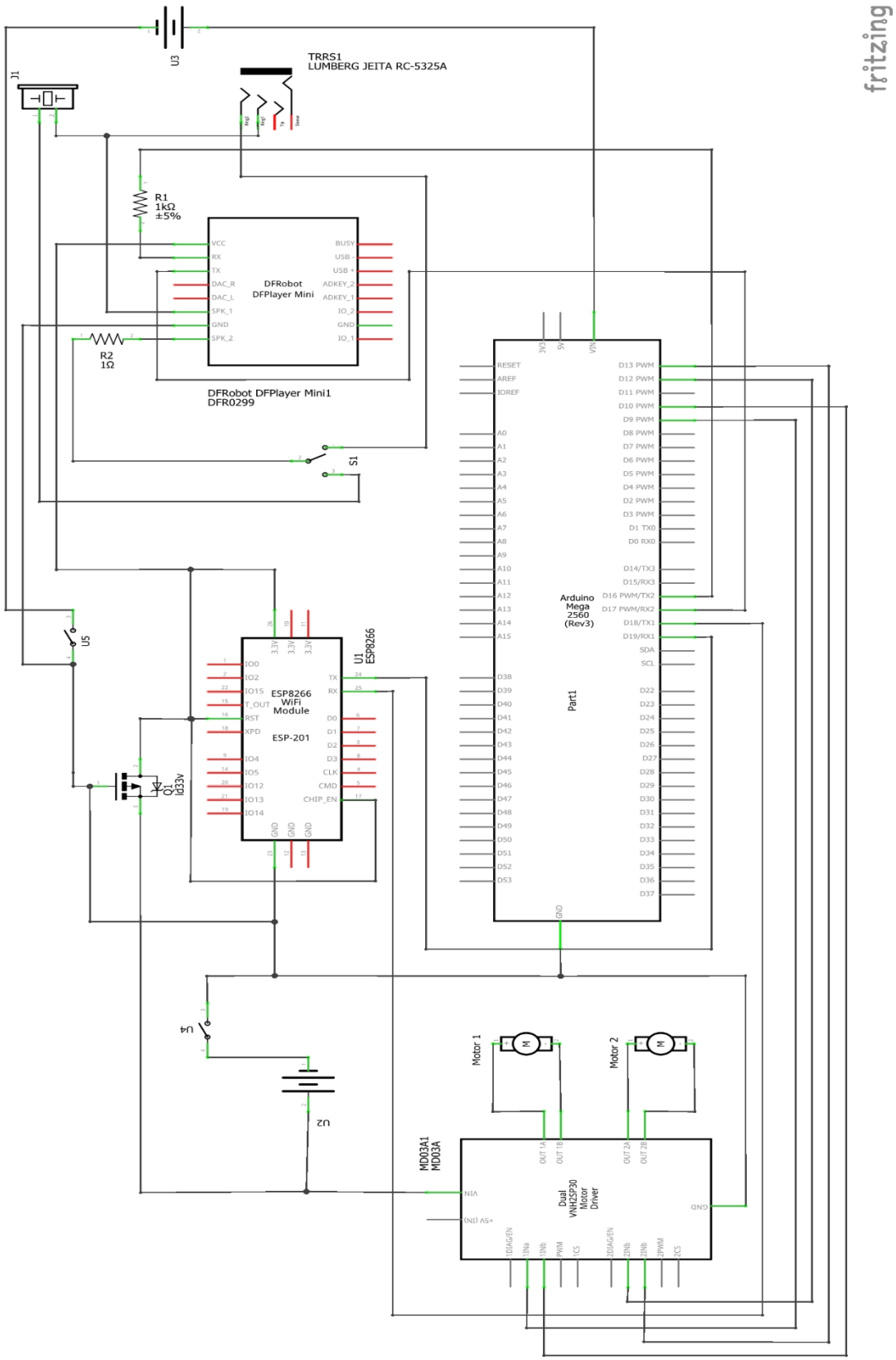


Figura 21: Esquema de circuito detallado.

2.2 Herramientas de software elegidas para el desarrollo

Para el sistema desarrollado y sus distintos módulos que conforman al sistema global. Se ha determinado que para su desarrollo satisfactorio es necesario las siguientes herramientas de software:

1. Unity
2. Tiled
3. Tiled2Unity
4. Servidor Apache
5. Arduino IDE
6. Visual Studio Community Edition
7. Autodesk Inventor

2.2.1 Unity

Unity es un motor de videojuegos multiplataforma creado por Unity Technologies que principalmente se utiliza para desarrollar proyectos en 2D y 3D. Tiene diferentes tipos de licencias para el usuario. Una licencia es la personal la cual se utilizó para el desarrollo de los micromundos. Se utilizó este motor debido a que el proyecto podrá ser compilado para diferentes plataformas como pueden ser para web, Android, Windows, Mac, etc. Además, ofrece algunas ventajas con respecto a otros motores de videojuegos como la facilidad de crear animaciones.

2.2.2 Tiled

Tiled es un editor de nivel 2D que ayuda a desarrollar el contenido de un juego. Su característica principal es editar mapas de mosaicos de varias formas, pero también admite la colocación de imágenes gratuitas, así como formas potentes de anotar su nivel con información adicional utilizada por el juego. Tiled se enfoca en la flexibilidad general mientras intenta mantenerse intuitivo.

2.2.3 Tiled2Unity

Tiled2Unity es una utilidad gratuita con un objetivo en mente: exportar fácilmente los archivos TMX de Tiled Map Editor a proyectos de Unity. Tiled2Unity toma archivos de Tiled y crea *prefabs* de Unity los cuales se usan para colocar en una escena de Unity. La colisión compleja es compatible con la clase PolygonCollider2D de Unity.

2.2.4 Servidor Apache

El servidor web Apache es desarrollado y mantenido por Apache Software Foundation y es muy conocido y empleado, ya que 67% de los servidores a nivel mundial utilizan Apache («What is Apache?», s. f.). Apache es conocido por su seguridad, rapidez y confiabilidad, asimismo es altamente personalizable para satisfacer las necesidades de muchos entornos mediante el uso de extensiones y módulos. En este proyecto las configuraciones del servidor se las pueden ver a más detalle en el Anexo correspondiente al manual técnico.

2.2.5 Arduino IDE

Es una herramienta para el uso en la programación de microprocesadores como es el Arduino. Su facilidad de uso le permite que sea reconocido entre otras herramientas y además es un software libre. Con Arduino IDE se puede programar cualquier microprocesador Arduino que esté disponible en el mercado («Arduino - Introduction», 2018).

2.2.6 Visual Studio Community Edition

Herramienta utilizada en conjunto con Unity para poder realizar la programación del micromundo. Esta herramienta se descarga por defecto cuando se instala Unity y es recomendada, ya que permite al desarrollador tener la flexibilidad para crear aplicaciones para cualquier

plataforma. Ofrece herramientas como diseñadores, editores, debuggers, etc., todo en un solo paquete. Además, reconoce una gran variedad de lenguajes de programación.

2.2.7 Autodesk Inventor

Es una herramienta que se utiliza para modelar figuras en 3D. Entra en el género de programas de diseño asistido por computadora "CAD". Esta herramienta fue creada por la empresa de software Autodesk en 1999. Inventor nos ofrece la ventaja de diseñar piezas individuales que después se las puede ensamblar como un sistema total y hasta llevar a funcionar como un "todo" («Autodesk Inventor», 2018).

2.3 Diseño e implementación del módulo Arduino

Dentro del módulo que sirve para el control del Arduino y los componentes conectados en el mismo, se ha realizado una organización en diferentes partes lógicas. Como principal parte tenemos la que controla a los otros componentes del sistema, en esta se utilizan las librerías como es: "DFRobotDFPlayerMini" que se emplea para reproducir los audios del parlante del robot, la librería "L298N" sirve para controlar el ***driver*** de los motores, la librería "ESP8266" permite controlar el módulo WIFI y la conexión a internet, la librería "UTFT" posibilita emplear la pantalla del Arduino, la librería "URTouch" sirve para poder utilizar la parte táctil de la pantalla, la librería "tinyFAT" para poder leer archivos desde la memoria micro SD, y finalmente la librería "UTFT_tinyFAT" que nos sirve para mostrar imágenes en la pantalla del Arduino. En el módulo de control del Arduino existen 13 diferentes métodos globales que se encargan de todo el funcionamiento del robot, 8 de estos métodos son utilizados para la parte gráfica de la interfaz. Los métodos restantes se utilizan para el control del módulo WIFI, el control del módulo del

movimiento de los motores, y el control del modo de juego del robot donde se mantiene en un estado listo para recibir comandos y ejecutarlos.

2.3.1 Diseño de la interfaz del Arduino

El diseño de la interfaz desarrollada es básico, a fin de lograr mayor rendimiento por parte de la tarjeta Arduino ya que su capacidad es limitada y la optimización es importante. En la primera pantalla que se puede ver en la figura 22, podemos apreciar ver algunas de las opciones del robot como la configuración del WIFI, funciones de audio, estímulos que sirven para mover al robot, y también el logotipo de la universidad, el cual cumple como doble propósito: a) como botón para poder acceder al contenido multimedia y b) como elemento decorativo. En la parte superior de la pantalla podemos ver el nombre del robot *Muyu*[12].

Figura 22: Pantalla principal robot.

Como antes se ha mencionado, se emplea 8 métodos programados en C para la parte gráfica de las interfaces de cada una de las opciones del robot. Para la pantalla que se muestra en la figura 22, el código utilizado con la librería antes mencionada para poder dibujar texto y polígonos es

[12] Semilla

como se muestra en la figura 23. Como se puede ver, se utiliza comandos básicos como: setBackColor() para indicar un color de fondo, setFont() para indicar el tipo de letra, print() para escribir texto, método drawRect() para dibujar un cuadrado o rectángulo en la pantalla. Con estos métodos elementales podemos realizar el diseño de la interfaz gráfica.

```
void drawHomeScreen() {
  // Title
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setColor(76, 238, 111); // Sets color to green
  myGLCD.setFont(BigFont); // Sets font to big
  myGLCD.print("MUYU", CENTER, 10); // Prints the string on the screen
  myGLCD.drawLine(0, 32, 319, 32); // Draws the green line

  myGLCD.setFont(SmallFont); // Sets the font to small
  myGLCD.print("Universidad Politecnica Salesiana", CENTER, 41); // Prints the string

  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print("Opciones:", LEFT, 64);
```

Figura 23: Método para dibujar pantalla inicial.

2.3.1.1 Pantalla configuración WIFI

En la pantalla de configuración WIFI se puede apreciar los diferentes nombres de las redes disponibles. Debido a las limitaciones de la pantalla se pueden solo mostrar un máximo de 5 nombres como lo indica la figura 24. La red WIFI la podemos escoger presionando uno de los 5 botones en la parte inferior de la pantalla que pertenece al número de la red en la lista.

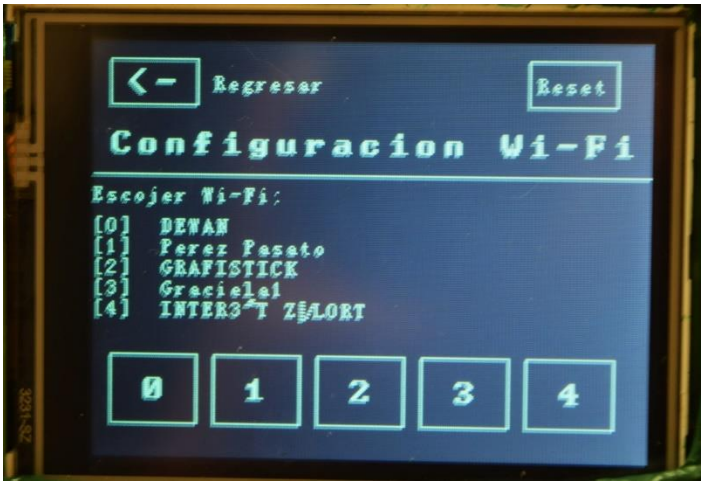


Figura 24: Pantalla de configuración WIFI.

Para poder filtrar los nombres de las diferentes redes WIFI se implementó un método en donde se guarda en una variable de tipo ***String*** la salida del resultado de escanear el área por señales WIFI. El resultado nos devuelve además del nombre de la red, la dirección MAC y la potencia de la señal del router. Como la tarjeta Arduino no tiene clases ni librerías dedicadas a expresiones regulares, se implementó un método en donde un bucle es encargado de limpiar todos los caracteres y letras que no sean parte del nombre de la red. Este lo podemos ver a continuación en la figura 25.

```
623
624   for (int i = 0; i < sizeof(cssid); i++) {
625     if (cssid[i] == '"') {
626       found = !found;
627       i++;
628       if (listSSID.length() > 1) {
629         if ((pos % 2) == 0) {
630           if (posap < 5) {
631             strcpy(listAP[posap], listSSID.c_str());
632             posap++;
633           }
634         }
635         pos++;
636       }
637       listSSID = "";
638     }
639
640     if (found) {
641       listSSID = listSSID + cssid[i];
642     }
643   }
```

Figura 25: Bucle utilizado para filtrar caracteres de las redes WIFI

Cuando seleccionamos la red WIFI nos mostrará otra pantalla que podemos apreciar en la figura 25, en donde podemos ingresar la contraseña de la red seleccionada. La contraseña de la red deberá ser solo numérica debido a las limitaciones de espacio en pantalla. Es importante mencionar que más detalles de esto lo podemos encontrar en el Anexo que corresponde al manual técnico. Después de ingresar la contraseña presionando en el botón “Enter” nuestro robot se conectará a la red.

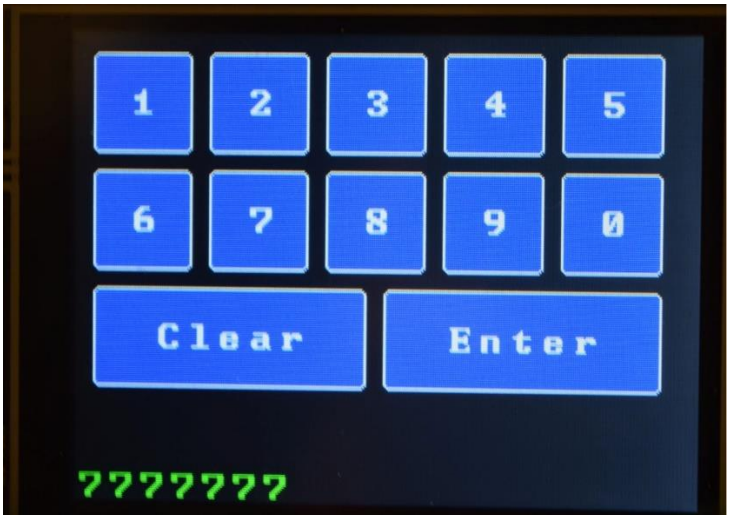


Figura 26: Pantalla para ingresar contraseña de Red WIFI.

Una vez que el módulo de WIFI ESP8266 pueda conectarse a Internet, en la pantalla se presentará el mensaje que se ilustra en la figura 26. Esto indica que el robot entra en modo de juego o “GameMode” y muestra la dirección IP asignada por el router. En el caso que exista alguna dificultad al conectarse con la red WIFI se mostrará un mensaje de “Error al conectar a WIFI” en la parte inferior de la pantalla.

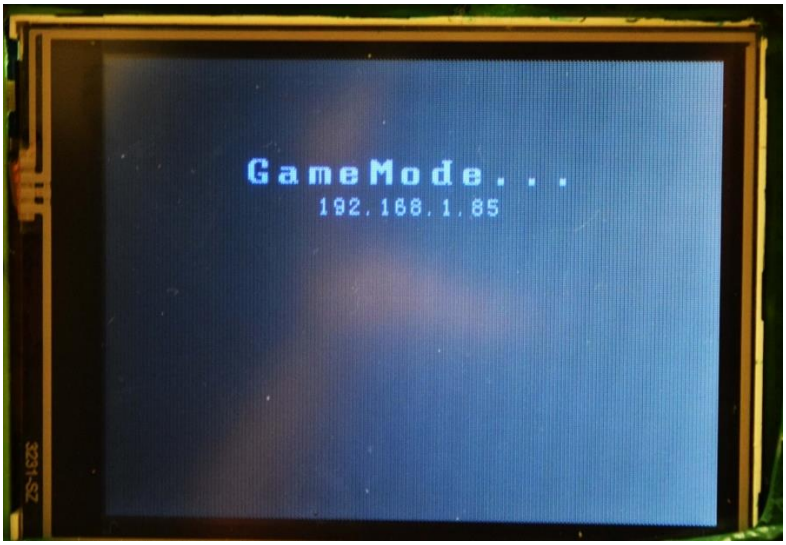


Figura 27: Pantalla modo juego "Game Mode" del robot.

Para la conexión a Internet se lo realiza con el comando de la librería del ESP8266 llamado joinAP(). Dicho comando acepta dos parámetros: el primero es el nombre de la red, y el segundo

es la contraseña de la misma. El método implementado se pude ver en la figura 28, en donde podemos apreciar que si se logra conectar a Internet se muestra la dirección IP que el router asignó al robot. Aquí es donde se puede modificar el código para poder ingresar un nombre de red y una contraseña por defecto, si sabemos que estos parámetros no cambiarán a futuro. En el Anexo correspondiente al manual técnico podemos ver más detalles sobre la forma cómo se puede realizar esta configuración.

```
45
46  if (wifi.joinAP(Host_name, password)) {
47    Serial.print("Join AP success\r\n");
48    Serial.print("IP: ");
49    wifi.getLocalIP().toCharArray(IP, 15);
50    Serial.println(IP);
51
52    myGLCD.print("Conectado a WIFI", CENTER, 192);
53    delay(500);
54    myGLCD.clrScr();
55    myGLCD.setFont(SmallFont);
56    myGLCD.print(IP, CENTER, 192);
```

Figura 28: Método para conectar a Internet.

En el momento en que se realizó una conexión satisfactoria con un router, el robot se coloca en modo “GameMode” como se mencionó anteriormente. Es aquí en donde el robot consume constantemente un servicio web alojado en el servidor web. La configuración del servidor web se puede apreciar con más detalle lo podemos ver en el Anexo del manual técnico. Este nos devuelve el comando que el robot deberá realizar y puede ser una acción de movimiento o que audio reproducir. Para poder saber si se debe realizar una acción de movimiento o reproducir un audio, se implementó un método que lo podemos observar en la figura 29, en donde el servicio web devuelve una cadena de texto de dos maneras: la primera puede llegar en la forma de “d:1” esto significa que el robot deberá reproducir el diálogo o archivo MP3 almacenado en la microSD del módulo DFPlayer; la otra forma es “m:1”, que indica que el robot deberá moverse hacia la derecha (aspecto especificado por el numero 1). Cada movimiento tiene su diferente código asignado, es

decir, para mover hacia la izquierda se utiliza el código 2, para mover hacia la derecha el código 1, para mover hacia adelante el código 3, para mover hacia atrás el código 4, y para parar los motores el código 0.

```
78  void setCommand(String text) {
79    if (text.indexOf("d:") >= 0) {
80      mp3.play(getDataValue(text, "d:").toInt());
81    } else if (text.indexOf("m:") >= 0) {
82      MotorDrive(getDataValue(text, "m:").toInt());
83      delay(550);
84      MotorDrive(0);
85    }
86  }
```

Figura 29: Método para realizar acciones del robot.

2.3.1.2 Pantalla Funciones de Audio

En la pantalla que se aprecia en la figura 30, se puede observar las funciones de audio y los botones correspondientes para las diferentes acciones:

- Subir el volumen.
- Bajar el volumen.
- Reproducir audio.
- Pausar audio.
- Cambiar siguiente audio.
- Cambiar anterior audio.

