

HERRAMIENTA DE APOYO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE  
CIRCUITOS ELÉCTRICOS BÁSICOS EN UN AMBIENTE DE REALIDAD  
VIRTUAL CONTROLADO CON VISIÓN ARTIFICIAL.

LUZ FANNY GUERRA SIERRA

LUZ HELENA JAIME ROA

Universidad Pedagógica Nacional  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Departamento de Tecnología  
Licenciatura en Electrónica  
Bogotá D.C  
2014

HERRAMIENTA DE APOYO PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE  
CIRCUITOS ELÉCTRICOS BÁSICOS EN UN AMBIENTE DE REALIDAD  
VIRTUAL CONTROLADO CON VISIÓN ARTIFICIAL.

Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Diseño Tecnológico con  
énfasis en Sistemas Mecánicos

LUZ FANNY GUERRA SIERRA

Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Electrónica

LUZ HELENA JAIME ROA

Director  
Lic. DIEGO FERNANDO QUIROGA

Universidad Pedagógica Nacional  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Departamento de Tecnología  
Licenciatura en Electrónica  
Bogotá D.C  
2014

---

**Director**  
**Lic. Diego Fernando Quiroga**

---

**Jurado 1**

---

**Jurado 2**

**Bogotá DC**

## Resumen Analítico – RAE

1. Información General	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos en un ambiente de realidad virtual controlado con visión artificial.
<b>Autor(es)</b>	GUERRA SIERRA, Luz Fany; JAIME ROA, Luz Helena
<b>Director</b>	QUIROGA, Diego Fernando
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2014. 68p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	Visión artificial, circuitos eléctricos, ambientes virtuales

2. Descripción
<p>Trabajo de grado que se propone diseñar una herramienta para la enseñanza de circuitos eléctricos básicos en un ambiente virtual de aprendizaje, con el objetivo de generar clases más interactivas y dinámicas que permitan al estudiante realizar prácticas de laboratorio en ambientes controlados, donde el riesgo eléctrico sea mínimo y los gastos de implementación sean menores.</p>

3. Fuentes
<p>MINISTERIO DE EDUCACIONAL NACIONAL, “Orientaciones generales para la educación en tecnología (OGET)”. La alfabetización en tecnología. 2008</p> <p>PEÑALOSA CASTRO EDUARDO (2013). <i>Estrategias docentes con tecnología: guía práctica</i>. México: Pearson Educación. ISBN <u>9786073214919</u></p>

GONZALEZ Marcos Ana, MARTINEZ de Pisón Francisco, PERNÍA Alpha Verónica, ALBA Fernando, CASTEJÓN Manuel, ORDIERES Joaquín, VERGARA Eliseo (2006). *Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial* .ISBN 84-689-9345-X.

VELEZ Serrano José Francisco, MORENO Díaz Ana Belén, SANCHEZ Calle Ángel y SÁNCHEZ Marín José Luis Esteban (2003). *Visión por computador*.

SUCAR Enrique .L, GÓMEZ Giovani . *Visión computacional*. México

KÖTHE RAINER (2012). *¿Cómo y Porqué electrónica?* Panamericana

ENRIQUEZ HERPER GILBERTO (2009). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México: Limusa, 2009 ISB 9789681817596

DOMINGO MERY (2002). *Visión Artificial*. Santiago de Chile. Libro digital.

PLATERO DUEÑAS CARLOS (2009). *Introducción a la visión artificial*. Libro digital.

#### 4. Contenidos

Para el desarrollo de la herramienta se diseñó una interfaz gráfica que simula un laboratorio de electricidad real, se implementó un sistema de visión artificial que realiza la captura y procesamiento de las imágenes para poder reconocer desplazamientos dentro del entorno. Además se plantearon diversas actividades que consisten en el

desarrollo de circuitos indispensables para el aprendizaje de la electricidad básica, por último se efectuaron pruebas piloto para poder evaluar el desempeño de la herramienta con estudiantes sin conocimientos en electricidad que efectuaran una evaluación cualitativa del sistema.

## 5. Metodología

La metodología implementada es la RUP (Rational Unified Process) una metodología de desarrollo de software la cual permite la elaboración de una herramienta que evoluciona con la implementación de cada paso, para estructurar un producto final que satisfaga todas las necesidades planteadas. Consta de cuatro etapas que son:

**LA FASE DE INICIO:** Durante esta fase se recopiló y sintetizó la información necesaria para el desarrollo de la herramienta Circuinet.

**FASE DE ELABORACIÓN:** Se diseñó la interfaz gráfica y el algoritmo que me permita identificar los desplazamientos de las manos, además se desarrollaron los diferentes diagramas de la herramienta, como los son:

Los diagramas de funcionamiento de la herramienta.

Los diagramas de caso de uso de la interfaz gráfica

Los diagramas de flujo de transmisión y recepción de datos.

Los diagramas de clases

**FASE DE CONSTRUCCIÓN:** Durante esta fase se construye la herramienta a partir de la elaboración de la interfaz gráfica en Unity® y el sistema de visión artificial en MATLAB®, además de Implementar la práctica de laboratorio dentro del entorno virtual y la prueba piloto.

**FASE DE TRANSICIÓN:** Busca garantizar una herramienta preparada para la entrega

final.

## 6. Conclusiones

- El mundo de los videojuegos permite grandes inversiones en dispositivos de hardware, estos a su vez demandan un desarrollo en software para lograr grandes semejanzas a la realidad, estos avances se han visto aprovechados por otras áreas como la ciencia, la medicina y la educación entre otras, siendo esta última la de mayor interés en este proyecto, ya que permitió llegar a los estudiantes como un videojuego que facilita el proceso de enseñanza aprendizaje en busca de estructurar sus conocimientos teóricos con la práctica realizada en un ambiente virtual de aprendizaje.
- Para el desarrollo de este proyecto se basó en las características del hardware desarrollado por Microsoft en sus consolas de videojuegos, el Kinect® cuenta con una cámara RGB de 640X480 píxeles, un sistema de reconocimiento de profundidad de igual resolución a la cámara RGB lo que permite en tiempo real hacer reconocimiento de la figura humana y enviar un paquete de información sea a la consola o al dispositivo que se interese por esos datos, de tal manera que el aprovechar las características de este dispositivo tecnológico facilita en gran medida diseñar el sistema de reconocimiento de la posición, distancia de la persona y ubicación de sus extremidades.
- Con el desarrollo e implementación de actividades en herramientas didácticas que aportan al proceso de enseñanza de la tecnología en estudiantes de bachillerato, se evidencia que la vinculación con actividades cotidianas de alto impacto como los videojuegos se puede lograr que el interés y motivación por adquirir el conocimiento sea mayor.
- Hoy en día programas matemáticos robustos permiten elaborar algoritmos a partir de librerías e interfaces de fácil uso para los usuarios, con el fin de incluir no solo a los expertos en programación sino también a los que están en el proceso y desean crear herramientas que faciliten la cotidianidad

- Se presentan deficiencias en la facilidad de uso y la velocidad de la herramienta, ya que el movimiento de la mano es mayor al modelo virtual de la misma debido a que la velocidad de los datos enviados desde Matlab® es mayor a los utilizados dentro de la interfaz gráfica realizada en Unity®.

<b>Elaborado por:</b>	GUERRA SIERRA, Luz Fany; JAIME ROA, Luz Helena
<b>Revisado por:</b>	QUIROGA, Diego Fernando

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	18	02	2014
--	----	----	------

## Tabla de contenido

	pág.
<b>1. Lista imágenes</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Lista de tablas, gráficos y anexos</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Introducción</b> .....	<b>6</b>
<b>4. Situación de estudio</b> .....	<b>7</b>
<b>5. Antecedentes</b> .....	<b>8</b>
<b>6. Justificación</b> .....	<b>9</b>
<b>7. Delimitación</b> .....	<b>10</b>
<b>8. Objetivos</b> .....	<b>11</b>
8.1.Objetivo general.....	11
8.2.Objetivos específicos.....	11
<b>9. Marco Teórico</b> .....	<b>12</b>
9.1.Herramienta para la enseñanza en tecnología .....	12
9.2.Visión de máquina .....	14
9.3.Circuitos eléctricos básicos .....	22
<b>10. Metodología</b> .....	<b>26</b>
10.1. Interfaz gráfica .....	30
10.2 Sistema de visión de artificial .....	39
10.3. Actividades .....	44
<b>11. Resultados</b> .....	<b>45</b>
11.1. Interfaz gráfica .....	45
11.2. Sistema de visión artificial .....	45
11.3. Prueba piloto .....	47
<b>12. Conclusiones</b> .....	<b>53</b>
<b>13. Bibliografía</b> .....	<b>54</b>
<b>14. Anexos</b> .....	<b>57</b>

## Lista de imágenes

	Pág.
Imagen N° 1. Etapas de un proceso de visión artificial .....	14
Imagen N° 2. Kinect®.....	15
Imagen N° 3. Procesamiento .....	17
Imagen N° 4. Convolución .....	18
Imagen N° 5. Filtros .....	18
Imagen N° 6. Circuito en serie .....	25
Imagen N° 7. Circuito en paralelo .....	25
Imagen N° 8. Circuito mixto .....	26
Imagen N° 9. Mano abierta .....	31
Imagen N° 10. Mano cerrada .....	31
Imagen N° 11. Bombillo .....	31
Imagen N° 12. Interruptor .....	32
Imagen N° 13. Pila .....	32
Imagen N° 14. RGB .....	39
Imagen N° 15. Cámara de profundidad .....	40
Imagen N° 16. Imagen Binarizada y filtrada .....	40
Imagen N° 17. “Joints” .....	41
Imagen N° 18. “Joints” cámara de profundidad .....	41
Imagen N° 19. Recorte de la mano izquierda .....	42
Imagen N° 20. Guías .....	45
Imagen N° 21. Inicio .....	46
Imagen N° 22. Instrucciones .....	46
Imagen N° 23. Menú .....	47
Imagen N° 24. Guía Profesor N°1 .....	58
Imagen N° 25. Guía Profesor N°2.....	59
Imagen N° 26. Guía Profesor N°3.....	60

## Lista de tablas, gráficos y anexos

	Pág.
<b>Tabla N° 1. Resultado matriz de evaluación .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla N° 2. Resultado Matriz de evaluación N°2 .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla N° 3. Matriz de evaluación.....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla N° 4. Matriz de evaluación N°2.....</b>	<b>65</b>
<b>Grafico N° 1. Diagrama de flujo de proyecto .....</b>	<b>27</b>
<b>Grafico N° 2. Diagrama de flujo de envío de datos desde Matlab® .....</b>	<b>28</b>
<b>Grafico N° 3. Diagrama de flujo recepción de datos desde Unity® .....</b>	<b>29</b>
<b>Grafico N° 4. Diagrama caso de uso interfaz .....</b>	<b>33</b>
<b>Grafico N° 5. Diagrama caso de uso escenarios .....</b>	<b>34</b>
<b>Grafico N° 6. Diagrama de clases interfaz gráfica .....</b>	<b>36</b>
<b>Grafico N° 7. Rastreo de datos área mano abierta y mano cerrada.....</b>	<b>43</b>
<b>Grafico N° 8. Velocidad de transmisión de los datos desde Matlab® .....</b>	<b>49</b>
<b>Grafico N° 9. Diagrama de barras resultados matriz de evaluación .....</b>	<b>51</b>
<b>Grafico N° 10. Diagrama de barras resultados matriz de evaluación N°2 .....</b>	<b>54</b>
<b>Anexo N° 1. Actividad.....</b>	<b>57</b>
<b>Anexo N° 2. Guía profesor N°1.....</b>	<b>58</b>
<b>Anexo N° 3. Guía profesor N°2.....</b>	<b>59</b>
<b>Anexo N° 4. Guía profesor N°3.....</b>	<b>60</b>
<b>Anexo N° 5. Guía estudiante N°1 .....</b>	<b>61</b>
<b>Anexo N° 6. Guía estudiante N°2 .....</b>	<b>62</b>
<b>Anexo N° 7. Guía estudiante N°3 .....</b>	<b>63</b>
<b>Anexo N° 8. Matriz de evaluación .....</b>	<b>64</b>
<b>Anexo N° 9. Matriz de evaluación N°2.....</b>	<b>65</b>

### **3. Introducción**

Circuinct, es una herramienta diseñada para la enseñanza de circuitos eléctricos básicos en un ambiente virtual de aprendizaje, con el objetivo de generar clases más interactivas y dinámicas que permitan al estudiante realizar prácticas de laboratorio en ambientes controlados, donde el riesgo eléctrico sea mínimo y los gastos de implementación sean menores.

La mano se utiliza como apuntador dentro del programa, para poder diferenciar las funciones que deben realizarse como agarrar o soltar, se plantearon diferentes tipos de señas que fueron seleccionadas pensando en la manera de hacer más fácil la manipulación del objeto dentro de la herramienta y que sean realizables por el estudiante, además de poder diferenciar una de la otra y así extraer algunas características para que el sistema de visión artificial las reconozca.

Para el desarrollo de la herramienta se diseñó una interfaz gráfica que simula un laboratorio de electricidad real, se implementó un sistema de visión artificial que realiza la captura y procesamiento de las imágenes para poder reconocer desplazamientos dentro del entorno. Además se plantearon diversas actividades que consisten en el desarrollo de circuitos indispensables para el aprendizaje de la electricidad básica, por último se efectuaron pruebas piloto para poder evaluar el desempeño de la herramienta con estudiantes sin conocimientos en electricidad que efectuaran una evaluación cualitativa del sistema.

#### **4. Planteamiento del problema**

Con la aparición de nuevas formas de interacción máquina – entorno se crean nuevas maneras de enseñanza, a partir de herramientas que permiten la inmersión del usuario, generando la posibilidad de realizar prácticas virtuales en espacios ajenos al laboratorio escolar, esto para lograr un mayor dinamismo y aprovechamiento de los espacios propuestos para el área de tecnología además de disminuir los riesgos a la hora de realizar prácticas de laboratorio. Lo cual nos lleva a plantear alternativas que permitan lograr una mayor interacción de los estudiantes con los medios virtuales, a partir de la innovación en las herramientas a usar, generando que estas sean interesantes y despierte en los educandos motivación, principalmente a la hora de aplicar en la práctica los temas vistos en clase.