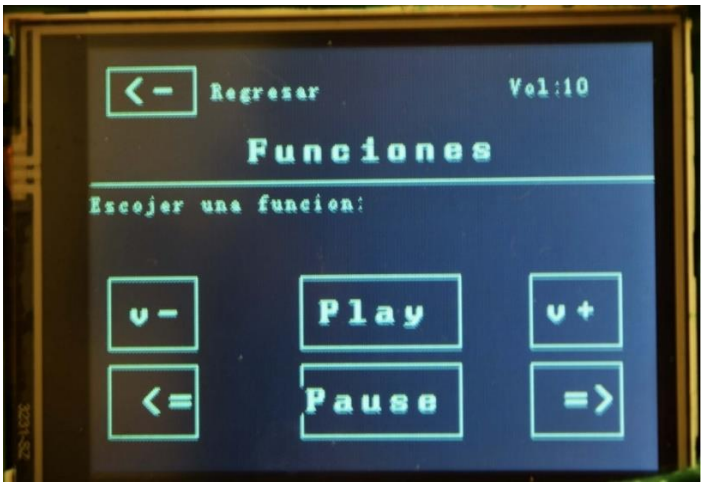


Figura 30: Pantalla de funciones de audio.

El volumen de los parlantes se muestra en la esquina derecha superior, el límite máximo de volumen es de 30. El robot también cuenta con una salida auxiliar en su brazo derecho para poder conectar a un parlante si fuera necesario.

Para saber qué botón se presionó y así poder realizar la acción correspondiente, primero se realiza una comparación para determinar si existen datos disponibles de la pantalla táctil (touch) con el método dataAvailable(). Si existen datos para leer, luego estos son almacenados en dos variables: “X” y “Y” que indican la posición en la pantalla donde se presionó. Estas coordenadas después son comparadas para ver si están dentro la posición en donde se haya dibujado algún botón, y según el botón se realiza la acción que este indica. Esto lo podemos ver en el código que se muestra en la figura 31, en donde revisa si se presiona el botón para regresar a la canción anterior. Esta misma lógica sirve para cualquier otro botón que se implemente en la interfaz.

```
257  if (currentPage == '2') {
258    if (myTouch.dataAvailable()) {
259      myTouch.read();
260      x = myTouch.getX();
261      y = myTouch.getY();
262
263
264      if ((x >= 10) && (x <= 60) && (y >= 180) && (y <= 220)) {
265        waitForIt(10, 220, 60, 180);
266        //press previous button
267        mp3.previous();
268      }
269
```

Figura 31: Código cuando se aplasta un botón.

2.3.1.3 Pantalla de estímulos de movimiento del robot

En esta pantalla que podemos ver en la figura 32 tenemos 4 botones para mover al robot hacia adelante, izquierda, derecha, y hacia atrás. Cuando se presiona alguno de estos botones las ruedas giran, al momento que se levanta el dedo del botón las ruedas dejan de girar.

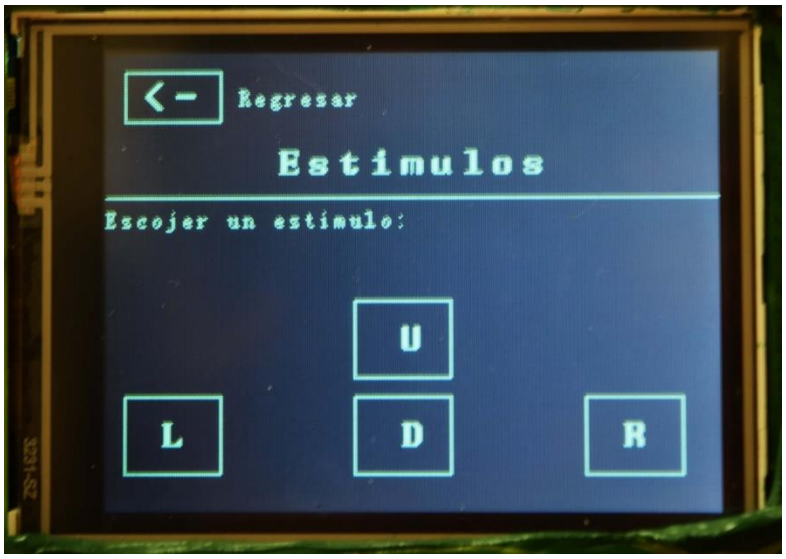


Figura 32: Pantalla de estímulos del robot.

2.3.1.4 Pantalla de visualización de imágenes

La pantalla para visualizar las imágenes la podemos apreciar en la figura 33 donde tenemos 3 botones, un botón para regresar al menú principal ubicado en la parte superior, y dos botones de navegación, uno para la siguiente imagen y otro para la imagen anterior.

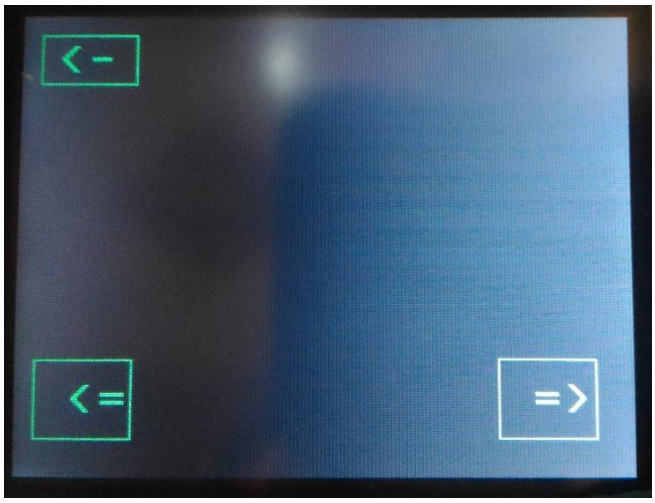


Figura 33: Pantalla para visualizar imágenes.

Cuando presionamos en uno de los dos botones para pasar las imágenes, los botones desaparecen como se puede ver en la figura 34. Para poder visualizar mejor la imagen, podemos

volver a presionar cualquiera de los 3 botones para pasar imágenes o regresar a la pantalla principal y estos cumplirán su función.

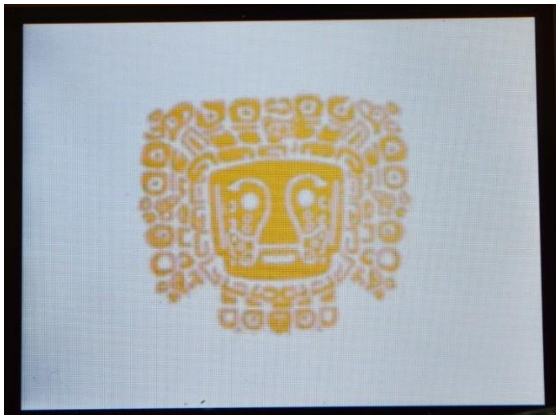


Figura 34: Pantalla para visualizar imágenes.

A fin de mostrar un determinado grupo de imágenes en la pantalla del Arduino primero se almacena sus nombres de manera estática en un arreglo de caracteres. Con una variable que indica la posición actual de la imagen que se visualiza en la pantalla, se puede recorrer este arreglo y mostrar cada una de ellas. Cuando se llega a la última imagen se muestra nuevamente desde la primera. Mediante el método loadBitmap() se pueden mostrar imágenes almacenadas en la tarjeta SD que es colocada en el Shield de la pantalla de la tarjeta Arduino. El código implementado para este proceso lo podemos apreciar en la figura 35.

```
364    //IMAGES
365    int picsize_x = myGLCD.getDisplayXSize();
366    int picsize_y = myGLCD.getDisplayYSize();
367    char* files320[] = {"logo.RAW", "1.RAW", "2.RAW", "3.RAW", "4.RAW", "5.R
368    int sizeImages = (sizeof(files320) / sizeof(*files320));
369    if (myTouch.dataAvailable()) {
370      myTouch.read();
371      x = myTouch.getX();
372      y = myTouch.getY();
373
374      //myGLCD.drawRect(10, 220, 60, 180);
375      if ((x >= 10) && (x <= 60) && (y >= 180) && (y <= 220)) {
376        //Previous image
377        waitForIt(10, 220, 60, 180);
378        if (picPos > 0) {
379          picPos = picPos - 1;
380        } else {
381          picPos = sizeImages - 1;
382        }
383        Serial.println(picPos);
384        myFiles.loadBitmap(0, 0, picsize_x, picsize_y, files320[picPos]);
385
386      }
```

Figura 35: Código para poder mostrar imágenes en la pantalla.

Capítulo 3. Diseño de Micromundos

3.1 Diseño del Mundo Chakana

El diseño del primer mundo se basa en la "chakana", esta figura la utilizamos para aprovechar que en cada punta del diseño se pueda crear zonas de transportación hacia otros mundos.

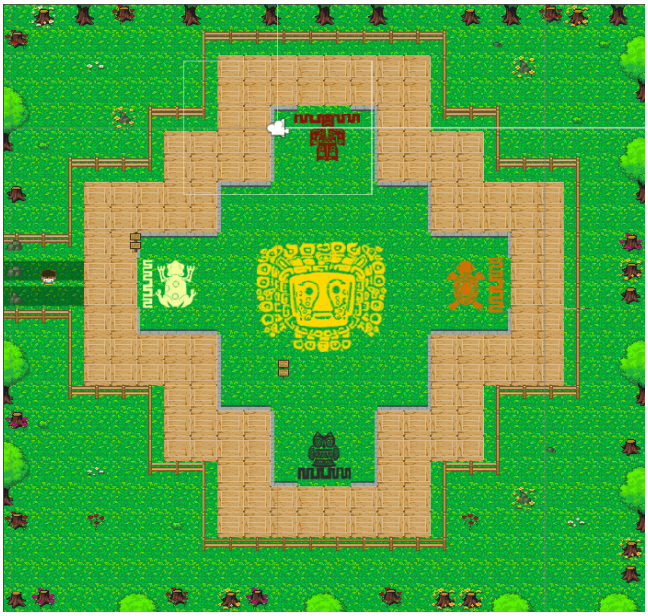


Figura 36: Diseño de mapa "Mundo Chakana".

Como se puede apreciar en la figura 36, se colocó la Chakana como marco de las figuras centrales, las cuales representan animales sagrados como: la rana, el búho, la tortuga, el ser humano, y en su centro tenemos la imagen del dios Sol Inti Raymi. En las tres figuras de los animales sagrados el personaje del juego será capaz de transportarse a otros mundos para conocer más de la cultura. Este mapa tiene algunos letreros de ayuda, que están dispersos para que el personaje los pueda ir activando y leyendo, además se le mostrará un diálogo con información relevante a mapa que esté jugando sobre la cultura Cañari. El usuario también en cualquier momento del juego podrá regresar a este mundo principal desde los otros mundos.

Este es el mundo más importante del juego, esto se debe a que en esta “escena”, como se le conoce en Unity, están todos los objetos que hacen que el juego funcione. Es decir, aquí se encuentra el personaje, la cámara, el administrador de diálogo, el administrador de misiones, y el administrador de música, etc. Cada uno de estos objetos tiene su propio archivo ***script*** que hace que se comporte según la lógica de programación. Cada objeto puede tener más de un ***script*** asignado que sirve cada uno para un propósito diferente.

En la figura 37 podemos ver el objeto personaje el cual se compone de 9 ***scripts*** o componentes que hacen que el personaje del juego se comporte según las leyes de la física y con su respectiva animación, además de proveer otros requerimientos necesarios.

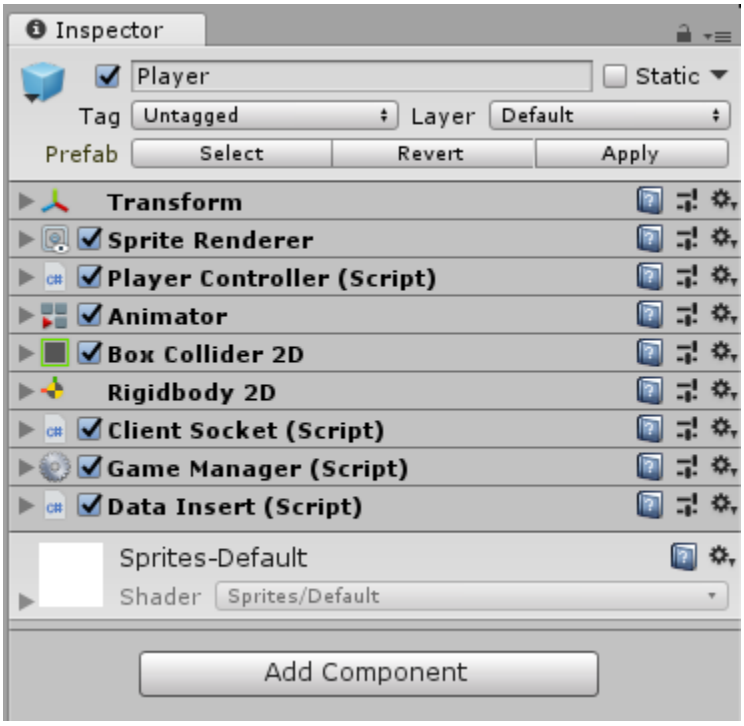


Figura 37: Objeto personaje (Player) en Unity.

A continuación, se detallan dos de los componentes más importantes:

- El componente “Animator” es el encargado de realizar la animación respectiva según la dirección de movimiento del personaje,

- El componente “Player Controller” es un script desarrollado específicamente para desplazar al personaje en el mapa.

Por otra parte, es importante indicar que cada uno de estos ***scripts*** son programados en el lenguaje C# y pueden tener variables privadas o públicas en las cuales las públicas pueden ser accedidas de ***scripts*** externos.

3.2 Diseño del Mundo “Casa Cañari”

El diseño de este mundo se basa en la arquitectura y entorno de una típica casa Cañari, la cual está construida con pared de adobe y techo de paja. También se muestra en la figura 38 una siembra de maíz en la parte trasera donde, tenemos a unas gallinas y hacia la derecha de la casa una llama o alpaca. Por los bordes del mapa podemos observar árboles plantados, ya que los Cañaris utilizaban estos para tener una protección extra de los fuertes vientos. En este mapa también se colocaron algunos letreros donde el personaje del juego podrá acercarse y leer para saber más sobre el mismo.

Figura 38: Mundo Casa Cañari.

Además, podemos observar la parte interior de la casa. El personaje del juego podrá entrar a la casa ubicándose en frente de la puerta y presionando una tecla de acción dentro del juego (barra espaciadora).

Como podemos ver en la figura 39, tenemos el interior de la casa Cañari. Aquí podemos encontrarnos con las tres comidas típicas más importantes de su cultura: la chicha de jora, el cuy con papas, y el ají de zambo. Además, para agregar elementos propios de la cocina Cañari se ubicó dos ollas de barro que se usaba para la cocción y almacenamiento de comida.

Figura 39: Parte interior de la casa Cañari.

El interior de la casa fue basado en la casa real Cañari que existe en el Museo Pumapungo de la ciudad Cuenca - Ecuador. En la figura 40 podemos apreciar la foto tomada en el Museo Pumapungo.

Figura 40: Interior de casa Cañari Museo Pumapungo de Cuenca.

El personaje del juego podrá acercarse a un letrero ubicado en el lado derecho colgado en la pared y aprender más sobre las comidas típicas. También puede acercarse a cada uno de los platillos y se le dará una breve explicación de cada uno.

El procedimiento de la misión lo podemos encontrar explicado en la siguiente figura 41, en donde la misión inicia desde que el usuario entra a la vivienda.

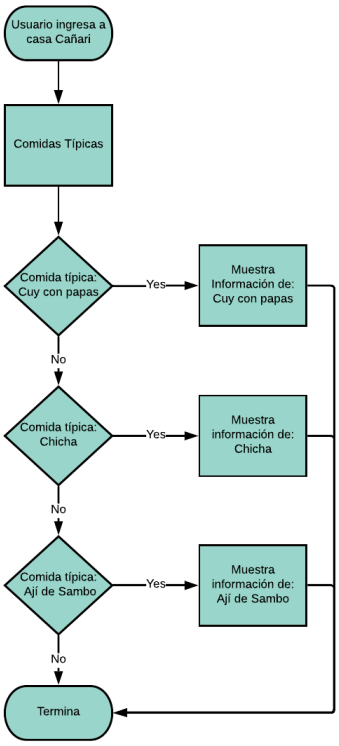


Figura 41: Misión Casa Cañari.

3.3 Diseño del Mundo Chakra Cañari

En el mundo Chakra de la figura 42, podemos apreciar como los Cañaris sembraban sus plantas para su consumo. Este mapa fue diseñado de acuerdo con el modelo de siembra que posee el museo Pumapungo en la ciudad de Cuenca. Aquí se colocó algunas de las principales plantas que usaban los Cañaris: el maíz, el zapallo, la papa, y la zanahoria.

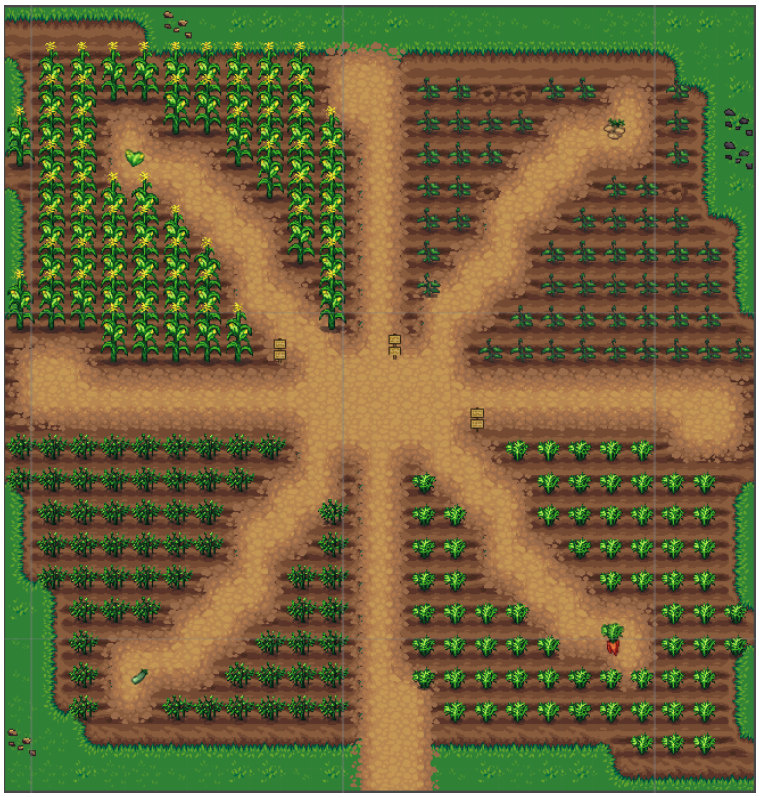


Figura 42: Mundo Chakra Cañari.

En la figura 43 podemos ver una foto de la distribución de plantas en el Museo Pumapungo de Cuenca.

Figura 43: Siembra en Museo Pumapungo

En este mapa, el personaje que controla el niño podrá realizar una acción donde deberá cosechar una semilla de cada una de las plantas de la siembra y llevarlas al centro para poder activar un diálogo escondido sobre información relevante a cómo era la siembra con los Cañaris.

En la figura 44 podemos ver el procedimiento de la misión que comienza cuando el usuario ingresa al "Mundo Chakra Cañari", y termina cuando el usuario coloca todas las semillas en el centro como antes explicado.