## 5. Antecedentes

- **Software educativo como herramienta didáctica al proceso de aprendizaje en circuitos eléctricos dc. (Bogotá mayo 22 de 2008), TE-09935**

“Muestra el diseño, desarrollo e implementación de un software educativo que sirve como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos físicos involucrados en los circuitos eléctricos dc. El propósito es utilizar el computador dentro de una didáctica constructivista buscando hacer de un ejercicio educativo una actividad divertida”<sup>1</sup>

- **Software educativo para el desarrollo de actividades de comprensión espacial usando sistema de visión artificial (Bogotá 2011), TE-13902**

“Relaciona actividades de comprensión espacial con nociones subyacentes a los movimientos y gestos de la mano, se diseña un software educativo para apoyar las actividades mencionadas, recibe el nombre de Lookat 3D y su manipulación se realiza por medio de sistemas de visión artificial al reconocer gestos de la mano”<sup>2</sup>

- **Desarrollo de estrategias en sistemas multiagentes (Robots futbolistas) con implementación de visión artificial (Bogotá 2010), TE-12702**

“Describe aspectos de estrategia y control para la implementación de un equipo de robots futbolistas, con mecanismos que permitan el fácil desplazamiento de cada agente y de una forma precisa dentro del campo de juego. Los aspectos importantes a tener en cuenta es el sistema de visión artificial, proceso indispensable para poder desarrollar estrategias de ubicación de cada uno de los agentes”<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> VARGAS QUIROGA GERMAN EDUARDO, “Software educativo como herramienta didáctica al proceso de aprendizaje en circuitos eléctricos dc” 2008, pág. iv.

<sup>2</sup> ALBADAN Romero Helver Javier y SUAREZ Molina Verónica Johana, “Software educativo para el desarrollo de actividades de comprensión espacial usando sistema de visión artificial” 2011 pag13

<sup>3</sup> ARIZA Guerreño Holman Alexander, CASTIBLANCO Álvarez Juan Andrés y SUAREZ Camargo José Luis, “Desarrollo de estrategias en sistemas multiagentes (Robots futbolistas) con implementación de visión artificial” 2010 pág. 4

## 6. Justificación

Con la incursión de las tecnologías de la información y comunicación (TIC'S) se plantea el diseño y uso de ambientes virtuales de aprendizaje, posibilitando la interacción de los docentes, estudiantes y los dispositivos tecnológicos para lograr mejoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela. Siendo los circuitos básicos una temática fundamental en tecnología se hace necesario evolucionar las practicas convencionales y ligado con el auge de las TIC'S es posible desarrollar laboratorios virtuales que simulen la realidad, involucrando a los educandos, reduciendo costos de infraestructura y materiales, riesgos en el proceso de los mismos y aumentar la motivación del estudiante gracias a lo innovador que puede llegar a ser una práctica en realidad virtual controlado con visión artificial.

Las orientaciones generales para la educación en tecnología (OGET) del ministerio de educación nacional, plantean la necesidad de fomentar una alfabetización tecnológica, comenzando desde la escuela, *“Por ello es indispensable generar flexibilidad y creatividad en su enseñanza, se sugiere trabajar la motivación a través del estímulo de la curiosidad científica y tecnológica”*<sup>4</sup>. Por este motivo se plantea el diseño y la implementación de una herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos que nos permita innovar y lograr una mayor comprensión de las temáticas expuestas en las clases de tecnología, a partir de la motivación y la fascinación que pueden obtener los estudiantes, por medio del apoyo a la parte teórica, con laboratorios simulados en un entorno virtual mediante un sistema de visión artificial, utilizando una cámara de profundidad como sensor de entrada, el cual se a convertido en un dispositivo multifuncional de gran aplicabilidad a la hora de diseñar herramientas de apoyo para el desarrollo de actividades de tipo innovador, entretenido y además que permita estructurar los conceptos propuestos para el área debido a sus diferentes características.

---

<sup>4</sup>MINISTERIO DE EDUCACIONAL NACIONAL, “Orientaciones generales para la educación en tecnología (OGET)” 2008. La alfabetización en tecnología. Pág. 11

## **7. Delimitación**

El proyecto está planteado para diseñar una herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos, por medio de la elaboración de una actividad mediante realidad virtual controlada con visión artificial en estudiantes de grado sexto de educación básica, que inician su proceso en el área electricidad.

El sistema de visión artificial de la herramienta reconocer desplazamientos de las manos y algunas señas determinadas durante el desarrollo del algoritmo, las cuales permitirán interactuar con la interfaz gráfica.

Se plantea crear la base de la herramienta, dejando el proyecto abierto para generar posibles mejoras en futuros trabajos o proyectos de grado referentes al tema de simulación de circuitos eléctricos.

## **8. Objetivos**

### **Objetivo general**

Diseñar una herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos en un ambiente de realidad virtual utilizando visión artificial.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar e implementar un sistema de visión artificial que permita identificar los desplazamientos de las manos utilizando una cámara de profundidad como sensor de entrada.
- Diseñar una interfaz gráfica en Unity3D que simule un espacio propicio para el desarrollo de prácticas de circuitos eléctricos básicos.
- Elaborar prácticas de laboratorio de electricidad básica dentro del entorno virtual orientadas a la comprensión de circuitos.
- Documentar pruebas piloto del funcionamiento de la herramienta

## **9. Marco teórico**

### **9.1 Herramientas para la enseñanza de tecnología**

Actualmente la escuela ha ido transformado las maneras de cómo y con qué se enseña en busca de un mayor aprovechamiento de los espacios académicos y de mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje, para lograr más comprensión de las temáticas vistas, por ello y con el auge de las tecnologías de la información y la comunicación con las que convivimos a diario y encontramos en casi todo lo que nos rodea se hacen importantes utilizarla como una herramienta escolar que facilite al docente optimizar los procesos de enseñanza y al estudiante la manera en que aprende, esto a partir de la innovación y la creación de entornos que permitan renovar los procesos en la escuela.

Se entiende por herramienta didáctica todo aquello que permita realizar un proceso de enseñanza aprendizaje, con un fin determinado.

Las tecnologías de la información y comunicación (Tic's) tienen como objetivo transformar las formas y los ambientes de aprendizaje a partir del uso de herramientas tecnológicas en la educación, buscando una participación activa del estudiante y vinculando al docente como facilitador del aprendizaje, comenzando por la apropiación de herramientas que impliquen no solo el aula de clase como espacio de clase, sino la implementación de ambientes virtuales que logren despertar curiosidad y motivación en los educandos, además de otros medios tecnológicos como blogs, simuladores, videoconferencias, redes sociales presentaciones didácticas, entre otras para primero, acoplar la educación a los cambios sociales y segundo, apropiarse espacios que logren mejorar la comunicación y el procesamiento de información en la escuela para que exista un aprendizaje más significativo y una alfabetización en tecnología.