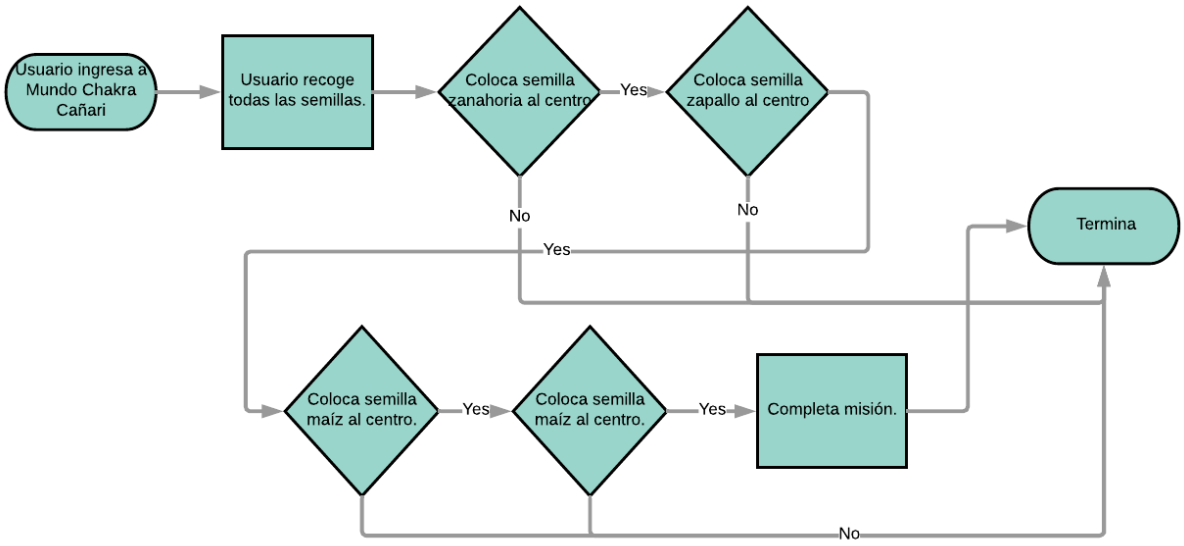


Figura 44: Misión Chakra Cañari.

3.4 Diseño del Mundo Templo Cañari

En el último mundo tenemos el diseño de un templo Cañari que se usaba para adorar a los astros, en este colocamos el calendario de piedra que usaban para el estudio de las estaciones. En este mapa el personaje tendrá acceso a información sobre el calendario, creencias mitológicas y su significado mediante letreros. El diseño del mundo lo podemos apreciar en la figura 45.

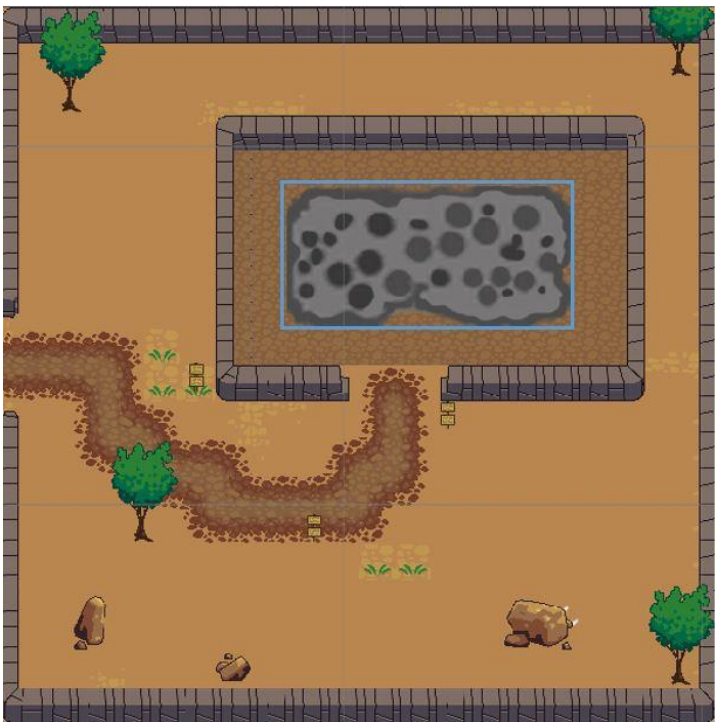


Figura 45: Mundo Templo Cañari.

Además, el personaje deberá buscar una luna que se encuentra escondida, esta luna deberá ser colocada en uno de los agujeros del calendario que se muestra señalado por el recuadro azul de la figura 45, para poder activar un cuadro de dialogo que le dará al usuario información al respecto.

En la figura 46 se muestra el procedimiento a seguir para poder completar la misión de este mapa.

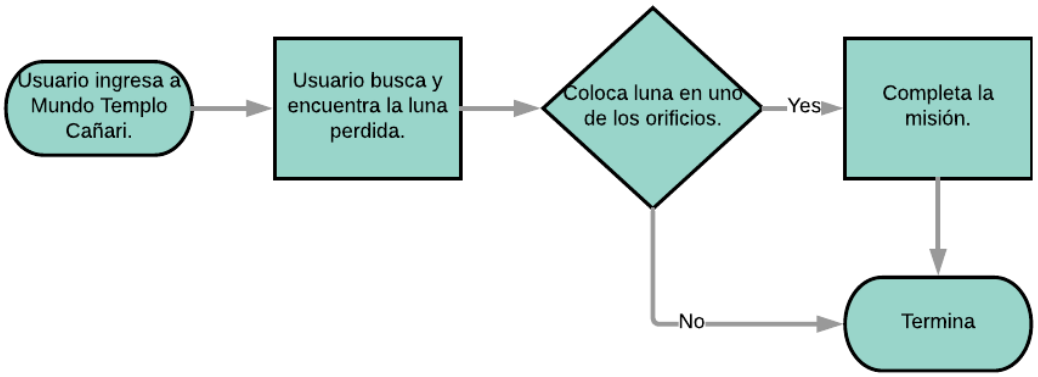


Figura 46: Misión Templo Cañari.

Capítulo 4. Implementación de modulo web y control remoto

Como antes mencionamos, el módulo web de control remoto y vigilancia se lo realiza mediante Unity. Es importante tener una cámara IP configurada para poder transmitir en vivo las acciones que se están controlando del robot. Los usuarios que inician sesión en la aplicación pueden intentar controlar el robot, pero si este está siendo controlado por otro usuario deberá esperar. Un usuario que logre conectarse con el robot puede controlarlo por 5 minutos por defecto o el tiempo que esté configurado en la base de datos. El usuario administrador puede controlar el robot sin necesidad de esperar.

4.1. Configuración Base de Datos

La base de datos se desarrolló empleando el gestor MySQL (utilizando la última versión estable). El diseño de tablas de la base de datos son los que se presentan en la figura 47. Con ello, podemos controlar el robot desde la web y además de almacenar el historial de acciones y usuarios.

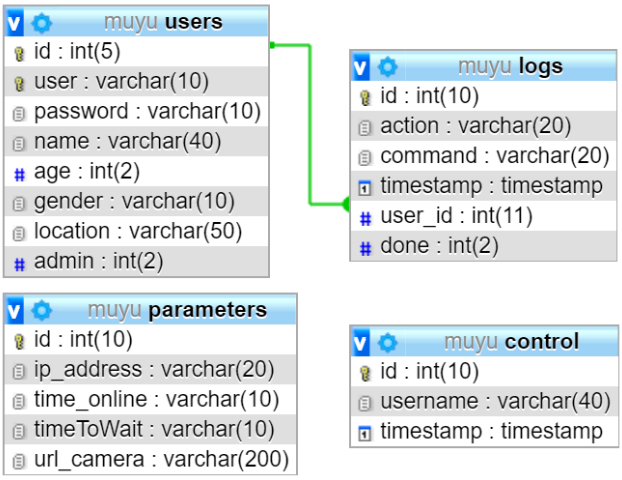


Figura 47: Diagrama de modulo control web BD.

En el diagrama se pueden observar 4 tablas, la tabla de “users” es utilizada para almacenar datos del usuario, como es el nombre de usuario y contraseña, la edad, género, ubicación, etc. La

tabla “logs” se emplea para almacenar las acciones que realizó cada usuario con su respectiva marca de tiempo. En esta tabla se tiene un atributo con nombre “done” en donde sí se guarda un valor de 0 se indica que todavía no se ejecutó la acción en el robot, y un valor de 1 se empleara para especificar lo contrario. La tabla “parameters” se utiliza para establecer la configuración del robot, como es la dirección IP, tiempo que el usuario puede conectarse, y también la dirección de la cámara IP. Al momento de iniciar sesión, ya sea en el juego “Mundo Cañari” o en la plataforma web para el control remoto, se realiza una consulta a esta tabla para ver los parámetros iniciales de configuración.

```
1   using System.Collections;
2   using System.Collections.Generic;
3   using UnityEngine;
4   using UnityEngine.UI;
5
6   public class Login : MonoBehaviour
7   {
8
9       public string inputUsername;
10      public string inputPassword;
11      string loginURL = "http://localhost/muyu/login.php";
12      string queryParameters = "http://localhost/muyu/queryParameters.php";
13      public Text message;
14
15      private GameManager theGameManager;
16
17
18      // Use this for initialization
19      void Start()
20      {
21          theGameManager = FindObjectOfType<GameManager>();
22      }
```

Figura 48: Script de Login en Unity.

En la figura 48 podemos notar que en las líneas 11 y 12 tenemos dos variables que apuntan cada una a una dirección URL que es un archivo PHP en él servidor. Estos archivos almacenados en el servidor sirven para realizar consultas en la base de datos y devolver datos importantes como, por ejemplo: si se ingresó un nombre de usuario y contraseña correcto y los parámetros iniciales para que funcione el juego o el control web.

El método encargado de obtener los parámetros almacenados en la base de datos se indica en la figura 49. Como se puede apreciar, la variable que almacena la URL del archivo “queryParameters.php”, se puede hacer una consulta y posterior almacenar el resultado en variables globales de “PlayerPrefs” que nos servirán para luego poderlas utilizar cuando sea necesario.

```
82    public IEnumerator GetParameters()
83    {
84        WWWForm form1 = new WWWForm();
85
86        WWW result1 = new WWW(queryParameters, form1);
87
88        yield return result1;
89
90        string text = result1.text;
91        PlayerPrefs.SetString("IP", GetDataValue(text, "ip_address:"));
92        PlayerPrefs.SetInt("time_online", int.Parse(GetDataValue(text, "time_online:")));
93
94    }
```

Figura 49: Método GetParameters() del script Login.

Finalmente, la tabla “control” se utiliza para que solo un usuario pueda acceder a la vez a controlar el robot. Esta tabla también sirve para almacenar el usuario y su marca de tiempo que indica a qué hora se conectó. La tabla de “users” y “logs” tienen una relación entre sí de 1 a varios, que nos indica que 1 usuario puede realizar muchas acciones al momento de controlar el robot. Cada acción que envié el usuario hacia el robot es registrada en la tabla de “logs”. El robot cuando esté conectado a Internet y en modo de juego o “Game Mode” realiza consultas constantemente hacia esta tabla, a fin de ejecutar la última acción que el usuario almacenó en la base de datos.

4.2 Diagramas de Caso de uso

Para el módulo de control web es necesario contar con un sistema de roles, para ello se propuso el rol de administrador y el rol de usuario.

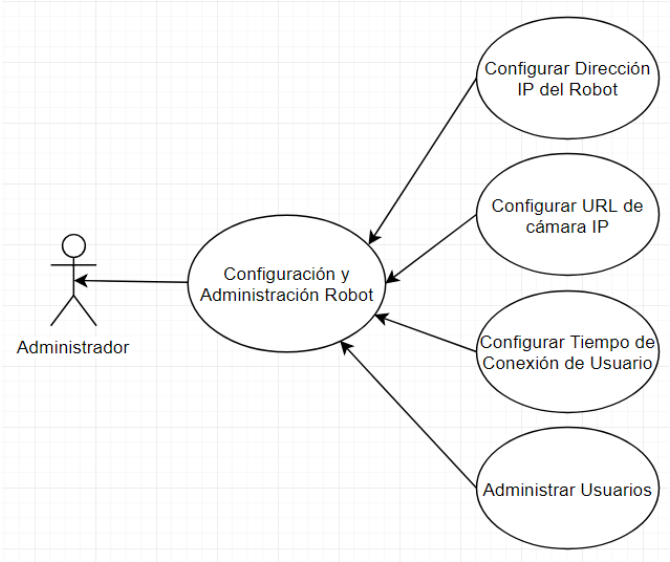


Figura 50: Diagrama Caso de Uso de Administrador.

En la figura 50 podemos ver el diagrama de casos de uso del rol administrador. El administrador podrá realizar las configuraciones del robot como el tiempo permitido por cada usuario para controlar el robot, administrar el resto de los usuarios, configurar la dirección IP del robot, y también la dirección URL de la cámara IP.

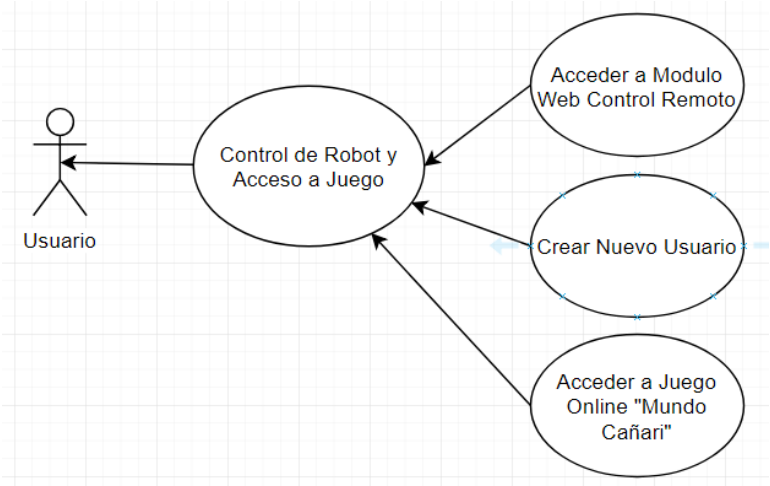


Figura 51: Diagrama Caso de Uso de Usuario.

Como se puede observar en la figura 51 tenemos el rol de usuario. El usuario podrá acceder a controlar el robot mediante el módulo web de control remoto por el tiempo configurado por el administrador. También puede crear una nueva cuenta de usuario si fuera necesario para poder

iniciar sesión a la plataforma. Finalmente, el usuario también podrá acceder al juego online "Mundo Cañari" en donde encontrará los diferentes micromundos para poder jugar y aprender.

4.3 Interfaz Gráfica

La interfaz gráfica del módulo de control remoto se desarrolló en Unity. En este caso existen 5 diferentes "escenas" dentro de Unity. La primera escena que se puede ver en la figura 52 es para poder acceder a la plataforma.

Figura 52: Escena "Login" para acceder a plataforma.

En esta escena el usuario puede escribir sus credenciales e iniciar sesión o en el caso de que no tenga puede crear un nuevo usuario con contraseña.

Cuando se presiona en el botón de "Login" utilizando los archivos PHP que se encuentran alojados en el servidor, realiza una consulta para ver si el usuario existe, y en el caso de que exista revisa si la contraseña es correcta o incorrecta, donde después permite o no acceder a la plataforma. Esta lógica la podemos ver en la figura 53 en donde se muestra una parte del archivo "login.php".

```php
$sql = "SELECT id, password, admin FROM users WHERE user = '".$user_username."'";
$result = mysqli_query($conn, $sql);

//Get result and confirm login
if(mysqli_num_rows($result) > 0){
    //show data for each row
    while($row = mysqli_fetch_assoc($result)){
        if($row['password']==$user_password){
            echo $row['id'].":";
            echo "login success:";
            echo $row['admin'];
        }else{
            echo "password incorrect:0";
        }
    }
}else{
    echo "user not found:0";
}
```

Figura 53: Archivo "login.php" para iniciar sesión.

Según el resultado de la consulta que devuelve el archivo PHP, el usuario podrá acceder a la plataforma o se le indicará cual fue el error, ya sea porque el usuario no existe o la contraseña es incorrecta.

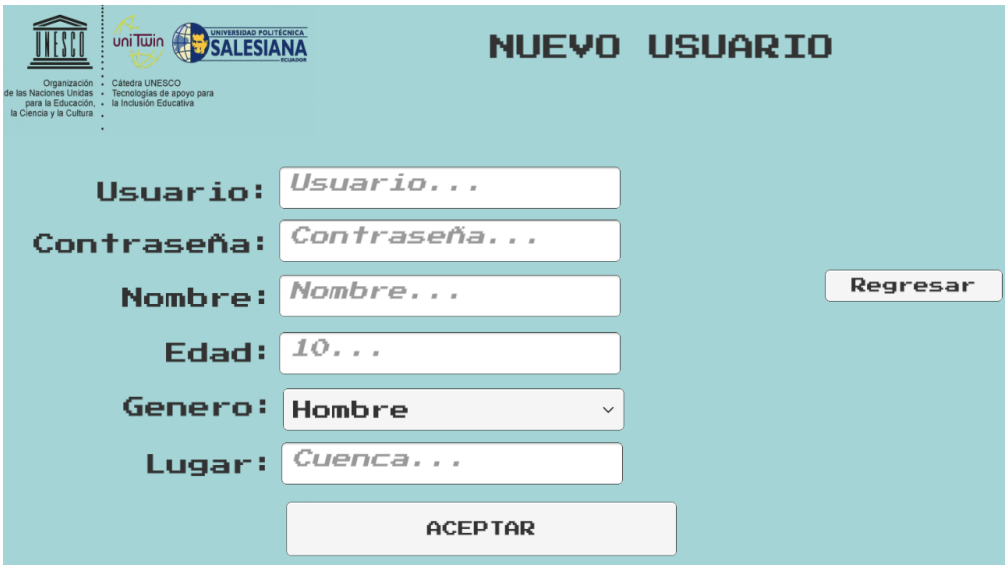


Figura 54: Escena "Nuevo Usuario" para crear usuario.

En la figura 54 podemos ver la escena para crear un nuevo usuario. Aquí es donde el usuario ingresa sus datos para poder acceder a la plataforma. Al finalizar se mostrará un mensaje indicando que logró crear usuario y luego podrá regresar a la escena de "Login" para iniciar sesión. De la misma manera que la mencionada anteriormente, para la creación del usuario se utiliza un archivo

PHP alojado en el servidor web en donde se envían los datos del nuevo usuario. Una vez creado este usuario podrá acceder a la plataforma ingresando sus credenciales.

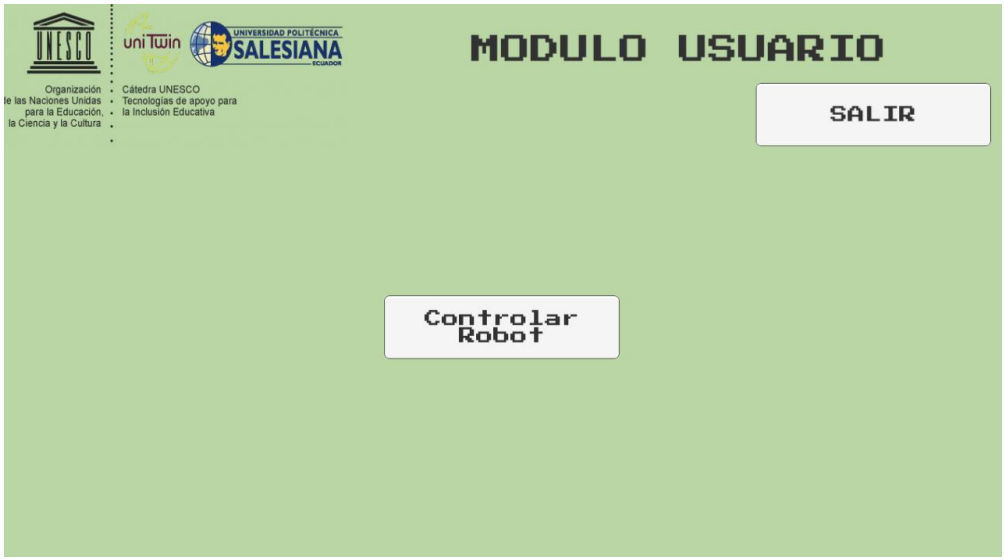


Figura 55: Escena de "Usuario" para controlar robot.