De allí que se puedan categorizar en 8 tipos de herramientas tecnológicas para la educación que son: (Peñalosa, 2013)

1. **Ambientes:** Son espacios en el cual los usuarios realizan actividades educativas como las aulas virtuales.
2. **Presentación de contenidos:** Son medios que se utilizan para aclarar o explicar algún tema dentro del proceso de enseñanza. Algunos ejemplos son: tutoriales, videos y exposiciones (YouTube, Vimeo), imágenes (Flickr, Photoboot), presentaciones didácticas (Slideshare, Prezi), ejercicios repetitivos y cuestionarios (Quandary).
3. **Co-construcción colaborativa:** Desarrolla actividades de aprendizaje en grupo generando una retroalimentación con los demás estudiantes, como por ejemplo Foros, Wikis, WebQuests, Blogs, Microblogs, Videos en línea, etc.
4. **Autoría y productividad:** A partir de estas herramientas se promueven la creación de proyectos escolares y contempla la posibilidad de no solo ser usuarios de la tecnología para aprender con ella y no de ella. Algunos ejemplos son: Generación de audio, creación y edición colaborativa de documentos, almacenamiento en “la nube”, marcadores sociales Web y lenguajes educativos.
5. **Comunicación:** Este tipo de herramienta se basa en el intercambio de información entre usuarios en tiempo real, como trabajos o de ideas a partir de Chat, audio, videoconferencia.
6. **Inmersión:** Simula espacios académicos para aplicar los conocimientos adquiridos tales como simuladores, realidad virtual y georreferencia, haciendo posible representar situaciones que la herramienta presenta como espacios o acciones.
7. **Estrategias de aprendizaje:** Busca la construcción de aprendizaje por parte de los educandos por medio de mapas conceptuales, mapas mentales y toma de notas.
8. **Herramientas cognitivas:** Tienen como fin de la solución de problemas por medio de aplicaciones para aprender a partir del manejo de la información.

En general estos tipos de herramientas buscan lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes por medio del uso y apropiación de medios tecnológicos, a

partir de espacios no tradiciones y con los cuales interactúa cotidianamente, esto con un acompañamiento permanente del docente para el manejo adecuado de ellos.

## 9.2 Visión Artificial

La visión artificial es un campo de la inteligencia artificial que permite el procesamiento y análisis de imágenes a partir de diferentes técnicas para obtener información de ellas (“Visión artificial”, consultado 2013). Un sistema de visión artificial se obtiene a partir de obtener automáticamente las estructuras y propiedades de las imágenes teniendo en cuenta no solo sus propiedades geométricas (forma, tamaño y posición), sino también sus propiedades materiales tales como color, iluminación, textura, composición, entre otras (González, Martínez, Pernía, Alba, Castejón, Ordieres y Vergara, 2006).

### Etapas de un proceso de visión artificial



Imagen N° 1 Etapas de un proceso de visión artificial

Imagen tomada de Libro digital “introducción a la visión artificial” PLATERO CARLOS

[http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/MIP\\_VisionArtificial/ApuntesVA/cap1In](http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/MIP_VisionArtificial/ApuntesVA/cap1In)

Cuando se habla de un proceso de visión artificial se pueden reconocer cuatro etapas principales que son:

**9.2.1 Adquisición de imágenes:** La etapa de adquisición de imagen cuenta con dos fases que son:

**9.2.1.1 La captura:** Es el proceso a partir del cual un sensor toma una imagen tridimensional del mundo real y la convierte a un plano bidimensional para posteriormente poder trabajar con ella. (González *et al.*, 2006). Para realizar la captura encontramos distintos dispositivos que se pueden clasificar en:

**Dispositivos pasivos:** Tales como cámaras fotográficas y de video.

**Dispositivos activos:** Se basan en el escaneo. Este tipo de dispositivos recorren el objeto o la escena para reconstruirla digitalmente, entre ellos podemos encontrar:

**Los escáneres 3D:** Utilizando un sensor realizan un barrido de las escenas que se encuentran en 3D a partir de la profundidad del objeto, se utiliza principalmente para medir distancias o realizar estimaciones de la forma de los objetos. Tales como:

**Kinect®:** “Nos brinda la posibilidad de percibir el mundo en tres dimensiones y traducir estas percepciones en una imagen sincroniza” (Neoteo, 2010). El Kinect® es un sensor que realiza el reconocimiento del objeto y sus movimientos para responder con respecto a esto en tiempo real, a partir de:

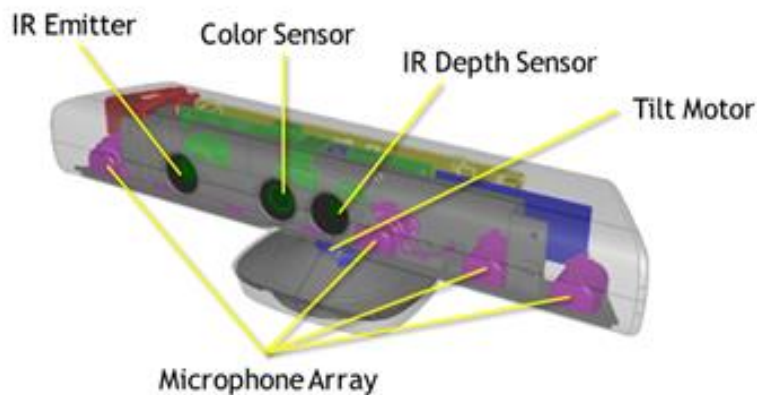


Imagen N° 2 Kinect®

Imagen tomada de Maleny MSP

<http://malenyabrego.wordpress.com/category/kinect/>

1. Sistema de rastreo: Es un sistema óptico que realiza el seguimiento a los movimientos hechos por el objeto, está compuesto por, IR Emitter, un láser que trabaja a la frecuencia de un infrarrojo, haciendo el escaneo del cuerpo del objeto. El IR Depth sensor, es una cámara de infrarrojos que detecta los reflejos del infrarrojo y genera mapas que informan sobre la intensidad de cada punto y segmento de la imagen (Neoteo, 2010). y por ultimo Color sensor

que es una cámara de color (640x480) que añade los valores RGB a los datos adquiridos por la cámara de infrarrojos.

2. Reconocimiento de voz: El Kinect® cuenta con cuatro micrófonos, uno a la izquierda y tres a la derecha, encargados de reconocer sonidos a unos tres metros de la consola. El sistema de reconocimiento de voz trabaja con el sistema de rastreo para detectar la posición y de esta manera con el software 'Beam Forming' realizar un envolvente al objeto, que aísla los demás ruidos y permite enfocarse en el sonido proveniente del cuerpo u objeto. (Tierragamer,2012)
3. Motor: permite direccionar el Kinect® hacia donde se encuentra el objeto o el sonido, este puede realizar un movimiento de hasta 30° hacia arriba o hacia abajo. (Tierragamer,2012)

**9.2.1.2 La digitalización:** Es el proceso mediante el cual se pasa de lo continuo a lo discreto, se resalta dos procesos que son: (González *et al.*, 2006).

**Muestreo:** "Es la medición en intervalos con respecto a otra variable" (Vélez, Moreno, Sánchez y Sánchez, 2003, p. 30) (normalmente de tiempo o espacio). El número de intervalos o muestras es la resolución espacial de la imagen, esta queda guardada en una matriz discreta de MxN píxeles.

**Cuantificación:** "La cuantificación es discretizar cada uno de los valores de los píxeles de la imagen" (Vélez *et al.*, 2003, p.31).

**9.2.2 Procesamiento:** Esta etapa busca mejorar la imagen eliminando lo indeseado o resaltando ciertos elementos como la intensidad y el contraste. Cuando se habla de procesar una imagen debemos tener en cuenta que se va a transformar una imagen de entrada en una de salida a partir de una función, que en este caso puede ser cualquiera de las técnicas utilizadas para el pre - procesamiento. (Vélez *et al.*, 2003).