Cuando el usuario logra acceder a la plataforma se encuentra con la escena de la figura 55. En esta escena donde el usuario puede acceder a controlar el robot. Si está disponible se podrá hacer clic en el botón de controlar robot y se le mostrará la escena de la figura 53 en donde lo puede controlar y ver sus reacciones mediante la cámara IP. Por el contrario, si está ocupado por otro usuario saldrá un mensaje de esta situación y que se debe intentar acceder más tarde.

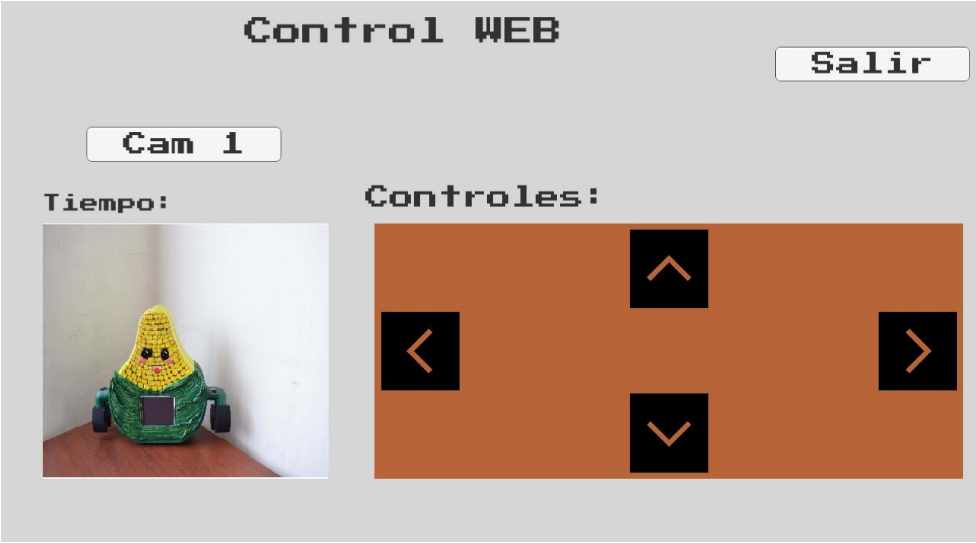


Figura 56: Escena "Control Robot" donde el usuario controla el robot.

En la escena donde el usuario puede controlar el robot de la figura 56, el usuario tiene la opción de enviar los comandos de movimiento hacia el robot. Existen 4 comandos básicos de movimiento como es de mover hacia adelante, mover atrás, girar derecha, y girar izquierda. Cada botón de acción que el usuario presione se agrega una nueva fila a la tabla “logs” (mencionada anteriormente) por medio de un archivo PHP alojado en el servidor web. En la figura 57 podemos ver los parámetros que se envían para la nueva fila en la tabla. El usuario que esté controlando el robot tiene el tiempo configurado previamente en la base de datos. Pasado este tiempo, la aplicación automáticamente se cerrará y mostrará la escena de “Login” para que ingrese nuevamente a la plataforma.

```
82    public IEnumerator NewLog(string action, string command, string time, int user_id, int done)
83    {
84        WWWForm form = new WWWForm();
85        form.AddField("actionPost", action);
86        form.AddField("commandPost", command);
87        form.AddField("timePost", time);
88        form.AddField("user_idPost", user_id);
89        form.AddField("donePost", done);
90
91
92        WWW result = new WWW(insertLog, form);
93
94        yield return result;
95
96    }
```

Figura 57: Método de insertar nueva fila en tabla Log.

Finalmente, existe una escena para el caso de que un usuario administrador inicie sesión en la plataforma, como se puede ver en la figura 58. En esta escena el administrador podrá entrar directamente a controlar el robot sin necesidad de esperar. Aquí es donde el usuario podrá ver la cámara IP y los comandos que está realizando el usuario. El usuario administrador también podrá enviar comandos hacia el robot.

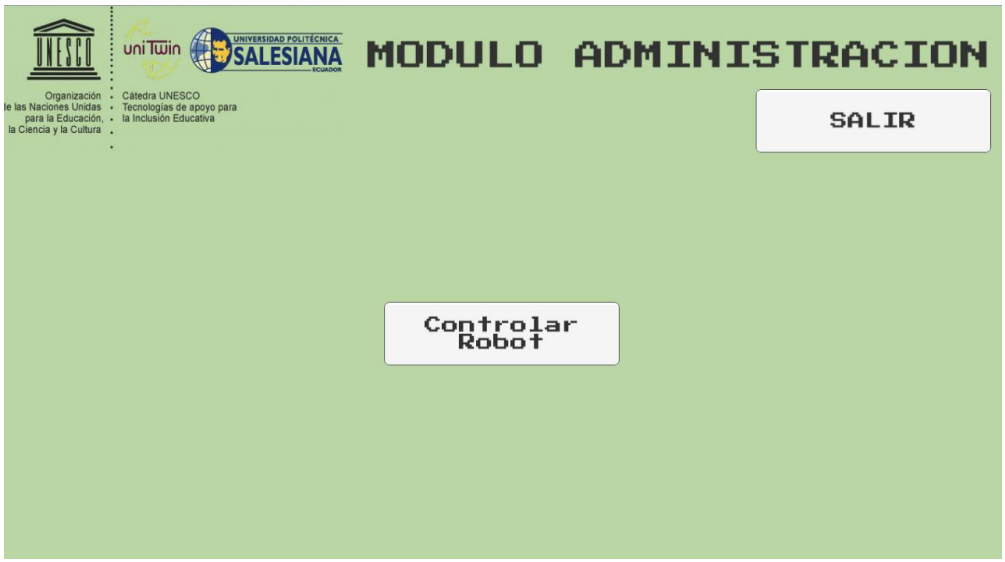


Figura 58: Escena de "Administrador" para controlar el robot.

Para más detalles y modo de funcionamiento del robot y de la plataforma lo podemos apreciar mejor en los Anexos del manual técnico y manual del usuario.

Capítulo 5. Experimentación y resultados

5.1 Características de la población de estudio

La ciudad de Cuenca, capital de la Provincia del Azuay, es la tercera ciudad más grande del Ecuador. Fundada en 1557 por el español Gil Ramírez Dávalos con su nombre oficial de "Santa Ana de los Cuatro Ríos de Cuenca". Esta cuidad cuenta con una población aproximada de 505,585 habitantes («Cuenca (Ecuador)», 2018). En la ciudad de Cuenca existen una gran variedad de escuelas que brindan educación desde la primaria hasta la universidad. Existen tanto instituciones privadas como públicas en las cuales el sector privado está controlado en mayor parte por grupos pertenecientes a la Iglesia Católica.

Actualmente se tiene aproximadamente 530 instituciones educativas públicas y privadas alrededor de Cuenca. En la Unidad Educativa Técnico Salesiano Campus "Carlos Crespi" existen 1479 estudiantes registrados para el año escolar 2017-2018 («AMIE (Estadísticas educativas a partir de 2009-2010) – Ministerio de Educación», 2018).

Para el año 2015 existieron 976 instituciones educativas en la provincia del Azuay («Estadísticas AMIE – Ministerio de Educación», 2010). En el periodo 2017-2018 se cuenta con 79 instituciones en el cantón Gualaceo («Rendición de Cuentas Coordinación Zonal 6 – Ministerio de Educación», 2018).

5.2 Elaboración del instrumento de evaluación

El instrumento de validación que se utilizó es una encuesta, la misma que consiste en 13 preguntas. Esta encuesta se aplicó a 63 niños de las edades de 7 a 12 años de la Escuela de Educación Básica "Mercedes Vázquez Correa" en Gualaceo, dicha ubicación se eligió por conveniencia ya que el autor de la tesis reside en dicho lugar. En Gualaceo se realizó una prueba

inicial o simulacro donde se analizó el equipo técnico que se requiere, la metodología de enseñanza para explicar a los niños el proyecto, el mecanismo del juego, y las dificultades que se podrían presentar al manipular el robot. Luego de la presentación del juego y la manipulación del robot se procede a realizar la encuesta donde se analiza si existe suficiente variabilidad de los datos obtenidos. Este simulacro dio como resultado que no hubo suficiente variabilidad de los datos por la cual no se validó la encuesta y se tuvo dificultades al momento de realizar la presentación del robot. La metodología para la explicación del juego y la interacción fue de manera directa con los alumnos de la institución sin la intervención del docente, no hubo la manipulación directa con el robot por parte de los niños debido al tiempo disponible ya que se encontraban en horario de clases.

Por ello, después de considerar estos inconvenientes se preparó un segundo experimento para medir la percepción que tienen los niños y niñas respecto al robot y a la aplicación lúdica. Este proceso se llevó a cabo en la Unidad Educativa Técnico Salesiano Campus "Carlos Crespi", con 41 niños y niñas de edades entre 7 a 8 años.

Este proceso consistió en un estudio descriptivo para determinar la percepción de niños entre 7 a 8 años respecto a un asistente robótico para mejorar el rescate y potenciación de valores culturales de la cultura Cañari. El análisis estadístico principalmente fue de tipo descriptivo: medidas de tendencia central y dispersión. Es decir, se centró en el análisis demográfico situacional de los niños encuestados, y también la determinación de variables categóricas como la percepción de dicha muestra bajo estudio respecto del asistente robótico antes indicado. Para el análisis estadístico se utilizó el programa EPI DAT versión 3.1.

Mediante el test de Alfa de Cronbach que se realizó a las encuestas dio como resultado un coeficiente superior al 0.7 el cual nos indica que las encuestas están validadas. El coeficiente de "alfa de Cronbach es el promedio de las correlaciones entre los ítems que hacen parte de un

instrumento" (Oviedo & Campo-Arias, 2005). Es decir, es considerado "como una medida de coherencia o consistencia interna porque estima la confiabilidad". El alfa de Cronbach trabaja con variables de intervalos o de razón. La confiabilidad se calcula y evalúa para todo el instrumento de medición utilizado, o bien, si se administran varios instrumentos, se determina para cada uno de ellos. Asimismo, es común que el instrumento contenga varias escalas para diferentes variables o dimensiones, entonces la fiabilidad se establece para cada escala y para el total de escalas (si se pueden sumar, si son aditivas).

Existen diversos procedimientos para calcular la confiabilidad de un instrumento conformado por una o varias escalas que miden las variables de la investigación; cuyos ítems, variables de la matriz o indicadores pueden sumarse, promediarse o correlacionarse.

Todos utilizan fórmulas que producen coeficientes de fiabilidad que pueden oscilar entre cero y uno, donde recordemos que un coeficiente de cero significa nula confiabilidad y uno representa un máximo de fiabilidad. Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la medición.

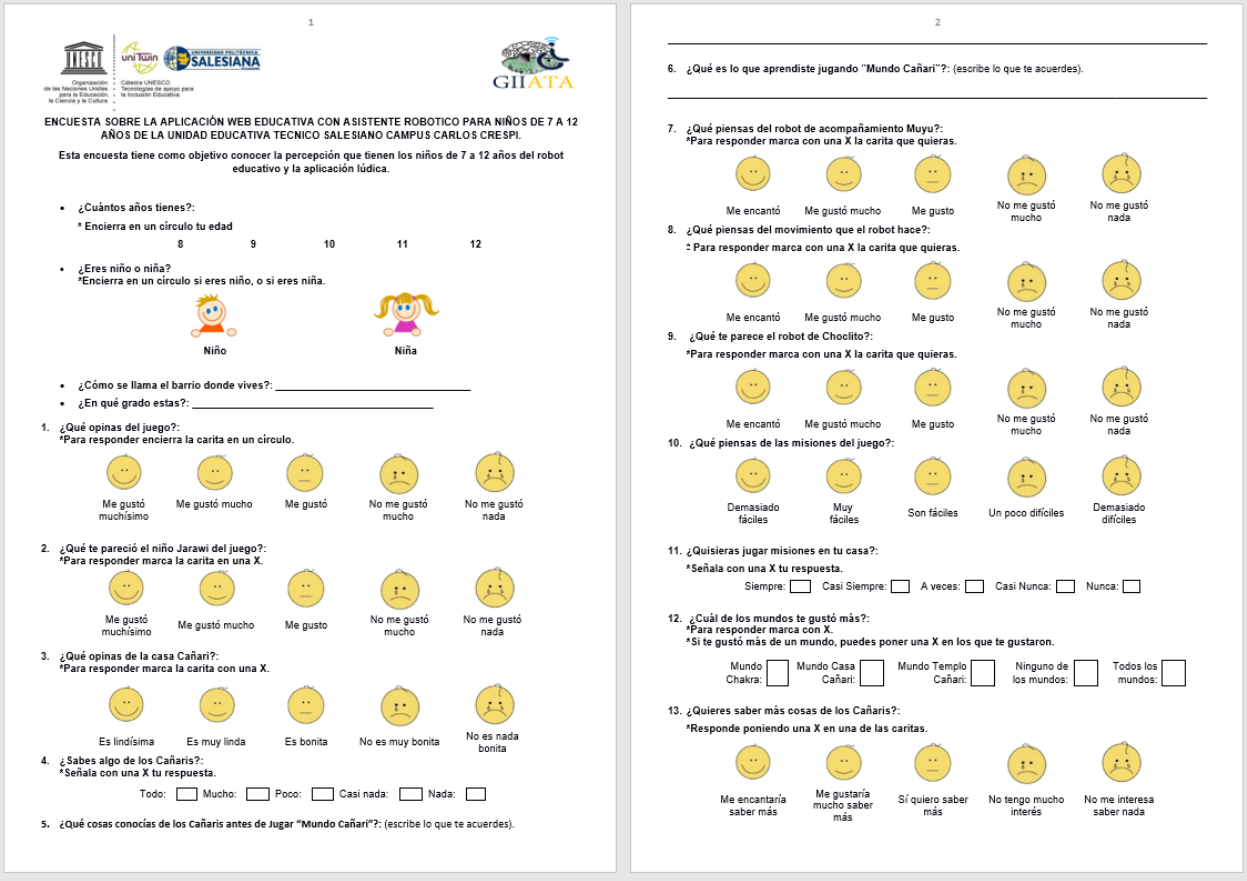
Los coeficientes expresan la intercorrelación (consistencia) entre los distintos ítems, indicadores o componentes de la prueba" (Sampieri, Fernández, Baptista; 2014: 295-297).

Se debe entender que "el valor del coeficiente α debe ser alto para determinar la consistencia interna. No existe un valor mínimo definido para este coeficiente, sin embargo, la literatura (18, 29, 30) denota un valor mínimo aceptable de 0,70, en el intervalo entre 0 y 1, lo cual, valores debajo de 0 caracterizan una baja consistencia interna de la escala utilizada. Regularmente los valores preferenciales de alfa se sitúan entre 0,80 y 0,90 (19,25). El valor máximo esperado es de 0,90 y, por encima de este valor se considera que existe redundancia o duplicación, porque

califica ítems con el mismo constructo de elemento, y deben ser eliminados” (Cascaes da Silva et al., 2015).

Autores como “Huh, Delorme & Reid” (2006) consideran que el valor de fiabilidad en investigación exploratoria debe ser igual o mayor a 0.6. Por su parte “Kaplan & Saccuzzo (1982, p. 106) sostienen que el valor de fiabilidad para la investigación básica entre 0.7 y 0.8; en investigación aplicada sobre 0.95” (Frias-Navarro, 2011).

A continuación, en la figura 59 se puede apreciar el diseño de la encuesta.



1

ENCUESTA SOBRE LA APLICACIÓN WEB EDUCATIVA CON ASISTENTE ROBOTICO PARA NIÑOS DE 7 A 12 AÑOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA TECNICO SALESIANO CAMPUS CARLOS CRESPI.

Esta encuesta tiene como objetivo conocer la percepción que tienen los niños de 7 a 12 años del robot educativo y la aplicación lúdica.

- ¿Cuántos años tienes?:
  * Encierra en un círculo tu edad
  8 9 10 11 12
- ¿Eres niño o niña?
  *Encierra en un círculo si eres niño, o si eres niña.
  Niño Niña
- ¿Cómo se llama el barrio donde vives?: _____
- ¿En qué grado estas?: _____

1. ¿Qué opinas del juego?:
   *Para responder encierra la carita en un círculo.
   Me gustó muchísimo | Me gustó mucho | Me gustó | No me gustó mucho | No me gustó nada
2. ¿Qué te pareció el niño Jarawi del juego?:
   *Para responder marca la carita en una X.
   Me gustó muchísimo | Me gustó mucho | Me gusto | No me gustó mucho | No me gustó nada
3. ¿Qué opinas de la casa Cañari?:
   *Para responder marca la carita con una X.
   Es lindísima | Es muy linda | Es bonita | No es muy bonita | No es nada bonita
4. ¿Sabes algo de los Cañaris?:
   *Señala con una X tu respuesta.
   Todo: ☐ Mucho: ☐ Poco: ☐ Casi nada: ☐ Nada: ☐
5. ¿Qué cosas conocías de los Cañaris antes de Jugar “Mundo Cañari”?: (escribe lo que te acuerdes).

2

6. ¿Qué es lo que aprendiste jugando ”Mundo Cañari”?: (escribe lo que te acuerdes).
7. ¿Qué piensas del robot de acompañamiento Muyu?:
   *Para responder marca con una X la carita que quieras.
   Me encantó | Me gustó mucho | Me gusto | No me gustó mucho | No me gustó nada
8. ¿Qué piensas del movimiento que el robot hace?:
   *Para responder marca con una X la carita que quieras.
   Me encantó | Me gustó mucho | Me gusto | No me gustó mucho | No me gustó nada
9. ¿Qué te parece el robot de Choclito?:
   *Para responder marca con una X la carita que quieras.
   Me encantó | Me gustó mucho | Me gusto | No me gustó mucho | No me gustó nada
10. ¿Qué piensas de las misiones del juego?:
    Demasiado fáciles | Muy fáciles | Son fáciles | Un poco difíciles | Demasiado difíciles
11. ¿Quisieras jugar misiones en tu casa?:
    *Señala con una X tu respuesta.
    Siempre: ☐ Casi Siempre: ☐ A veces: ☐ Casi Nunca: ☐ Nunca: ☐
12. ¿Cuál de los mundos te gustó más?:
    *Para responder marca con X.
    *Si te gustó más de un mundo, puedes poner una X en los que te gustaron.
    Mundo Chakra: ☐ Mundo Casa Cañari: ☐ Mundo Templo Cañari: ☐ Ninguno de los mundos: ☐ Todos los mundos: ☐
13. ¿Quieres saber más cosas de los Cañaris?:
    *Responde poniendo una X en una de las caritas.
    Me encantaría saber más | Me gustaría mucho saber más | Sí quiero saber más | No tengo mucho interés | No me interesa saber nada

Figura 59: Encuesta aplicada en la Unidad Educativa Técnico Salesiano Campus “Carlos Crespi”.

Según las preguntas planteadas en la encuesta se busca conocer la percepción que los escolares poseen del diseño del robot educativo y los distintos micromundos, la experiencia que tienen con respecto a las diferentes misiones del juego según van avanzando y aprendiendo,

asimismo se necesita comprender si es más motivante el aprendizaje con un juego, el movimiento del robot en general, y si es que se la información compartida era conocida. Para tener una mejor impresión que poseen los niños y niñas de cada una de las interrogantes y para la adecuada validación del sondeo, cada interrogante ha sido propuesta en la escala de Likert.

5.2.1 Muestra

Se contó con una cantidad de 41 niños y niñas de la Unidad Educativa Técnico Salesiano Campus "Carlos Crespi", en donde 9 son de género femenino y 32 del género masculino, con edades que varían de los 7 a los 9 años, en su mayoría alumnos que cursan en 3er año de educación Básica.