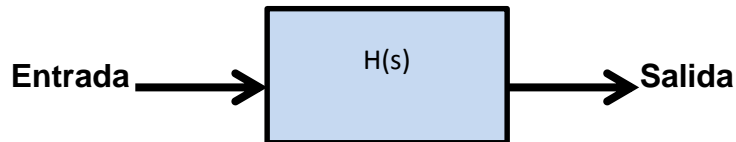


Imagen N°3 Procesamiento

Imagen tomada de VELEZ Serrano José Francisco, MORENO Díaz Ana Belén, SANCHEZ Calle Ángel y SÁNCHEZ Marín José Luis Esteban “Visión por computador” Libro digital

**H(s)**: función que se va a aplicar a la imagen de entrada para obtener la de salida.

Existen diferentes técnicas pero a continuación se nombran las más usadas en el campo de la visión artificial:

**9.2.2.1. Operaciones básicas:** Se utilizan para modificar los píxeles de una imagen, se dividen en dos tipos: las operaciones aritmético-lógicas y las operaciones geométricas

**Operaciones Aritmético-Lógicas:** Conjunción (AND), Disyunción (OR), Negación, Suma, Resta, Multiplicación y División.

**Operaciones geométricas:** Traslación, Escalado y Rotación

**9.2.2.2. Filtrado espacial:** El filtrado espacial se realiza directamente sobre la imagen, en el dominio del espacio, consiste principalmente en recorrer la matriz pixel por pixel y realizar alguna operación matemática con un número específico de píxel vecino, el conjunto de píxeles vecino son llamados ventanas y son matrices de 3x3 o 5x5, etc. (González *et al.*, 2006).

Entre los filtros espaciales se destacan:

**Promediadores de Área:** “Son filtros pasa bajas que se utilizan para eliminar ruido de alta frecuencia de la imagen” (González *et al.*, 2006, p.43). A continuación se muestra algunas matrices de convolución:

$$h_a = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad h_b = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad h_c = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Imagen N°4 Matrices de convolución

Imagen tomada de GONZALEZ Marcos Ana, MARTINEZ de Pisón Francisco, PERNÍA Alpha Verónica, ALBA Fernando, CASTEJÓN Manuel, ORDIERES Joaquín, VERGARA Eliseo “Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial” 2006

**Filtros de obtención de contorno mediante gradientes:** Son usados para destacar los borde de una imagen, Se obtiene a partir de calcula el gradiente en una dirección y promedia la otra, se destacan filtros como Sobel, Roberts y Prewitt (González *et al.*, 2006).

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Filtro Sobel

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \text{ y } \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Filtro Robert

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \text{ y } \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Filtro Prewitt

Imagen N° 5. Filtros

Imagen tomada de GONZALEZ Marcos Ana, MARTINEZ de Pisón Francisco, PERNÍA Alpha Verónica, ALBA Fernando, CASTEJÓN Manuel, ORDIERES Joaquín, VERGARA Eliseo “Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial” 2006

**Filtro detector de bordes con el operador laplaciano:** Este filtro “permite obtener mejor los bordes de una imagen cuando las variaciones de intesidad no son tan grandes, pero son mas sensibles al ruido” (González *et al.*, 2006, p.47).

El operador Laplaciano se define como:

$$L[f(x,y)] = \partial^2 \frac{f(x,y)}{dx^2} + \delta^2 \frac{f(x,y)}{dy^2}$$

Y se transcribe a una matriz de convolución como:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

**9.2.2.3 Filtro en el dominio de la frecuencia:** Este tipo de filtros permiten “detallar con cuanta frecuencia se repiten ciertos patrones de una imagen, logrando detectar y alterar elementos que se encuentran presentes en una imagen tales como el ruido y contornos” (Vélez *et al.*, 2003, p.90).

**Filtro Pasa Baja:** Este tipo de filtro deja las frecuencias bajas y elimina las frecuencias altas y. Permite suavizar los contornos de la imagen. (Vélez *et al.*, 2003).

**Filtro Pasa Altas:** Los filtros pasa altas conserva las frecuencias altas y eliminan las frecuencias bajas. El resultado de aplicar este filtro es que resalta los contornos y el ruido de alta frecuencia. (Vélez *et al.*, 2003).

**Filtro Pasa Bandas:** Los filtros pasa bandas conserva un intervalo de frecuencia sin modificar y el resto de las frecuencias las elimina. Es resultado de un filtro pasa altas y un filtro pasa baja. Los filtros pasa bandas se utilizan para eliminar ruido de una imagen. (Vélez *et al.*, 2003).

**9.2.2.4 Operaciones Morfológicas:** Las operaciones morfológicas son operaciones matemáticas relacionadas con la teoría de conjuntos y se utilizan para solucionar problemas que tengan que ver con imágenes, tales como ruido. (Vélez *et al.*, 2003).

Algunas operaciones son:

**Dilatación:** Agrandando la imagen sobre la que aplica, “el elemento B es elemento que dilata al elemento A y se conoce como elemento estructural de dilatación” (Vélez *et al.*, 2003, p.113).

$$A \oplus B$$

**Erosión:** Adelgaza la imagen sobre la que se aplica, es lo opuesto a la dilatación. (Vélez *et al.*, 2003).

$$A \ominus B$$

**Apertura:** consiste en erosionar y luego dilatar una imagen para agrandar zonas de pixeles inactivos presentes en zonas de pixeles activos. (Vélez *et al.*, 2003).

$$A \circ B$$

**Cierre:** Consiste en dilatar y luego erosionar una imagen para eliminar zonas de pixeles inactivos presentes en zonas de pixeles activos. (Vélez *et al.*, 2003).

$$A \bullet B$$

**9.2.3 Segmentación:** Es el proceso para el reconocimiento de objetos dentro de una imagen, es decir determinar ciertas regiones o segmentos que puedan considerarse importantes y que se puedan extraer características.

A estas características generalmente se les realiza una aproximación homogénea o un grado de tolerancia que es un rango donde esta pueda variar y aun así considerarse dentro de esta categoría a extraer.

Dentro de las características más comunes a segmentar se encuentra:

- Intensidad de los pixeles
- Textura
- El color
- Profundidad relativa

Existen diferentes tipos de algoritmos de segmentación entre los cuales se destacan:

**Discontinuidad:** Partición de la imagen en cambios abruptos de intensidad (contornos). Detecta:

- Puntos, líneas y bordes

**Similitud:** Partición de la imagen en regiones que son similares de acuerdo a un criterio predefinido.

El proceso de segmentación es muy importante ya que da lugar a la solución correcta al problema planteado.

**9.2.4. Análisis:** Después de realizada la segmentación es necesario obtener parámetros de las características obtenidas del objeto.

A la hora de seleccionar los parámetros hay que tener en cuenta que estos deben ser: (González *et al.*, 2006).