Se toma en cuenta que la población a estudiar posee una disposición normal, el experimento posee una muestra de 41 niños, indicándonos que la localidad es la propicia para trabajar y confirmar la encuesta.

5.3 Análisis estadístico de los resultados obtenidos

Las encuestas fueron aplicadas de la siguiente forma: en la escuela de Gualaceo se presentó el juego y las funciones del robot a dos paralelos de básica 4to grado y 7mo grado y luego de esto se procedió a pasar las hojas de encuesta a cada estudiante para que respondan de acuerdo con sus impresiones sin la influencia del profesor o la nuestra. La escuela "Carlos Crespi" al igual que en la escuela "Mercedes Vázquez Correa" se procedió a mostrar el juego y sus funciones y también se dio las encuestas. Sin embargo, estas fueron respondidas dos días después para comprobar si el juego tuvo un impacto positivo a largo plazo. En este grupo de 41 estudiantes a continuación podemos ver los resultados obtenidos una vez analizadas y tabuladas todas las respuestas de la encuesta.

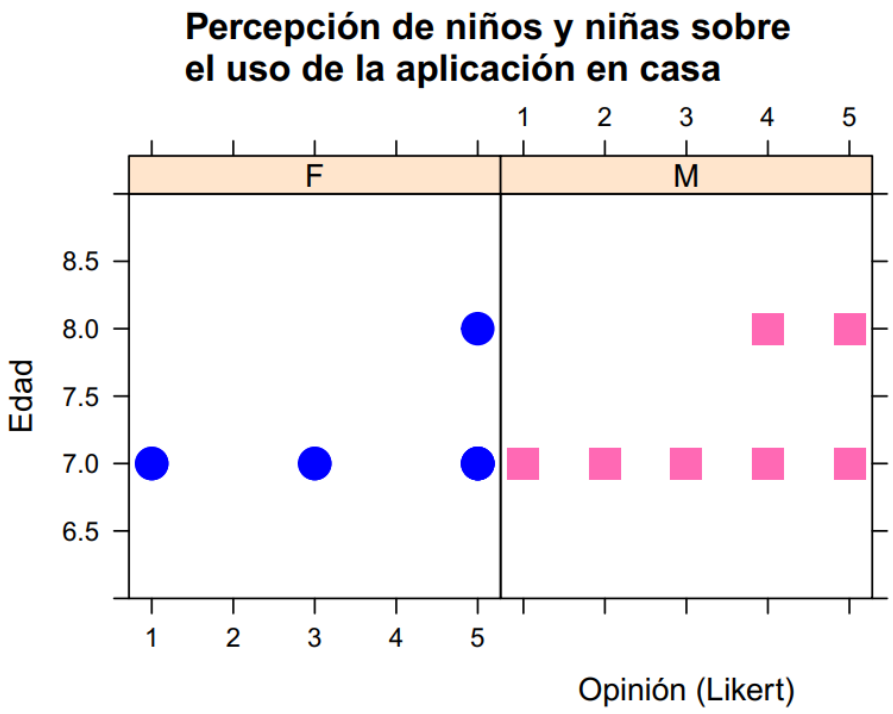


Figura 60: Percepción de niños y niñas entre los 7 a 8 años según género y edad, respecto al juego "Mundo Cañari" de usar en casa.

En la figura 60 se aprecia que niños y niñas entre 7 y 8 años predomina la opinión de "poder usar siempre y casi siempre" esta aplicación en la casa para aprender más sobre la Cultura Cañari. Podemos apreciar mediante este análisis que la aplicación tiene una percepción con cualificación positiva según lo refieren.

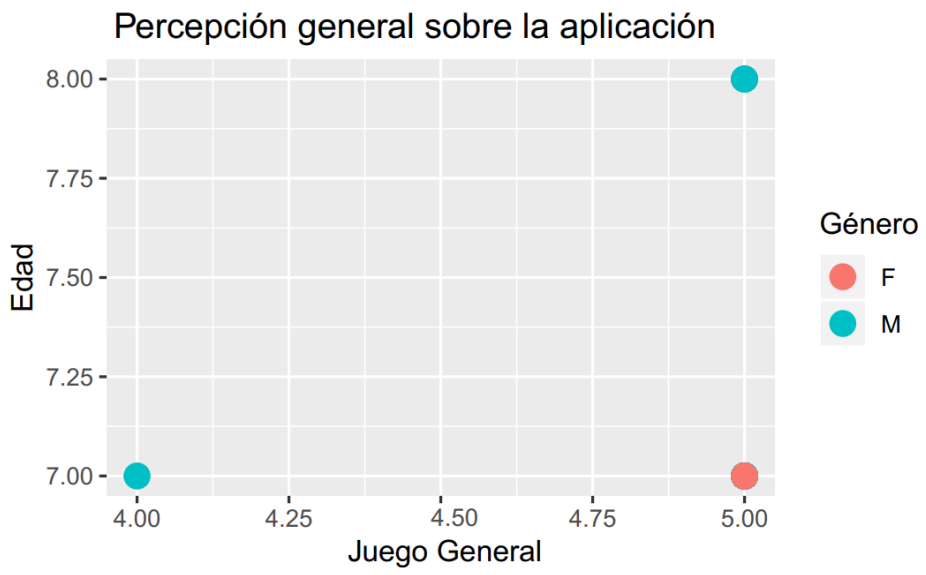


Figura 61: Percepción general sobre la aplicación.

En la figura 61 podemos apreciar la aceptación general que los niños y niñas tienen sobre la aplicación en general. Se puede observar que se tiene una percepción altamente positiva entre las edades de 7 a 8 años.

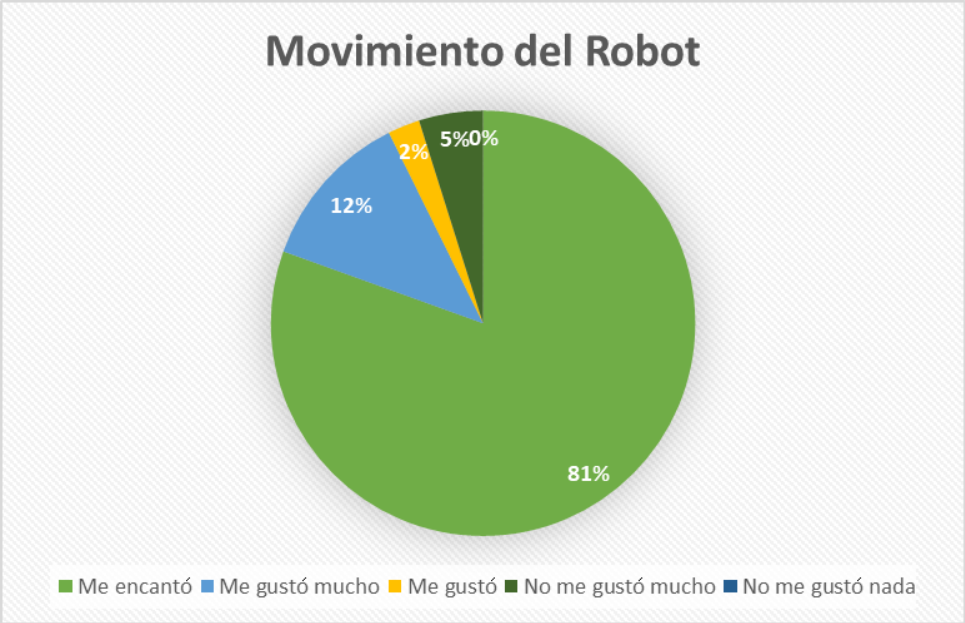


Figura 62: Percepción del movimiento del robot.

En la figura 62 nos muestra una aceptación altamente positiva con respecto al movimiento general que realiza el robot al momento de controlarlo desde la aplicación de control remoto.

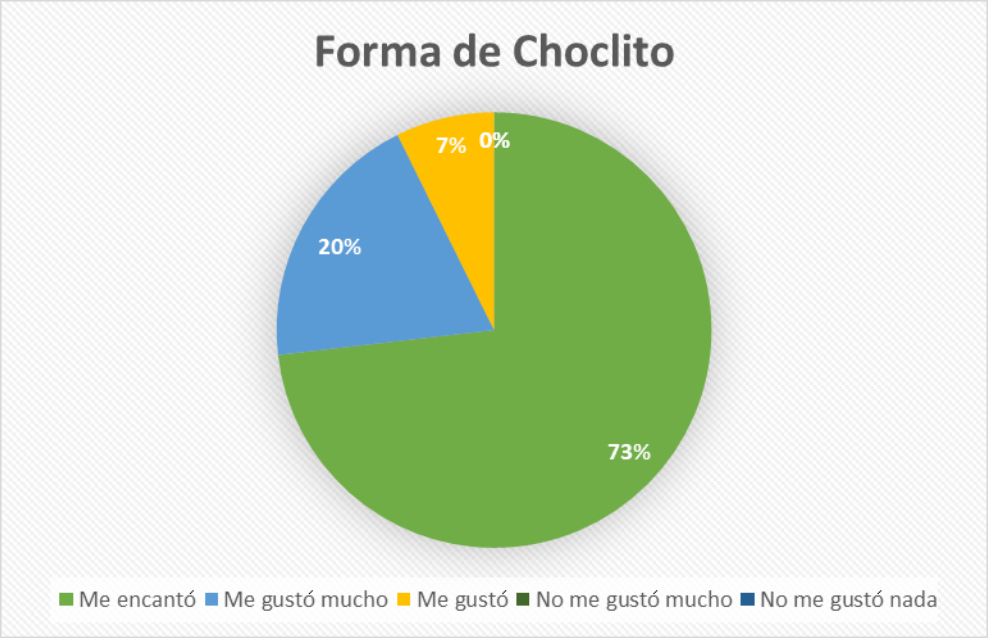


Figura 63: Percepción sobre la forma de Choclito el robot.

La figura 63 muestra la percepción de un 73% de niños que indican “me encantó” con respecto a la forma de tener un robot con apariencia de “Choclito”.

Con el análisis de los datos antes descritos podemos observar la gran aceptación de la aplicación web y el robot como su asistente para educar a niños sobre valores culturales y el impacto que este genera al momento de ser aplicado. Con los resultados obtenidos por sugerencias de los mismos niños y profesores también se pudo determinar que existe un espacio para mejorar tanto para la aplicación web como el robot educativo.

Conclusiones

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se pudo aprender varias herramientas para diseñar, desarrollar y programar un robot educativo.

El desarrollo de este proyecto puede servir, como una guía para futuros proyectos sobre las diferentes culturas Andinas que existen en el Ecuador. Con la creación de micromundos específicos para cada cultura se podrá visibilizar costumbres que se están perdiendo. Con múltiples micromundos, se podría lograr tener un catálogo de juegos, donde las personas pueden probar cada uno de ellos y aprender sobre la cultura que más les interese.

Por otro lado, en la programación del robot se vio la necesidad de diseñar el sistema de control por métodos que tengan parámetros de entrada y salida. Los parámetros de salida de un método, nos ayudan al momento de depurar el código cuando sea necesario, ya que nos permite saber con mayor precisión en donde puede estar fallando el sistema, y en este caso el más importante es el de la conexión de la tarjeta de Arduino hacia Internet porque el módulo WIFI ESP8266 funciona con valores exactos de voltaje y es muy propenso a interferencia.

El proceso de validación de la propuesta tanto para el asistente robótico como para la aplicación web, se realizó mediante la aplicación de encuestas. Es importarte indicar que estos causaron un gran interés en los escolares con edades entre los 7 y los 11 años, ya que interactuaban con el robot, realizaban preguntas sobre su funcionalidad y además el juego les resultó entretenido y fomentaba su curiosidad sobre la cultura Cañari, al ver los elementos gráficos y animaciones desarrollados en los juegos del micromundo.

También se pudo comprobar que el robot es una herramienta educativa que serviría para despertar el interés en la enseñanza, no solo de los pueblos andinos, si no en varias áreas del conocimiento. Es así como con estos resultados obtenidos podemos concluir que se cumplió con

el objetivo de este proyecto el cual fue contribuir al rescate de los valores de un pueblo andino, como es el caso del Cañari mediante un robot educativo y un micromundo lúdico interactivo.

Recomendaciones

- Investigar y hacer un recorrido de campo sobre los pueblos andinos en los que se vaya a enfocar el proyecto.
- Analizar los componentes necesarios para la construcción de un robot, así como también las mejores herramientas que sirvan para el desarrollo de un juego web.
- Es muy importante tomar en consideración al momento del diseño y construcción del robot evitar superficies y filos punzocortantes ya que los niños que estarán interactuando con el robot pueden lastimarse.
- Además, es también importante que la estructura física del robot sea robusta para que no se rompa con facilidad con alguna caída. También es importante que los componentes internos se ajusten bien con la estructura para evitar que se muevan y de esta manera no tener problemas a futuro y prolongar su vida útil.
- En la parte de la interfaz gráfica para el robot se debe simplificar y tratar de hacerla intuitiva para que los niños no se intimiden en usarla y así también evitar errores de funcionamiento.
- La ayuda de un diseñador gráfico o artista visual es fundamental en el lado de la interfaz gráfica tanto del juego como del robot, para que de este modo las mismas sean visualmente más atractivas para los niños.

Trabajo Futuro

Tomando en consideración los resultados obtenidos por medio de las encuestas aplicadas tanto a los niños de la Escuela “Mercedes Vázquez Correa” como a los de la Unidad Educativa Técnico Salesiano Campus “Carlos Crespi”, y las sugerencias recopiladas por parte de por sus docentes, podemos anotar lo siguiente:

- Las misiones del juego se deberán desarrollar con niveles de complejidad de acuerdo con las misiones cumplidas en el juego.
- Agregar más PNJ[13] a los micromundos, ya que estos hacen más atractivo al juego.
- Incorporar más movimientos al robot.
- Agregar diferentes recompensas por cada misión cumplida en el juego.
- Un menú para personalizar el personaje del juego.
- Agregar un módulo basado en inteligencia artificial para adaptar el juego a las preferencias de los niños.

[13] Personaje No Jugador

Referencias

AMIE (Estadísticas educativas a partir de 2009-2010) – Ministerio de Educación. (2018). Recuperado 17 de octubre de 2018, de https://educacion.gob.ec/amie/

Arduino - Introduction. (2018). Recuperado 29 de septiembre de 2018, de https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction

Arévalo, P. S. M. (2016). CORPORALIDAD, PRESENCIA ESCÉNICA Y COSMOVISIÓN ANDINA: EL PERSONAJE DEL RUCUYAYA., 145.

Autodesk Inventor. (2018). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Autodesk_Inventor&oldid=108590404

Cascaes da Silva, F., Gonçalves, E., Valdivia Arancibia, B. A., Bento, G. G., Silva Castro, T. L. da, Soleman Hernandez, S. S., & Silva, R. da. (2015). Estimadores de consistencia interna en las investigaciones en salud: el uso del coeficiente alfa. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, *32*(1), 129-138.

Conectar Arduino por WiFi con el módulo ESP8266 ESP01. (s. f.). Recuperado 4 de diciembre de 2018, de https://www.luisllamas.es/arduino-wifi-esp8266-esp01/

Cooper, M., Keating, D., Harwin, W., & Dautenhahn, K. (1999). Robots in the classroom - tools for accessible education. En *Assistive Technology on the Threshold of the New Millennium* (Vol. 6, pp. 448-452). Düsseldorf, Germany: IOS Press. Recuperado de http://www.academia.edu/2811939/Robots_in_the_classroom-tools_for_accessible_education

Cuenca (Ecuador). (2018). Recuperado 17 de octubre de 2018, de https://www.ecured.cu/Cuenca_(Ecuador)

Definición de Pachamama — Definicion.de. (s. f.). Recuperado 9 de octubre de 2018, de https://definicion.de/pachamama/

DFPlayer Mini SKU:DFR0299 - DFRobot Electronic Product Wiki and Tutorial: Arduino and Robot Wiki-DFRobot.com. (s. f.). Recuperado 4 de diciembre de 2018, de https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/DFPlayer_Mini_SKU:DFR0299

Django (framework). (2018). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Django_(framework)&oldid=109647471

Dykstra, L. D. (2009). Culturally Speaking: Culture, Communication, and Politeness Theory 2nd ed. edited by SPENCER–OATEY, HELEN. *The Modern Language Journal*, *93*(4), 646-648. https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.2009.00947.x

El Inti Raymi se involucra con su gente. (s. f.). Recuperado 17 de septiembre de 2018, de https://www.elcomercio.com/tendencias/intiraymi-gente-cultura-arqueologia-canaris.html

Frias-Navarro, D. (2011). Alfa de Cronbach y consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida. Recuperado 10 de diciembre de 2018, de https://www.uv.es/~friasnav/AlfaCronbach.pdf

Gans, H. J. (2007). Acculturation, assimilation and mobility. *Ethnic and Racial Studies*, *30*(1), 152-164. https://doi.org/10.1080/01419870601006637

Goodwin, D. (2000). Avruch, Kevin.Culture and Conflict Resolution.Washington, DC: United States Institute of Peace Press, 1998. *Journal of Conflict Studies*, *20*(1). Recuperado de https://journals.lib.unb.ca/index.php/JCS/article/view/4344

Historia del Santuario | Santuario Arqueológico de Pachacamac. (s. f.). Recuperado 9 de octubre de 2018, de http://pachacamac.cultura.pe/santuario-arqueologico/historia-del-santuario

Inti. (2018). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Inti&oldid=110571138

ITDB02 3.2" TFT LCD Display Module Shield For Arduino MEGA. (s. f.). Recuperado 4 de diciembre de 2018, de https://www.itead.cc/itdb02-3-2s-v1.html

Jardón, A., Giménez, A., Correal, R., Martínez, S., & Balaguer, C. (2008). ASIBOT: robot portátil de asistencia a discapacitados. Concepto, arquitectura de control y evaluación clínica. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, *5*(2), 48-59.

Johnson, J. (2003). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, *7*(1), 16-21. https://doi.org/10.1007/BF02480880

Mama Quilla, Diosa Inca de la luna - Dioses Incas - Mitologia.info. (2017, abril 25). Recuperado 9 de octubre de 2018, de https://www.mitologia.info/mama-quilla-diosa-inca-la-luna/

Nieves, T., & Geovanny, D. (2013). Estudio de los signos y símbolos de la Cultura Cañari, aplicado al diseño de mobiliario para un espacio habitable. Recuperado de http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/397

Oviedo, H. C., & Campo-Arias, A. (2005). An Approach to the Use of Cronbach's Alfa. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, *34*(4), 572-580.

Proyecto Muyu: fruta comida, semilla sembrada / ECUADOR - La Geoguía. (s. f.). Recuperado 9 de octubre de 2018, de http://www.lageoguia.org/proyecto-muyu-fruta-comida-semilla-sembrada-ecuador/#16/-0.0494/-78.7760

Redfield, R., Linton, R., & Herskovits, M. J. (1936). Memorandum for the Study of Acculturation. *American Anthropologist*, *38*(1), 149-152.

Rendición de Cuentas Coordinación Zonal 6 – Ministerio de Educación. (2018). Recuperado 29 de septiembre de 2018, de https://educacion.gob.ec/rendicion-de-cuentas-coordinacion-zonal-6/

Robles López, M. (1988). *Teogonía y demiurgos en la cultura Canarí.* Ecuador: Casa de la cultura Ecuatoriana.