**Discriminantes:** Diferenciar lo más posible el objeto de otros pertenecientes a la misma familia o clase.

**Independientes:** No se relacione con otro parámetro.

**Suficiente:** Permita limitar de manera suficiente la pertenencia del objeto a la clase.

Dentro de los parámetros encontramos:

**Parámetros de frontera:** “Se obtienen del estudio del contorno de los objetos” (González *et al.*, 2006, p.76).

- Longitud
- Diámetro
- Curvatura

**Parámetros de región:** Este tipo de parámetros se obtiene del análisis del contorno del objeto o de las características del mismo. (González *et al.*, 2006).

- Medidas de área: Área del objeto, área de los huecos y área convexa.
- Centro de gravedad o centroide.
- Caja de contorno.
- Cuerdas
- Perímetro.
- Ejes.
- Orientación.
- Redondez.
- Rugosidad.
- Número de huecos.

### **9.3. Circuitos Eléctricos Básicos**

#### **¿Qué es un circuito eléctrico?**

Es una combinación de elementos conectados entre sí de manera que proporcionen uno o más recorridos cerrados que permitan la circulación de la corriente y el aprovechamiento de esta para la realización de un trabajo útil.

#### **9.3.1 Partes de un circuito eléctrico**

“Todo circuito eléctrico práctico, sin importar que tan simple o que tan complejo sea, requiere de cuatro partes básicas

- Una fuente de energía eléctrica que fluya a través del circuito.
- Conductores que transporten el flujo de electrones a través del circuito.
- La carga, que es el dispositivo a los cuales se suministra la energía eléctrica.
- Un dispositivo de control que permita conectar o desconectar el circuito.”(Enriquez, 2009, p.12)

### **9.3.2. Corriente eléctrica**

Es el flujo de electrones que hay a través de un circuito cerrado, naturalmente esta no fluye como el agua, por canales si no que necesita ciertos materiales conductores como los alambres metálicos, por tanto la electricidad es aprovechable solo mediante aparatos que puedan generar una corriente de electrones intensa y constante. (Kothe, 2012)

**9.3.2.1 Corriente alterna** es la corriente generada mediante un imán giratorio, y esto hace que cambie su sentido e intensidad.

**9.3.2.2 Corriente continua** es la corriente que siempre esta constante y que no cambia con el tiempo tampoco cambia de dirección es generada por baterías, pilas etc.

### **9.3.3. Voltaje**

Es la fuerza que impulsa a los electrones a través de un circuito cerrado, cuanto más voltaje tenga una fuente más fuerza hay para empujar a los electrones, y se le denota con la letra **V**. los electrones siempre se desplazan desde un punto de potencial alto hacia un punto de potencial más bajo.

### **9.3.4. Resistencia eléctrica**

Es un dispositivo eléctrico que se compone de un material q dependiendo de su valor permite generar una oposición al flujo de electrones dentro de un circuito, esta oposición o resistencia eléctrica consume energía o potencial eléctrico con el fin que los electrones puedan circular a través de ella.

### **9.3.5. Ley de Ohm**

En 1805, George Simón Ohm científico alemán, realizo experimentos que llevaron a establecerlos como leyes de los circuitos eléctricos. “tanto como la ley como la unidad de resistencia eléctrica llevan su nombre”

Las tres formas de expresar la ley de Ohm son: (Enriquez, 2009)

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{Corriente}}; E = \frac{E}{I}$$

$$\text{Corriente} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{Resistencia}}; I = \frac{E}{R}$$

$$\text{Voltaje} = \text{Resistencia} \times \text{corriente} \quad V = R * C$$

### 9.3.6. Circuitos en conexión serie

Un circuito en serie se forma cuando se conectan dos o más cargas a una fuente, de modo que exista una sola trayectoria para la circulación de la corriente. Para ello es necesario que las cargas estén conectadas una a otra a la fuente de alimentación, formando una cadena. (Cekit.S.A)

En este caso la corriente que sale del polo negativo de la fuente y recorre todo el circuito pasando por la resistencia1 y luego por la resistencia2, ingresando por el polo positivo, si se interrumpe el paso de la corriente en la resistencia2 también se interrumpe la de la 1. (Cekit.S.A)

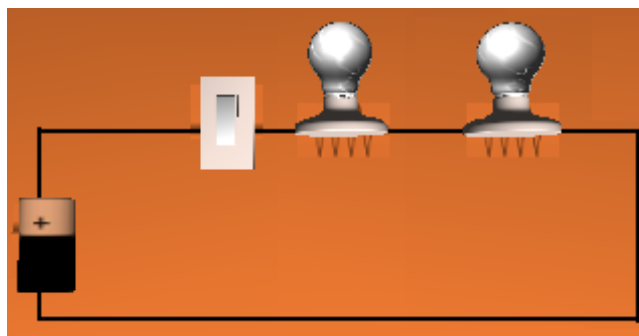


Imagen N° 6.Circuito serie

### 9.3.7. Circuitos en conexión paralelo

Un circuito paralelo se forma cuando se conectan dos o más cargas a una misma fuente formando más de dos trayectorias de corriente a través del circuito. En este caso la corriente que sale de la fuente se reparte para las dos bombillas.

Así se interrumpa el paso de energía en la bombilla2 esto no afecta a la otra bombilla. (Cekit.S.A)

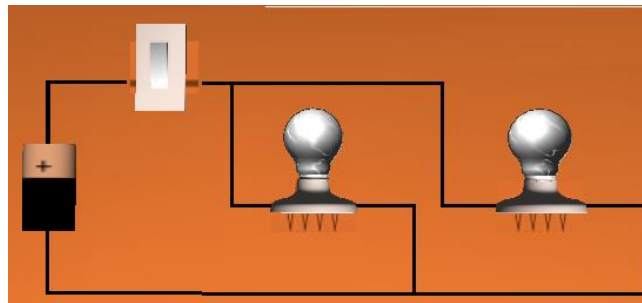


Imagen N° 7. Circuito paralelo

### 9.3.8. Circuitos en conexión serie – paralelo

Un circuito en paralelo es cuando se combinan las cargas de serie y paralelo, teniendo en cuenta que si se interrumpe el paso de corriente en la bombilla1 se afectan las otras bombillas, pero si la interrupción fuera en la bombilla3 esto no afectaría a el resto del circuito. (Cekit.S.A)

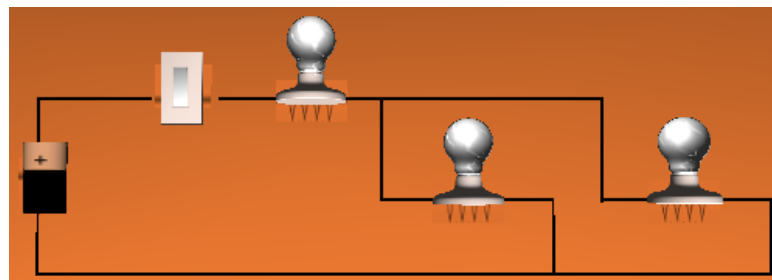


Imagen N° 8. Circuito Mixto

## **10. Metodología**

Este proyecto pretende elaborar una herramienta de apoyo para la enseñanza de tecnología en la escuela, específicamente el área de electricidad, buscando interacción a la hora de implementar los conceptos básicos de la asignatura como los son los circuitos eléctricos básicos, generando cambios en la forma en que el estudiante aprende debido a que no solo se modifica el ambiente donde el estudiante interactúa, sino que también la manera en la se realizan las prácticas de laboratorio pasando de lo presencial o lo virtual. Se planteó diseñar una interfaz gráfica en la cual, primero el estuante se sienta cómodo y además sea comprensible y segundo simule un laboratorio de electrónica para crear la sensación de que el estuante está trabajando en un espacio real pero con riesgos y costos menores. Se utilizó el software Unity ® debido a que tiene un buen nivel en los gráficos logrando que la herramienta sea atractiva visualmente y los componentes se vean reales. El sistema de visión artificial se implementó en MATLAB® 2013, en el que se elaboró un algoritmo matemático para reconocer los diferentes desplazamientos de las manos y el entrenamiento de la herramienta, que permita interactuar con ella por medio de señas y no del uso del mouse.