Sampieri, H., Fernández Collado, R., & Baptista Lucio, C. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (Sexta). Mexico: McGRAW-HILL. Recuperado de https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Spencer-Oatey, H. (2012). *What is culture? A compilation of quotations* (Report). GlobalPAD/University of Warwick. Recuperado de http://wrap.warwick.ac.uk/74260/

STL. (2018). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=STL&oldid=106469074

Tutorial Uso Driver L298N para motores DC y pasó a paso con Arduino. (2014, mayo 17). Recuperado 4 de diciembre de 2018, de https://electronilab.co/tutoriales/tutorial-de-uso-driver-dual-l298n-para-motores-dc-y-paso-a-paso-con-arduino/

Unity (motor de juego). (2018). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Unity_(motor_de_juego)&oldid=109467290

What is Apache? - What is a Web Server? (s. f.). Recuperado 4 de diciembre de 2018, de https://www.wpbeginner.com/glossary/apache/

Yousuf, M. A. (2009). Robots in Education. *Encyclopedia of Artificial Intelligence*, 1383-1388. https://doi.org/10.4018/978-1-59904-849-9.ch203

Anexos:

Concept Art

Proceso de modelado y personalización

Para el diseño del robot se realizó un estudio del público al que se iba a dirigir el robot y según ese público se procedió a crear un diseño de personaje que provoque empatía en los escolares. Se realizó el robot en forma de choclo debido a que el maíz era una fuente de alimentación principal para el pueblo Cañari. Se utilizó masilla fría artesanal para agregar detalles de relieve y luego se adhiere con resina poliéster para fijación y dureza.

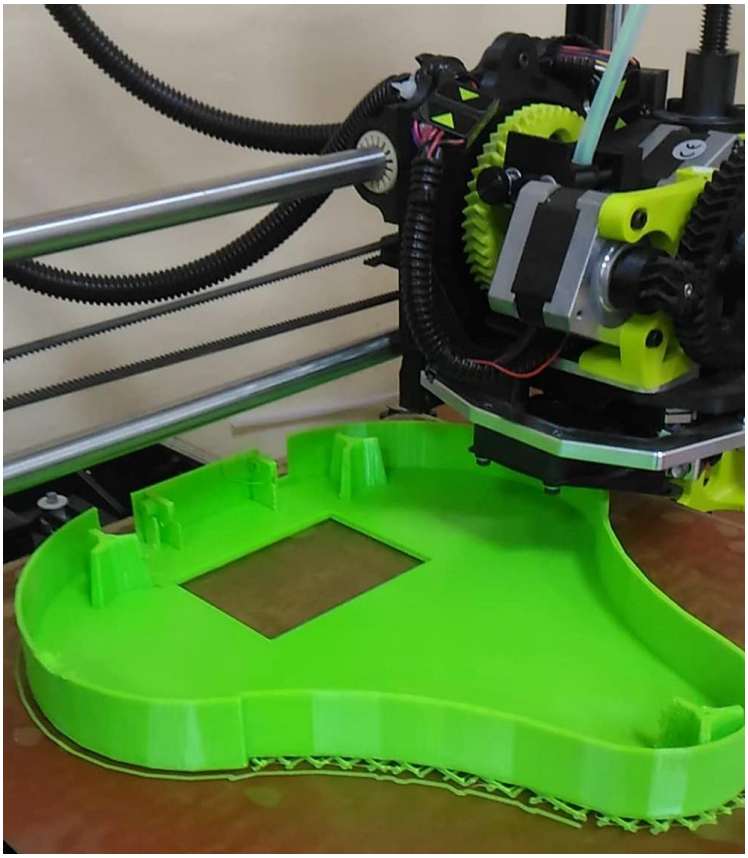


Figura 64: Impresión 3D de la parte frontal.

Figura 65: Impresión 3D de la parte trasera.

Figura 66: Impresión de los brazos del robot.

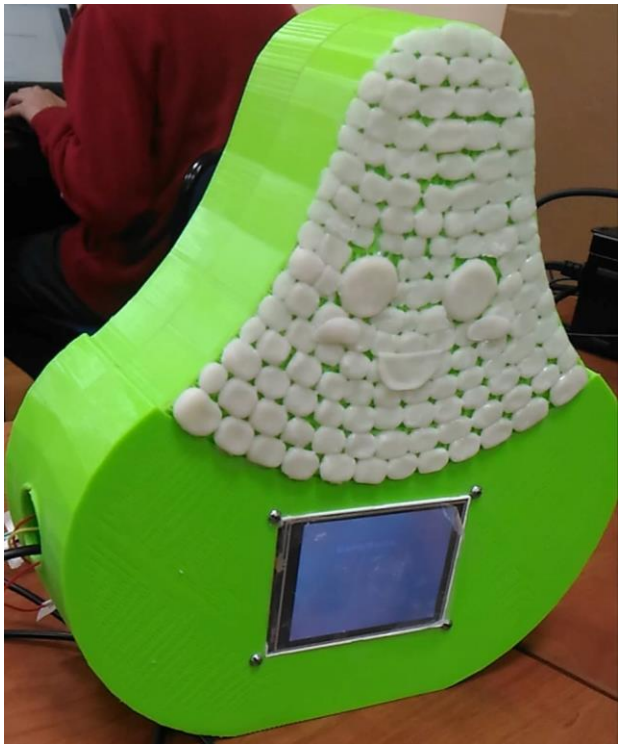


Figura 67: Robot aplicado una capa de masilla fría para la cara.

Figura 68: Robot aplicado el cuerpo con masilla fría.

El resultado final del robot después de moldear con la masilla fría la parte trasera y frontal lo podemos ver en las siguientes figuras:

Figura 69: Robot con vista frontal.

Figura 70: Robot vista de perfil izquierda y derecha.

Figura 71: Robot vista trasera.

Imágenes de exposición de robot educativo y aplicación web

Figura 72: Exposición de robot educativo a estudiantes.

Figura 73: Exposición de juego Mundo Cañari.

Figura 74: Exposición de robot educativo y aplicación a grupos de estudiantes.

Manual Técnico – Manual de Usuario

MANUAL TÉCNICO

"DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EDUCATIVO Y UN MICROMUNDO LÚDICO INTERACTIVO PARA EL RESCATE DE VALORES CULTURALES DE LOS PUEBLOS ANDINOS"

Descripción breve

Manual técnico orientado al desarrollo y funcionamiento del control web remoto, micromundo lúdico, y funcionamiento del robot educativo.

Bryam Ulloa
bulloaf@est.ups.edu.ec

Tabla de contenido

1. Introducción 3
1.1. Propósito 3
1.2 Alcance 3
2. Manual de ejecución 3
2.1. Requerimientos 3
2.1.1. Hardware 3
2.1.2. Software 3
2.1.3. Requerimientos de Hardware para construcción del robot: 4
2.1.4. Requerimientos de diseño para el robot 4
2.2. Diseño / Construcción 5
2.2.1. Diseño 3D 7
2.2.2. Ensamblaje de robot 7
2.2.3. Diseño Micromundos 8
2.2.3 Configuración del servidor web 8
2.2.4 Configuración de la base de datos 9
2.2.5 Configuración de la red y contraseña del WI-FI 9
2.2.6 Configuración del código del Arduino para la WEB 10
1.1. Consideraciones / Recomendaciones 10

1. Introducción

El siguiente manual técnico es realizado para dar a conocer los diferentes requerimientos técnicos tanto como de hardware y software, y además del buen uso y operación del robot. La parte administrativa del módulo web de control remoto y vigilancia del robot educativo se lo realiza solamente en la base de datos. El robot educativo fue construido de la manera más intuitiva y fácil de usar por lo que requiere mínima intervención por parte del operario.

1.1. Propósito

El propósito de realizar este manual es para dar a conocer el soporte necesario básico del módulo web de control remoto y vigilancia del robot, el buen uso y operación del robot.

1.2 Alcance

El juego lúdico Mundo Cañari realizado con la finalidad de que todos los niños de las edades de 8 hasta 12 años puedan jugar y poder aprender sobre la cultura Cañari. Fue diseñado de la mejor manera que atraiga al público al cual se pretende dirigir para de esta manera que se vuelva más divertido el aprendizaje. El robot educativo puede servir como un asistente al momento de jugar Mundo Cañari.

2. Manual de ejecución

2.1. Requerimientos

Los requerimientos para el uso y ejecución del robot, juego, y módulo de control web son medios. Lo necesario para poder ver al robot mediante video vigilancia es de una cámara IP configurada y lista para su funcionamiento. A continuación, se detallan los requerimientos necesarios:

2.1.1. Hardware

- Servidor web (soporte hasta 400 usuarios):
    1) 200GB de disco duro.
    2) 8 núcleos CPU
    3) 16 GB RAM
- Computadora cliente:
    1) 50 GB de disco duro.
    2) 4 núcleos CPU.
    3) 4 GB RAM.

2.1.2. Software

- Maquina servidor:
    1) Sistema operativo: Windows o Linux (x64)
    2) Software:
        - Unity 2018.2.5
        - Tiled2Unity

- Tiled
- Autodesk Inventor
- Arduino IDE 1.8.5
- Notepad ++ o mejor
- Servidor web

3) Base de datos:
   - MySQL
4) Lenguajes de programación:
   - C#
   - PHP
   - C
5) Librerías:
   - FRobotDFPlayerMini.h
   - L298N.h
   - ESP8266.h
   - UTFT.h
   - URTouch.h
   - tinyFAT.h
   - UTFT_tinyFAT.h

2.1.3. Requerimientos de Hardware para construcción del robot:

Los componentes necesarios para la construcción son los que se detallan a continuación:

- Arduino Mega 2560
- Kit Pantalla Arduino 3.2'' LCD Tft_320qvt_9341 + Shield Mega
- DFPlayer Mini MP3
- Memoria micro SD (1GB)
- Memoria SD (2GB)
- Módulo WIFI ESP8266
- 2 x Micro Motor Pololu
- Driver Para Motores L298 Arduino Puente H
- Kit cables protoboard
- 2 x Ruedas De Goma 32x7mm
- 2x Batería Lipo Turnigy 7.4v - 500mah
- Cargador De Baterías Lipo 1000ma 2s/3s
- 3 x switch
- LD33V
- Mini Parlante 0.8w
- Audio Jack 3mm

También es necesario tener un rollo de filamento de cable PLA para impresoras 3D que se utiliza para la impresión de la carcasa, brazos, y manos del robot.

2.1.4. Requerimientos de diseño para el robot

El requerimiento indispensable para el diseño del robot es una computadora de media gama.
Los requerimientos de software se detallan a continuación:

- Autodesk Inventor
- Arduino IDE

2.2. Diseño / Construcción

El sistema se encuentra estructurado según la siguiente figura que se muestra a continuación:

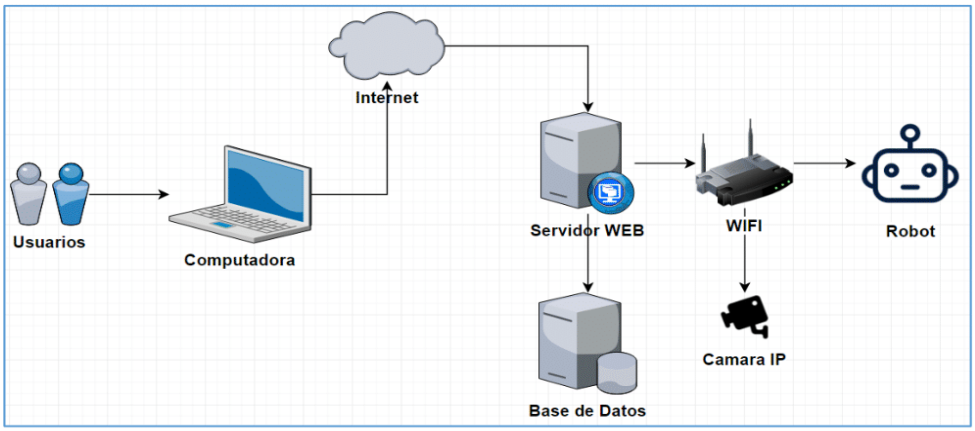


Figura 1: Diagrama de estructura general del sistema.

Los usuarios a través de internet se conectan hacia el servidor web donde estará publicado el juego "Mundo Cañari" en el cual podrán jugarlo en sus computadoras. Cualquier nuevo usuario para el juego es almacenado en la base de datos en MySQL. Los usuarios que estén controlando el robot de manera remota lo podrán realizar desde la aplicación y ver a través de una cámara IP.

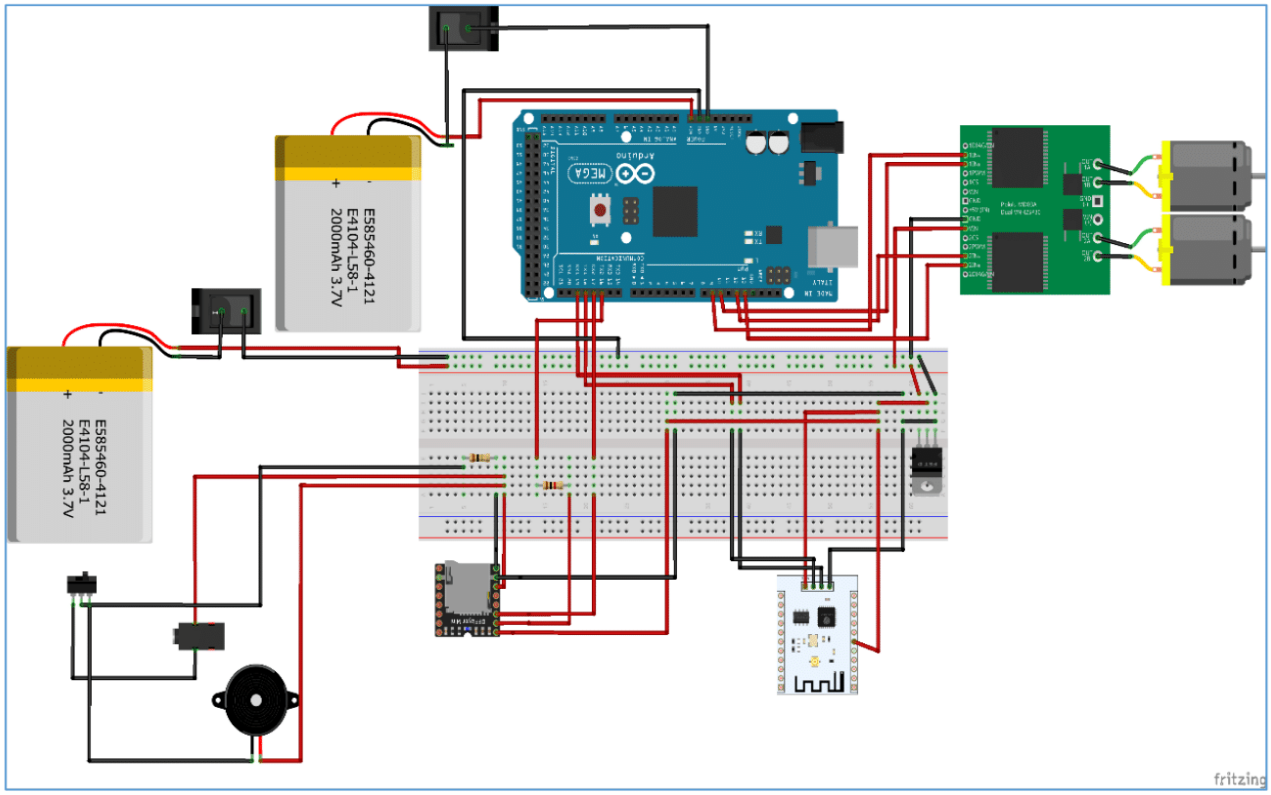


Figura 2: Diseño electrónico.

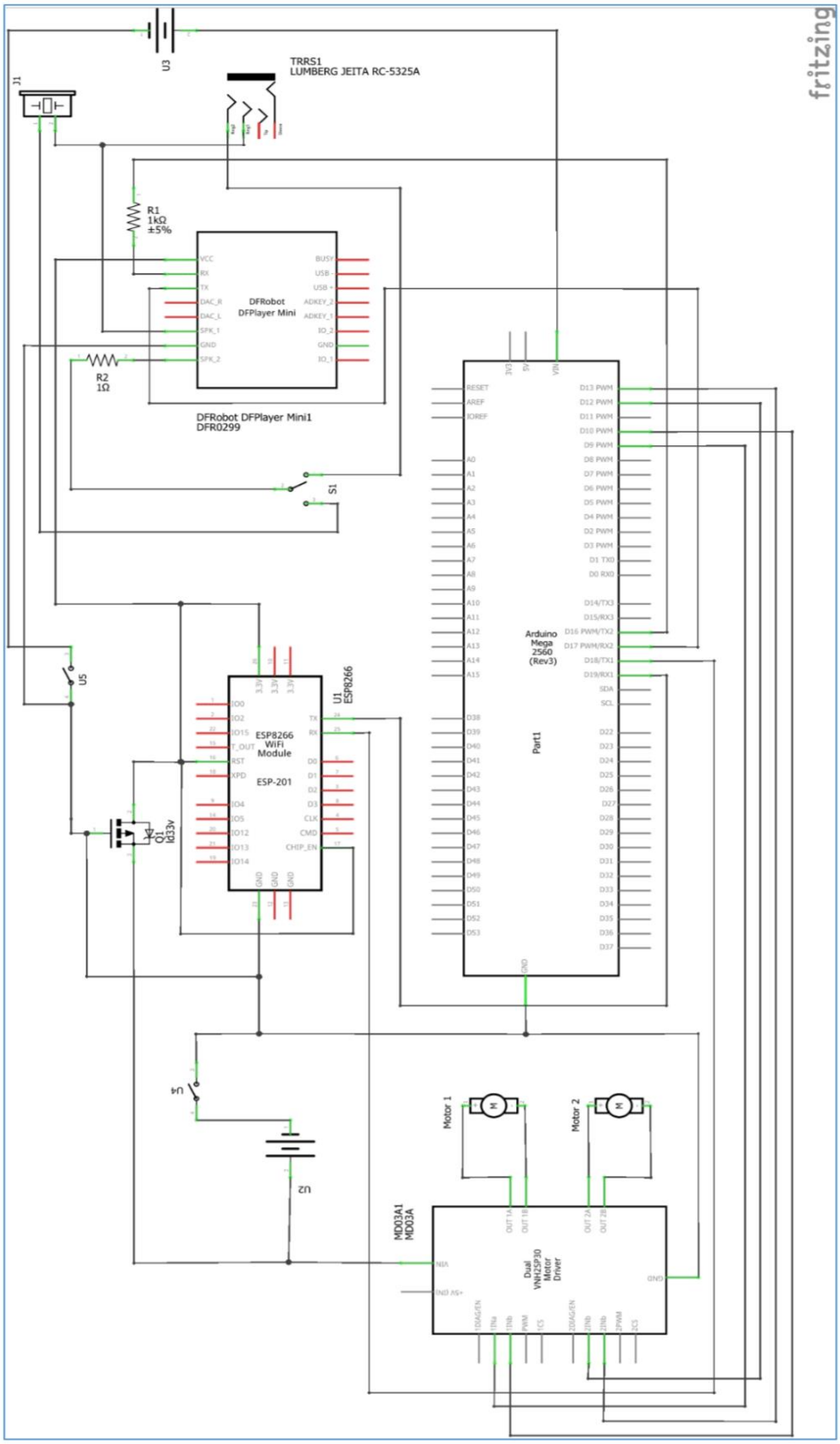


Figura 3: Esquema de circuito de robot.

El diseño electrónico lo podemos ver en la figura 2 anterior donde existen 2 baterías que cargan el robot. Una de ellas se ocupa solamente para la alimentación del Arduino y la pantalla. La otra batería se encarga de alimentar el mini parlante, módulo de wifi, módulo mp3, y drivers de motores.

2.2.1. Diseño 3D

El programa que se utilizó para el diseño del robot es Autodesk Inventor Pro la versión más reciente. Los archivos del diseño se encuentran en la carpeta nombrada "Choclo".

2.2.2. Ensamblaje de robot

Las piezas necesarias para el ensamblaje del robot son las siguientes:

- Carcasa frontal
- Carcasa trasera
- Brazo izquierdo
- Brazo derecho
- Mano izquierda
- Mano derecha

Para ensamblar las piezas del robot se lo realiza según el siguiente gráfico de la figura 4. Aquí podemos ver la posición de las piezas y también podemos apreciar que las fechas azules indican los agujeros para los tornillos.