Como último se realizaron dos actividades que pretenden reforzar los conceptos vistos en clase por medio de simulaciones que faciliten la elaboración de conocimiento a partir de la práctica.

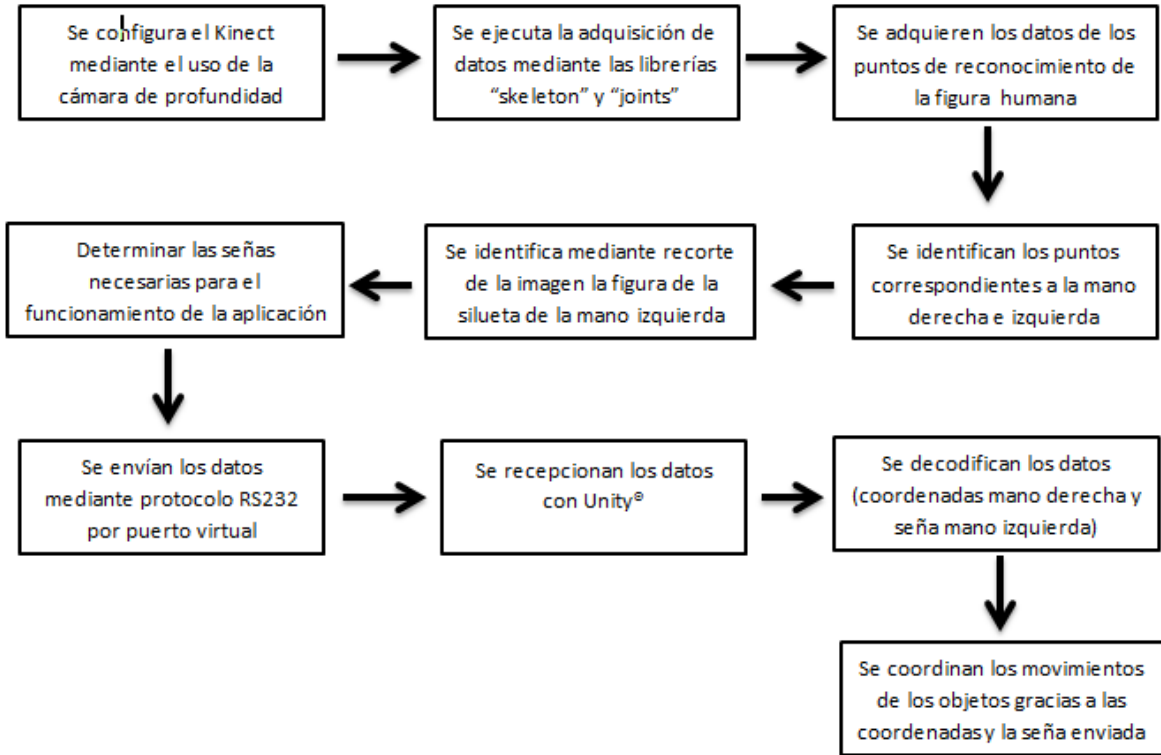


Grafico N°1 Diagrama de flujo de proyecto

## 10.1. Interfaz gráfica

La interfaz gráfica se desarrolla en el programa Unity® que es una herramienta gráfica 3D para la creación de juegos, aplicaciones interactivas, animaciones en 3D y visualizaciones en tiempo real.

Unity3D trabaja con lógica de programación en *JavaScript*, *C#* y *Boo* con la ventaja que es programación orientada a objetos.

Para el diseño de la interfaz de Circuinct se diseñaron algunos objetos en software de modelamiento 3D y otros se descargaron ya modelados, estos se importaron y guardaron como “*Prefabs*” para luego ser pasados a la escena, sin embargo algunos se elaboraron y modelaron en la vista del proyecto.

Se elaboraron “*Script*” los cuales son archivos de programación que se asignan a los diferentes objetos o “*GameObject*” para que estos realicen una acción dentro del entorno.

Los materiales o texturas son imágenes previamente creadas y guardadas para aplicarlas a los objetos y luego ser llamados por el software al momento de ejecutarlo, tiene una gran ventaja y es que se puede actualizar o reemplazar el archivo en el momento que se desee.

Blender® y Poser pro® son programas de modelamiento en 3D, texturizado y animaciones, en el cual se modelaron o renderizaron los objetos que se utilizaron dentro del entorno.

La interacción con la herramienta se realiza por medio de un modelo virtual de la mano que se elaboró en Poser Pro®, la cual es cambiante según la seña aplicada, en nuestro caso mano abierta y mano cerrada las cuales se desplazan en las coordenadas X y Y dentro del espacio de trabajo

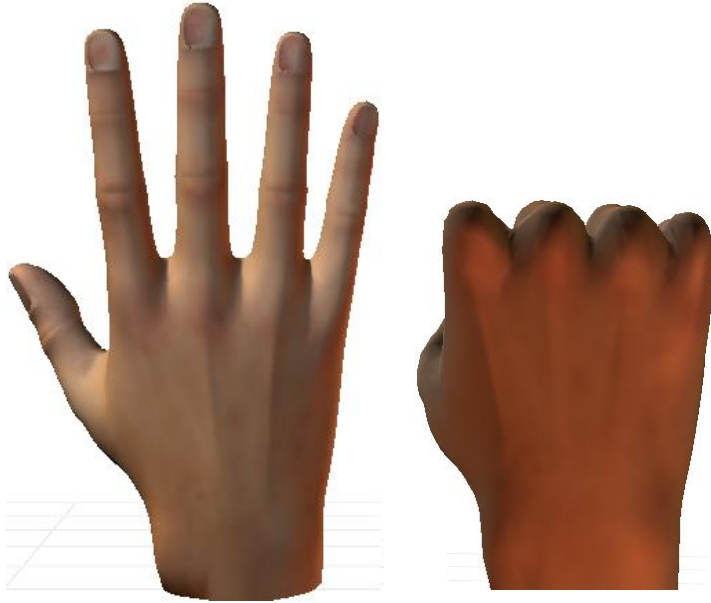


Imagen N°9 Mano abierta

Imagen N°10 Mano cerrada

El Usuario encontrara tres tipos de objetos con los cuales podrá interactuar para poder construir los circuitos eléctricos, los cuales son:

Bombillos



Imagen N°11 Bombillo

El bombillo se descargó de la página Turbo Squid <sup>22</sup>, la roseta se elaboró en Blender® y los detalles como la luz y la transparencia del bombillo se agregaron en Unity®

### Interruptor

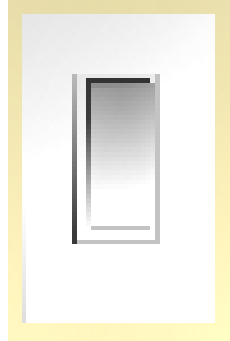


Imagen N°12 Interruptor

El interruptor se elaboró en Blender®, y se exportó como un archivo **.obj** para luego poder importarlo a Unity®

### Fuente de voltaje

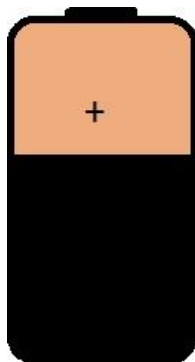


Imagen N°13 Pila

---

<sup>22</sup> **“TurboSquid Incandescent Glass Light Bulb”** Disponible en Internet:  
<http://www.turbosquid.com/FullPreview/Index.cfm/ID/505822> Consultado 26 Dic 2013.