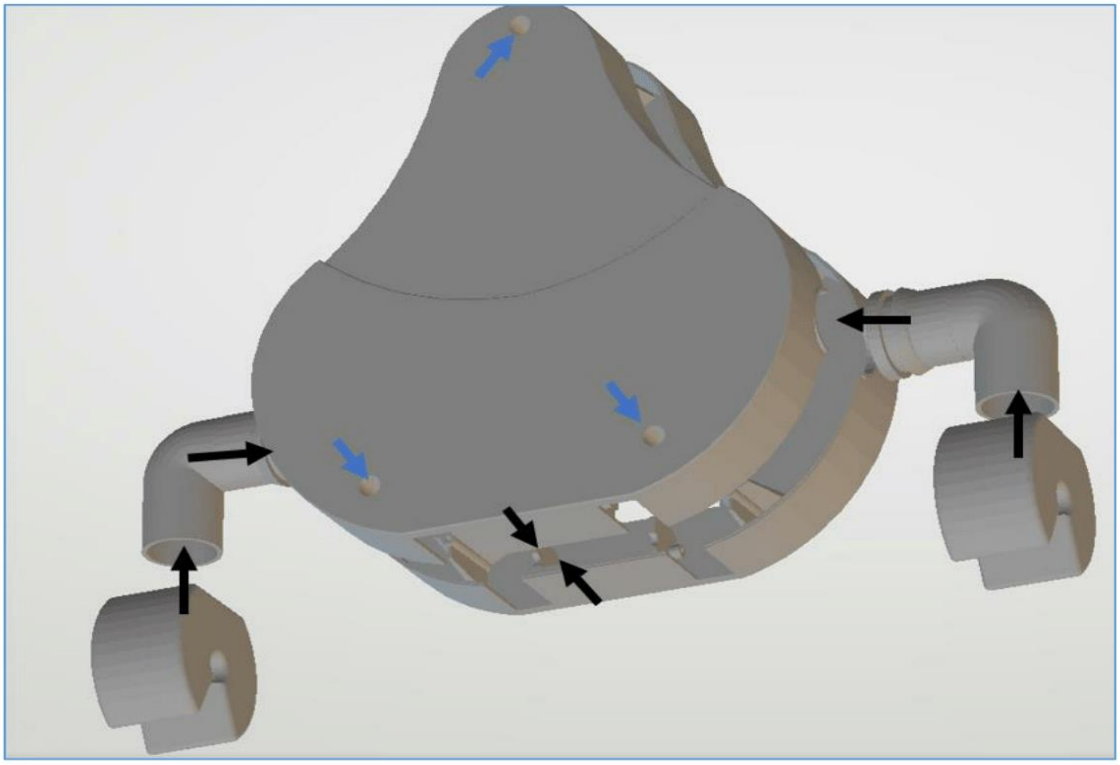


Figura 4: Ensamblaje robot.

2.2.3. Diseño Micromundos

Para el diseño de los micromundos se utilizó el programa Tiled. Todos los archivos relacionados con los mundos están en la carpeta nombrada “Maps Tiled” que está ubicada dentro de la carpeta del juego “Mundo Cañari”.

Para poder pasar del programa e importar a Unity se utiliza el programa llamado “Tiled2Unity”.

El juego en Unity está ubicado en la carpeta nombrada “Mundo Cañari”.

2.2.3 Configuración del servidor web

Para la configuración del servidor web se puede utilizar Apache, el cual viene instalado en XAMPP. También es importante instalar la base de datos MySQL. Dentro de la carpeta de “Unity” existen 3 diferentes carpetas:

- **MundoCañari**: Esta carpeta tiene el código fuente del juego general. Dentro de esta carpeta existe otra carpeta “Test Build” en donde se utiliza para compilar el juego.
- **RemoteControlRobot**: Esta carpeta tiene el código fuente de la aplicación de control remoto para el robot. Dentro de esta carpeta existe otra carpeta “Test Build” en donde se utiliza para compilar el juego.
- **MundoCañariPC**: Esta carpeta contiene el código fuente del juego general pero esta compilado para PC. Dentro de esta carpeta existe otra carpeta “Test Build” en donde se utiliza para compilar el juego.

Las aplicaciones web compiladas se pueden ubicar según el URL configurado en Apache. Luego se podrá acceder al juego escribiendo el URL.

Dentro de la carpeta del servidor web que contiene los juegos compilados también deberá haber una carpeta con nombre de “muyu” en la cual se guardan todos los archivos .php que son necesarios para que la aplicación móvil consulte dados desde la base de datos. Dependiendo de la URL del servidor web será necesario de modificar los scripts tanto del juego como de la aplicación web para control remoto en donde se deberán modificar las URLs según el URL del servidor web.

Los archivos para modificar se detallan a continuación:

- Aplicación web “Mundo Cañari”:
    1) DataInsert.cs
        - “createUserURL”
        - “queryUserURL”
        - “createLogURL”
        - “queryControl”
        - “insertControl”
        - “insertLog”
        - “queryParameters”
    2) Login.cs
        - “loginURL”
        - “queryParameters”

- Aplicación web "Remote Control Robot":
    1) DataInsert.cs
        - "createUserURL"
        - "queryUserURL"
        - "createLogURL"
        - "queryControl"
        - "insertControl"
        - "insertLog"
        - "queryParameters"
    2) Login.cs
        - "loginURL"
        - "queryParameters"

2.2.4 Configuración de la base de datos

Para configurar la base de datos lo único que debe hacer es importar el archivo .sql que está en la carpeta nombrada "**DB**".

Se puede crear un usuario que administre la base de datos o simplemente utilizar el usuario **root** por defecto. En el caso que se cree un usuario único para administrar la base de datos del juego entonces se deberá modificar todos los archivos .PHP en donde se deberá especificar el usuario y contraseña.

La base de datos se llama "**muyu**" y contiene 4 tablas. Estas tablas se listan a continuación:

1. Tabla control: Utilizada para almacenar los usuarios que están controlando el robot.
2. Tabla logs: Utilizada para almacenar las acciones de los usuarios al momento de controlar el robot y también los comandos que serán ejecutados por él robot.
3. Tabla parameters: Utilizada para almacenar datos importantes como dirección IP del robot, tiempo máximo permitido online, tiempo de espera para reconectar, y el URL de la cámara IP.
4. Tabla users: Utilizada para almacenar a los usuarios.

2.2.5 Configuración de la red y contraseña del WI-FI

En situaciones donde es imposible cambiar la contraseña a solo numérica del router se puede modificar los archivos de configuración de Arduino para enviar variables por defecto según la red WI-FI y la contraseña a donde queremos conectar el robot.

En el archivo "**RouterConnection.ino**" que se encuentra en la carpeta "**/Arduino/TesisArduino/**" del código del Arduino donde deberá estar todos los otros archivos "**.ino**" modificar las siguientes líneas 14 y 15 de código:

```
// Uncomment for predefined SSID and PASSWORD

// Host_name = "RED_WIFI";
// password = "PASS123";

myGLCD.clrScr();

//wifi.restart();
```

Figura 5: SSID y Contraseña por defecto.

En estas dos líneas de código se deberá des comentar el código como lo indica la figura para poder manar las variables "**Host_name**" y "**password**" con valores por defecto según el nombre de la red WIFI y contraseña a donde tengamos que conectar el robot.

2.2.6 Configuración del código del Arduino para la WEB

Para que el robot funcione a través de la web se debe modificar el archivo "**TesisArduino.ino**" las siguientes variables de las líneas de código 17 y 18 de la carpeta "**/Arduino/TesisArduino/**" Arduino y volver a compilar. Dos de estos parámetros se muestran a continuación con el nombre de "**HOST_NAME**" el cual deberá guardar la **dirección IP** del servidor hacia donde se realizarán las peticiones TCP. El otro parámetro para modificar es el "**HOST_PORT**" el cual deberá guardar el **puerto TCP** que estará configurado según el servidor web.

```
13  #define ENB 11
14  #define IN3 12
15  #define IN4 13
16
17  #define HOST_NAME   "192.168.1.14"
18  #define HOST_PORT   (80)
19
20  //==== Creating Objects
21  ESP8266 wifi(Serial1);
22
23  L298N motor1(ENA, IN1, IN2);
24  L298N motor2(ENB, IN3, IN4);
```

Figura 6: Dirección y puerto del servidor web.

También se deberá modificar la línea de código 46 del archivo "**GameMode.ino**" según la dirección IP del servidor y la URL del archivo PHP "**queryLog.php**" que se utiliza para consultar los comandos y acciones del robot.

```
34
35
36    //WEB TEST
37    uint8_t buffer[1024] = {0};
38
39    if (wifi.createTCP(HOST_NAME, HOST_PORT)) {
40      Serial.print("create tcp ok\r\n");
41    } else {
42      Serial.print("create tcp err\r\n");
43    }
44
45    if (error == 0) {
46      char *hello = "GET /muyu/queryLog.php HTTP/1.1\r\nHost: 192.168.1.14\r\nConnection: close\r\n\r\n";
47      wifi.send((const uint8_t*)hello, strlen(hello));
48
49      uint32_t len = wifi.recv(buffer, sizeof(buffer), 10000);
50      if (len > 0) {
51        for (uint32_t i = 0; i < len; i++) {
52          //Serial.print((char)buffer[i]);
53          text = text + (char)buffer[i];
54        }
55      }
56
57      if (wifi.releaseTCP()) {
58        Serial.print("release tcp ok\r\n");
59      } else {
60        Serial.print("release tcp err\r\n");
61      }
```

Figura 7: Dirección URL del archivo para consultar comandos del servidor web.

1.1. Consideraciones / Recomendaciones

- Al momento de cargar el robot hay que asegurar que este apagado.
- Se recomienda configurar el nombre de la red y la contraseña por código si no se piensa cambiar estas por algún tiempo.

MANUAL DE USUARIO

“DISEÑO, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT EDUCATIVO Y UN MICROMUNDO LÚDICO INTERACTIVO PARA EL RESCATE DE VALORES CULTURALES DE LOS PUEBLOS ANDINOS”

Descripción breve

Manual de usuario orientado al correcto uso y manejo del robot educativo y a la aplicación web lúdica y control remoto.

Bryam Ulloa
bulloaf@est.ups.edu.ec

Tabla de contenido

1. Introducción 3
1.1. Propósito 3
1.2. Alcance 3
2. Manual de funcionamiento 3
2.1. Requerimientos 3
2.1.1. Hardware 3
2.1.2. Software 3
2.2. Ingreso a la aplicación 3
2.2.1. Inicio al juego 4
2.2.2 Inicio al Control web 9
2.2.3 Encendido del robot 10
2.2.4 Opciones de funcionamiento 11
2.2.4.1 Configuración Wi-Fi 12
2.2.5 Reproducción de audios 13
2.2.6 Funciones de movimiento 14
2.2.7 Visualización de imágenes 14
2.3. Consideraciones / Recomendaciones 15

1. Introducción

Este robot y aplicación lúdica están diseñadas para visualizar las costumbres, creencias, y valores del pueblo Cañari. Se ocupa el robot como un asistente al momento de interactuar con la aplicación web lúdica en ciertas ocasiones del juego. La aplicación interactúa con el robot siempre y cuando el usuario este a lado del robot y dicho robot esté conectado a internet.

El siguiente manual de usuario es realizado para dar a conocer los diferentes requerimientos técnicos tanto como de hardware y software, y además del buen uso y operación del robot y como poder acceder a la aplicación web. El robot educativo fue construido de la manera más intuitiva y fácil de usar por lo que requiere mínima intervención por parte del operario.

1.1. Propósito

El propósito de realizar este manual es para dar a conocer cómo lograr entrar a la página web para poder utilizar aplicación web (juego lúdico) y para controlar el robot.

1.2. Alcance

Crear un documento que permita al usuario entender la forma en la cual se debe usar la aplicación y robot educativo.

2. Manual de funcionamiento

2.1. Requerimientos

Los requerimientos para poder jugar o controlar el robot son mínimos ya que es una aplicación web.

Se detallan a continuación:

2.1.1. Hardware

- Se necesita una computadora de características medias.
    - Procesador 4 núcleos.
    - RAM: 4GB

2.1.2. Software

- Se necesita únicamente un navegador web, se recomienda utilizar Google Chrome o Firefox.

2.2. Ingreso a la aplicación

Para la instalación del juego no es necesario realizar ningún paso extra. Lo único que deberá hacer es entrar en la página de la Cátedra UNESCO sección:

“http://catedraunescoinclusion.org/descargas/aplicaciones-informaticas/”

Después buscar el juego con nombre de “Mundo Cañari”.

2.2.1. Inicio al juego

Una vez ingresado al enlace del juego solamente se debe iniciar sesión con una cuenta de usuario. Si no tiene cuenta de usuario por favor crearse una con el botón “Crear Usuario”. Una vez creado el usuario regresar a la página principal para entrar al juego. Véase figura 1.

Figura 1: Inicio de sesión.

Si no tiene un usuario creado podrá hacer clic en el botón de crear usuario donde le enviará a una pantalla como la siguiente figura:

Figura 2: Menú para crear nuevo usuario.

Una vez que inicie sesión se le presentara una página como la siguiente figura 3, donde puede acceder al juego o ver la sesión de créditos de autor.

Figura 3: Menú principal del juego.

En el menú principal podemos acceder al juego de forma directa dando clic en la figura de la rana o a la parte de créditos dando clic en la figura de la tortuga.

Figura 4: Pagina Acerca De.

Una vez ingresado al juego se deberá seguir las instrucciones que se muestran en la pantalla negra de dialogo en la parte inferior del juego, para de esta manera poder conocer sobre la cultura Cañari y saber cómo controlar al personaje. Véase figura 5.

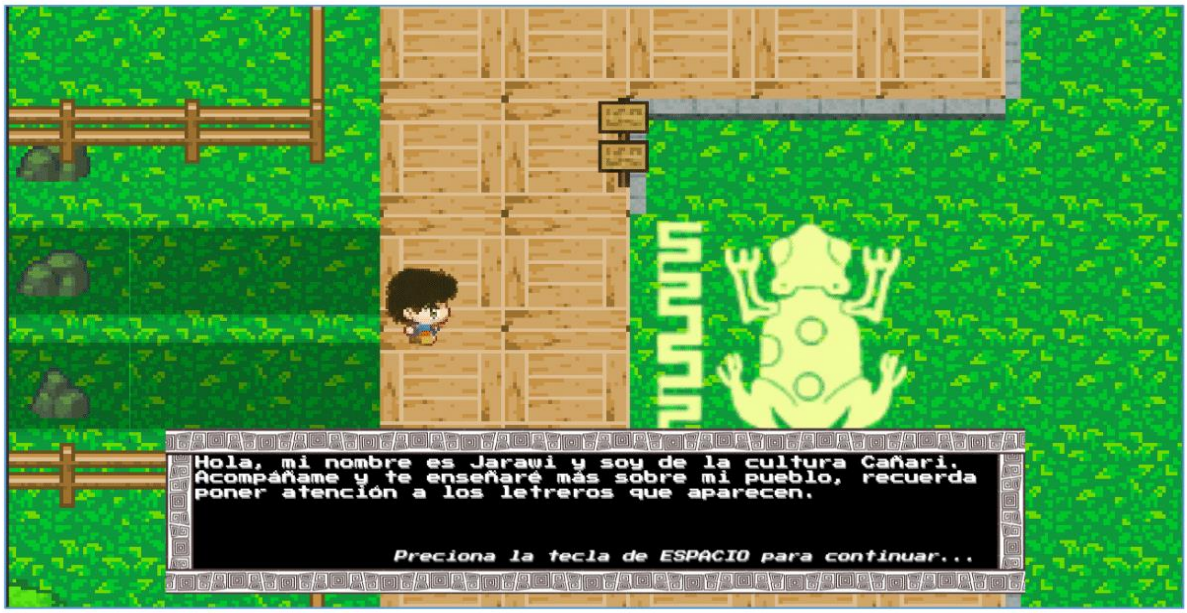


Figura 5: Inicio del juego.

En la figura siguiente podemos ver el inicio del primer mundo, es aquí en este mundo donde podemos encontrar los portales a los **3** mini mundos dentro de "**Mundo Cañari**". Podemos acceder a cada uno de los mundos ubicándonos sobre la figura en el piso y presionando la tecla **ESPACIO.** Para mover el personaje se utiliza las flechas del teclado. Para leer algún letrero ubicado en cualquiera de los mapas se utiliza la tecla de **ESPACIO** mientras el jugador está cerca del letrero que se desea leer o también de frente.

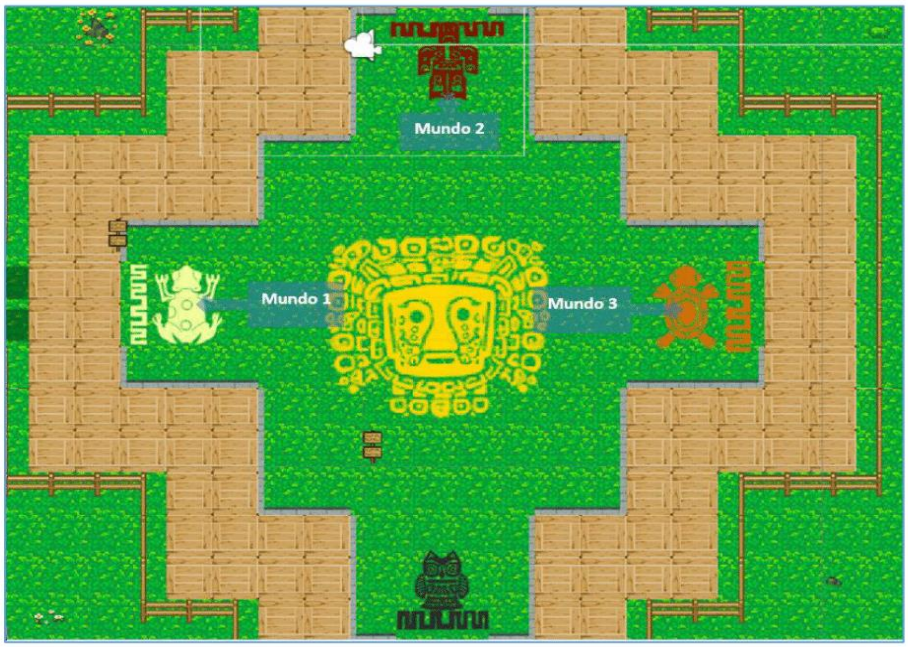


Figura 6: Mundo General "Mundo Cañari".

En el mundo "**Casa Cañari**" que lo podemos apreciar en la figura siguiente, el jugador tiene podrá aprender sobre la arquitectura y la ubicación preferida para construir las casas Cañaris. El jugador

también podrá entrar a la casa por la puerta presionando la tecla **ESPACIO**. Estar atentos también con los letreros ubicados en este nivel.

Figura 7: Mundo Casa Cañari.

Dentro de la casa Cañari podemos aprender mas sobre la comida típica ubicándonos según como se indica en la siguiente figura por los círculos enumerados y luego presionando la tecla **ESCAPE**.

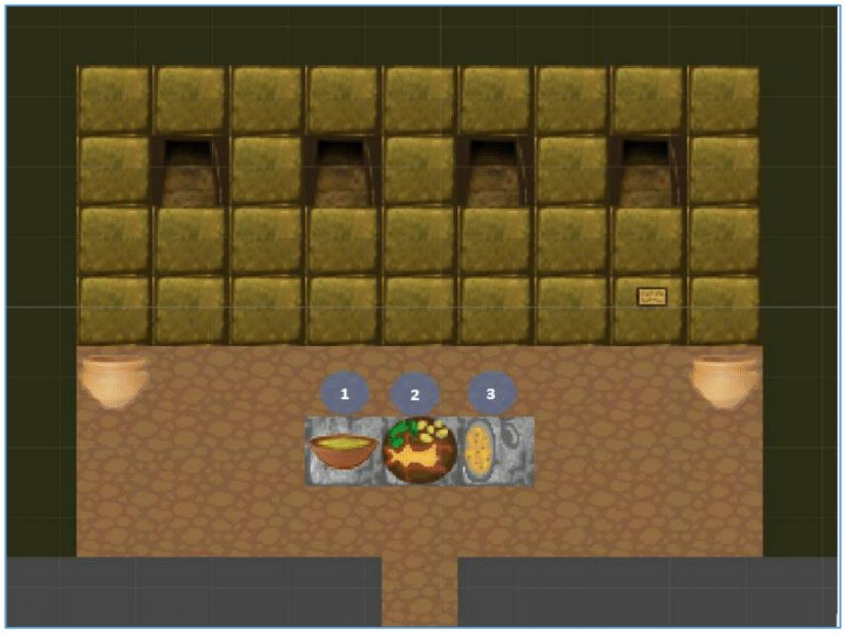


Figura 8: Interior Casa Cañari.

En el siguiente mapa donde podemos ver un cultivo Cañari, el jugador deberá llevar cada uno de los frutos y ponerlos en el centro donde se encuentran el fruto según su figura. Para poder hacer esto deberá posicionarse sobre la figura del fruto y presionar la tecla **ESPACIO**.

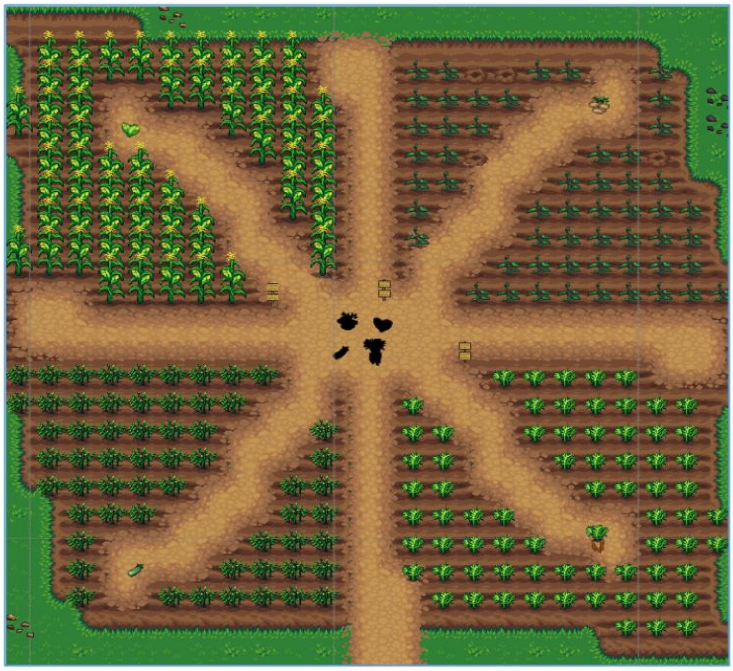


Figura 9: Cultivo Cañari.

En el último mapa donde podemos ver un templo Cañari, como se puede ver en la figura siguiente, el jugador deberá encontrar la luna y ubicarla en uno de los orificios de la piedra que se encuentra dentro de las paredes del templo el cual está marcado por el rectángulo azul. Para poder hacer esto se posicionará sobre uno de los orificios de la piedra y presionar la tecla **ESPACIO**. Nota: solamente uno de estos orificios es el correcto, la dificultad de este es encontrar el correcto.

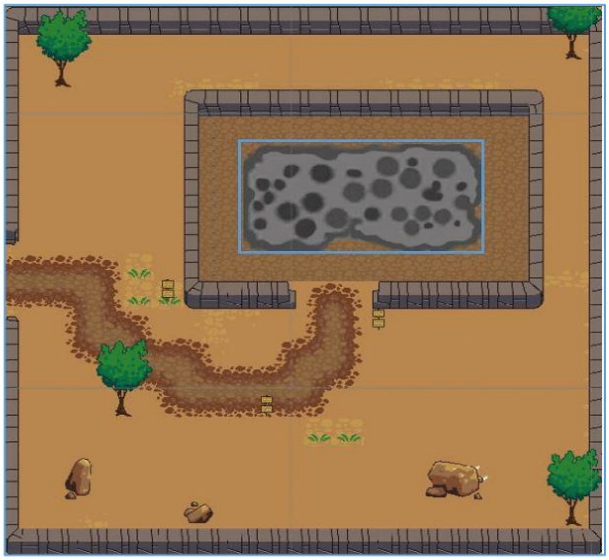


Figura 10: Templo Cañari.

2.2.2 *Inicio al Control web*

Una vez ingresado al enlace del control web, que deberá estar disponible en la página de la Cátedra UNESCO sección: "**http://catedraunescoinclusion.org/descargas/aplicaciones-informaticas/**", solamente se debe iniciar sesión con una cuenta de usuario. Si no tiene cuenta de usuario por favor crearse una con el botón "**Crear Usuario**" como se puede ver en la figura 11. Una vez creado el usuario regresar a la página principal para entrar al control web.

Figura 11: Inicio de Sesión.

Si no tiene un usuario creado podrá hacer clic en el botón de crear usuario donde le enviará a una pantalla como la siguiente figura:

Figura 12: Menú para crear un nuevo usuario.

Si se logró entrar al control web aquí podrá aplastar en el botón "**Controlar Robot**". Si el robot está siendo ocupado se le mostrara un mensaje. Caso contrario, tendrá acceso solamente a 5 minutos o la cantidad de tiempo que se haya configurado por el administrador.

Una vez creado el usuario e iniciado sesión tendrá acceso a la siguiente página donde podrá controlar el robot como en la figura 13:

Figura 13: Menú para controlar robot.

Es aquí en esta página donde podrá hacer clic en el botón de "**controlar robot**" el cual nos enviará a una nueva página donde podemos ver el robot a través de la cámara web y poder enviar comandos de movimiento como se puede apreciar en la siguiente imagen:

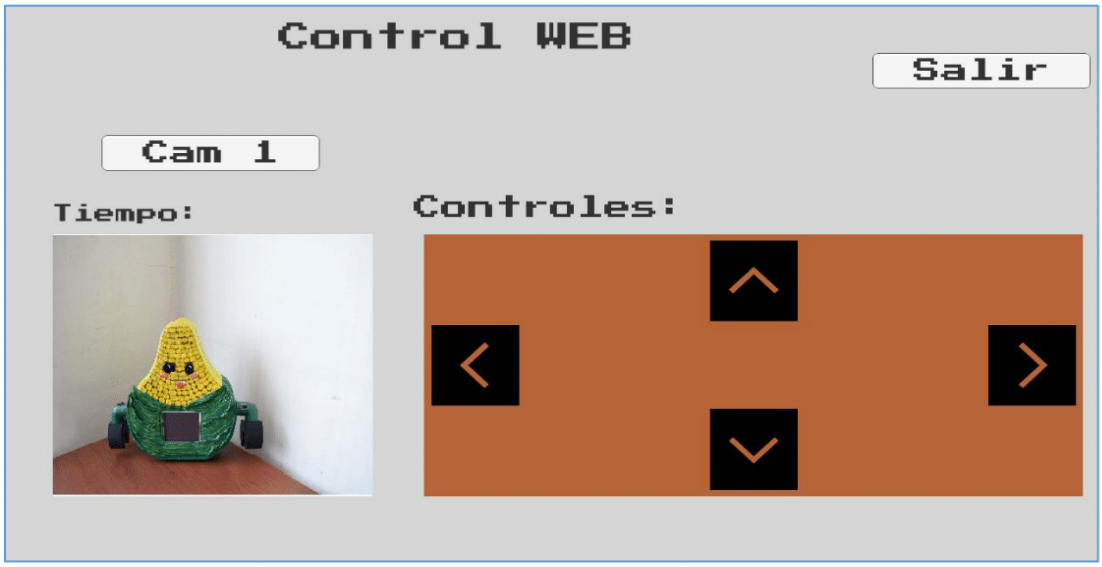


Figura 14: Pagina para controlar robot.

2.2.3 Encendido del robot

Para encender el robot por favor ubicarlo en una superficie plana de pie. Después ponerse en la parte frontal. En su brazo izquierda está ubicado un switch para cambiar entre la salida auxiliar y el parlante pequeño interno. En su brazo derecho está ubicado dos switch, uno de ellos es utilizado para encender la pantalla del robot. El otro sirve para encender los motores y otros componentes necesarios para conexión a Internet.

Figura 15: Vista frontal robot.

2.2.4 *Opciones de funcionamiento*

En la pantalla del robot se podrá ver 4 opciones:

- **Conf. Wi-Fi**: Menú que se utiliza para conectar el robot hacia internet.
- **Funciones**: Menú que se utiliza para reproducir audios almacenados en el robot.
- **Estímulos**: Menú utilizado para movimientos del robot.
- **Logo UPS**: Menú utilizado para visualizar imágenes.

Figura 16: Menú principal robot.

2.2.4.1 Configuración Wi-Fi

Para conectar el robot hacia internet utiliza el botón del inicio con nombre de "**Conf. Wi-Fi**". Una vez presionado el botón se le presenta una pantalla donde podrá seleccionar el botón numérico según las redes disponibles. Al momento de seleccionar la red le pedirá que ingrese la contraseña de la red. Por razones de espacio en la pantalla, la contraseña deberá ser solo numérica. Se deberá pedir un cambio de contraseña de la red en el caso de que esta contenga caracteres especiales o letras. Si no se puede lograr cambiar la contraseña revise el manual técnico de este proyecto para poder conectarse a la red con una contraseña diferente. Una vez ingresada la contraseña aplastar en el botón "**Enter**". Si se conectó de la manera correcta a internet se le presentara una pantalla de "**Game Mode**". Si hubo algún error al conectar a internet se le presentara una pantalla de "**Error**".

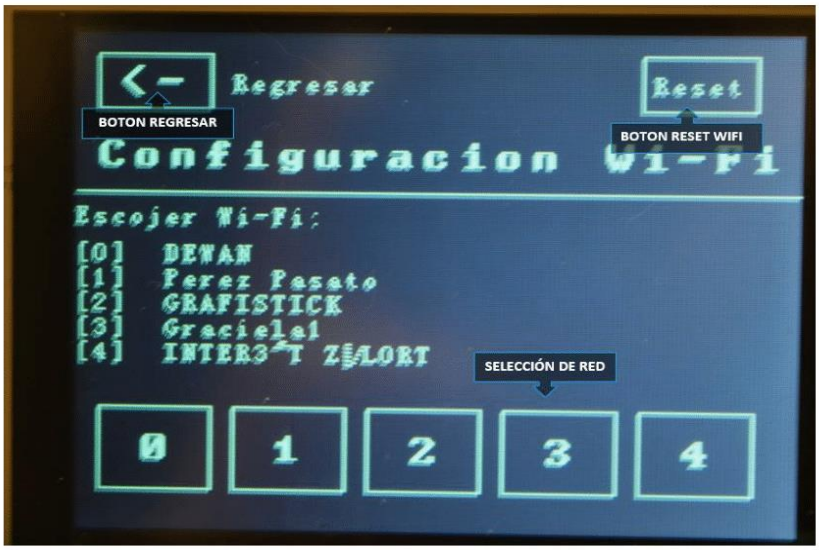


Figura 17: Selección de RED.

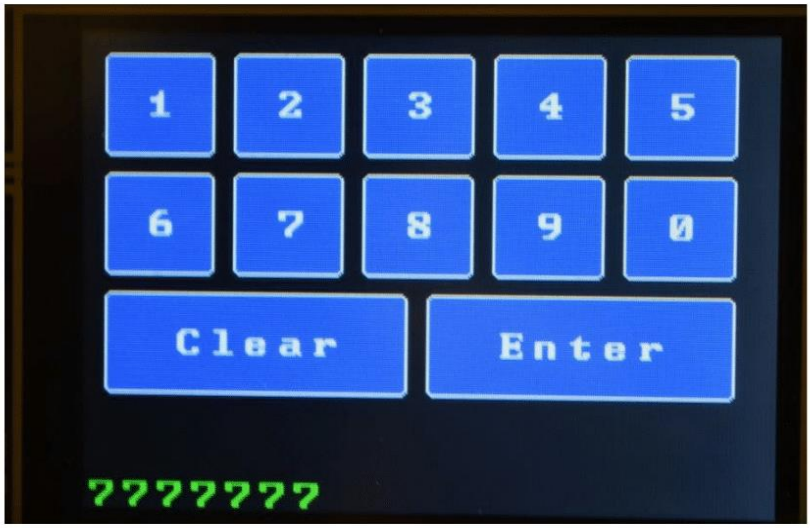


Figura 18: Ingreso de contraseña.

Figura 19: Conexión hacia internet exitosa.

2.2.5 *Reproducción de audios*

Para reproducir audios que estén almacenados en el robot se utiliza el botón del inicio con el nombre de "Funciones". Se presentará una pantalla donde se podrá ver los siguientes botones:

- Play: Utilizado para reproducir la audio.
- Pause: Utilizado para pausar la audio.
- Vol. +: Utilizado para subir el volumen del audio (limite 30).
- Vol. -: Utilizado para bajar el volumen del audio.
- Siguiente: Utilizado para pasar al siguiente audio.
- Anterior: Utilizado para volver al anterior audio.
- Regresar: Utilizado para regresar al menú principal.

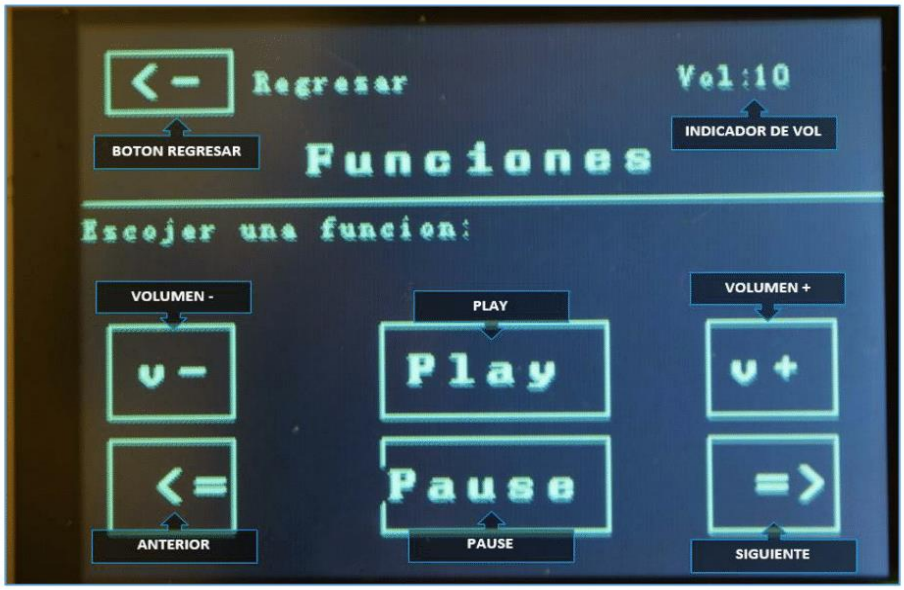


Figura 20: Pantalla de funciones.

2.2.6 *Funciones de movimiento*

Para mover el robot se presiona el botón "**Estímulos**" el cual nos lleva a una pantalla donde tenemos los diferentes botones de movimiento. En esta pantalla están ubicados 4 botones:

- **Botón UP**: Utilizado para el movimiento hacia delante.
- **Botón DOWN**: Utilizado para el movimiento hacia atrás.
- **Botón LEFT:** Utilizado para el movimiento hacia la izquierda.
- **Botón RIGHT**: Utilizado para el movimiento hacia la derecha.

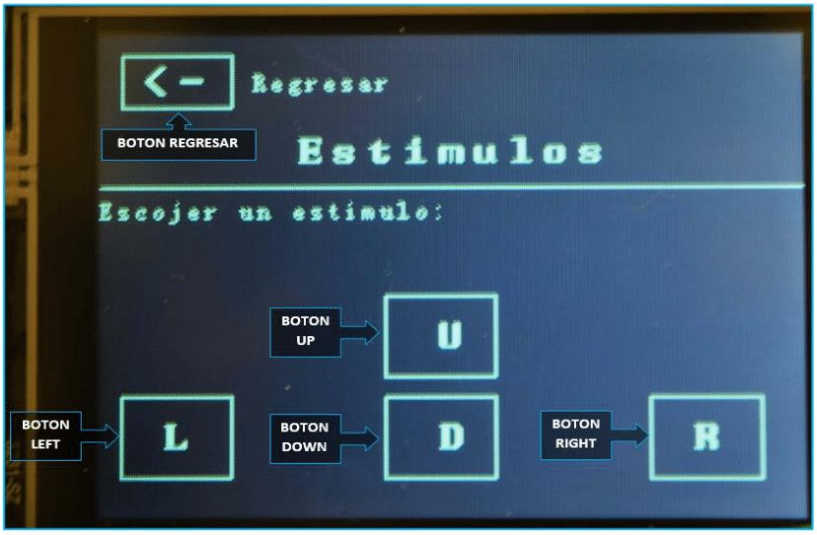


Figura 21: Pantalla de robot Estímulos.

2.2.7 *Visualización de imágenes*

La opción para la visualización de imágenes se puede acceder presionando el logo de la universidad. Luego nos aparecerá una pantalla donde podemos ver tres botones siguientes:

- **Botón Regresar**: Botón que se utiliza para regresar al menú inicial.
- **Botón Siguiente**: Botón que se utiliza para pasar a la siguiente imagen.
- **Botón Anterior**: Botón que se utiliza para volver a la imagen anterior.

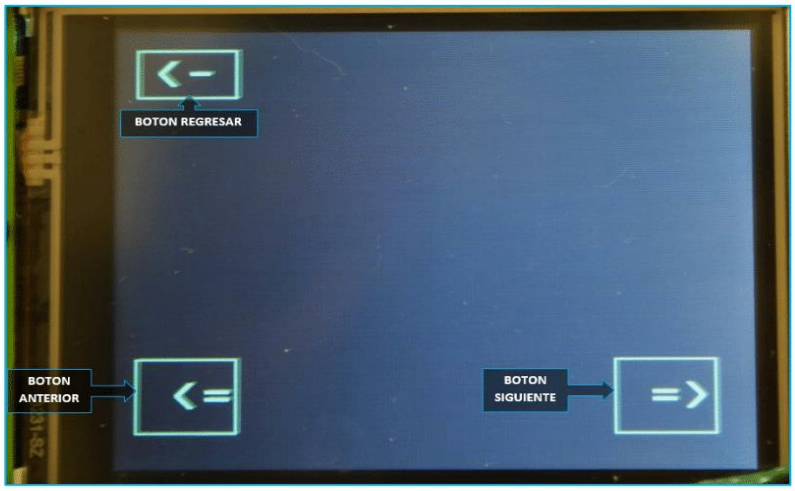


Figura 22: Pantalla visualizar imágenes.

Al momento de visualizar una imagen los botones desaparecen para poder ver la imagen mejor, sin embargo, al presionar en la misma posición donde se encontraban los botones estos reaparecerán y realizara la función que le corresponde.

Figura 23: Pantalla de visualizar imágenes.

2.3. Consideraciones / Recomendaciones

- Se recomienda no utilizar el robot en ambientes donde existe humedad.
- Las ruedas del robot deberán ser revisadas previamente antes de utilizar para asegurar que no existen partículas y/o basura que puedan trabarles.
- Se recomienda siempre mantener las baterías del robot cargadas para así prolongar la vida útil de las mismas.
- Evitar insertar artefactos en las grietas del robot ya que estas podrían dañar los circuitos internos.