Se realizó la imagen y se guardó como un archivo **.jpg** para luego importarla a Unity® y aplicarla a un “GameObject”.

Se planteó para la interfaz gráfica la siguiente interacción del usuario con la herramienta para que esta se de fácil uso y comprensión, la cual cuenta con una serie de botones que determinan el comportamiento del sistema y las posibles acciones que puede realizar el estudiante.

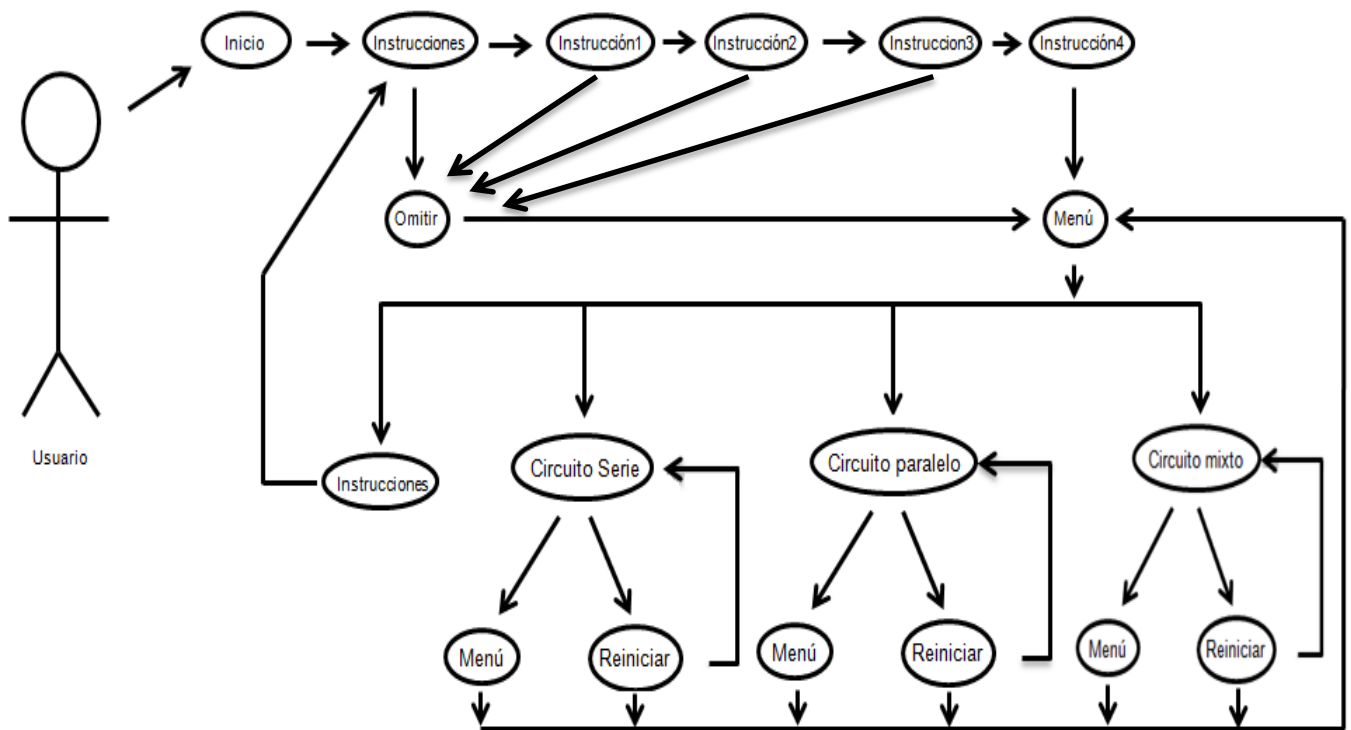


Grafico N°4 Diagrama de caso de uso interfaz

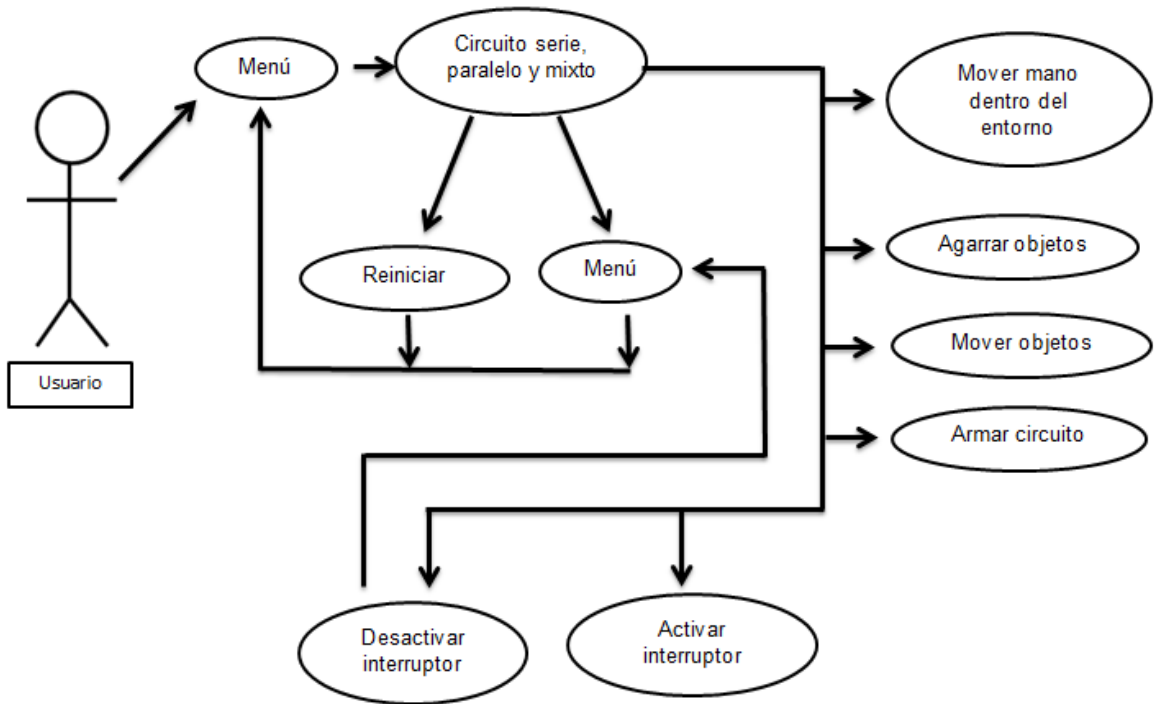
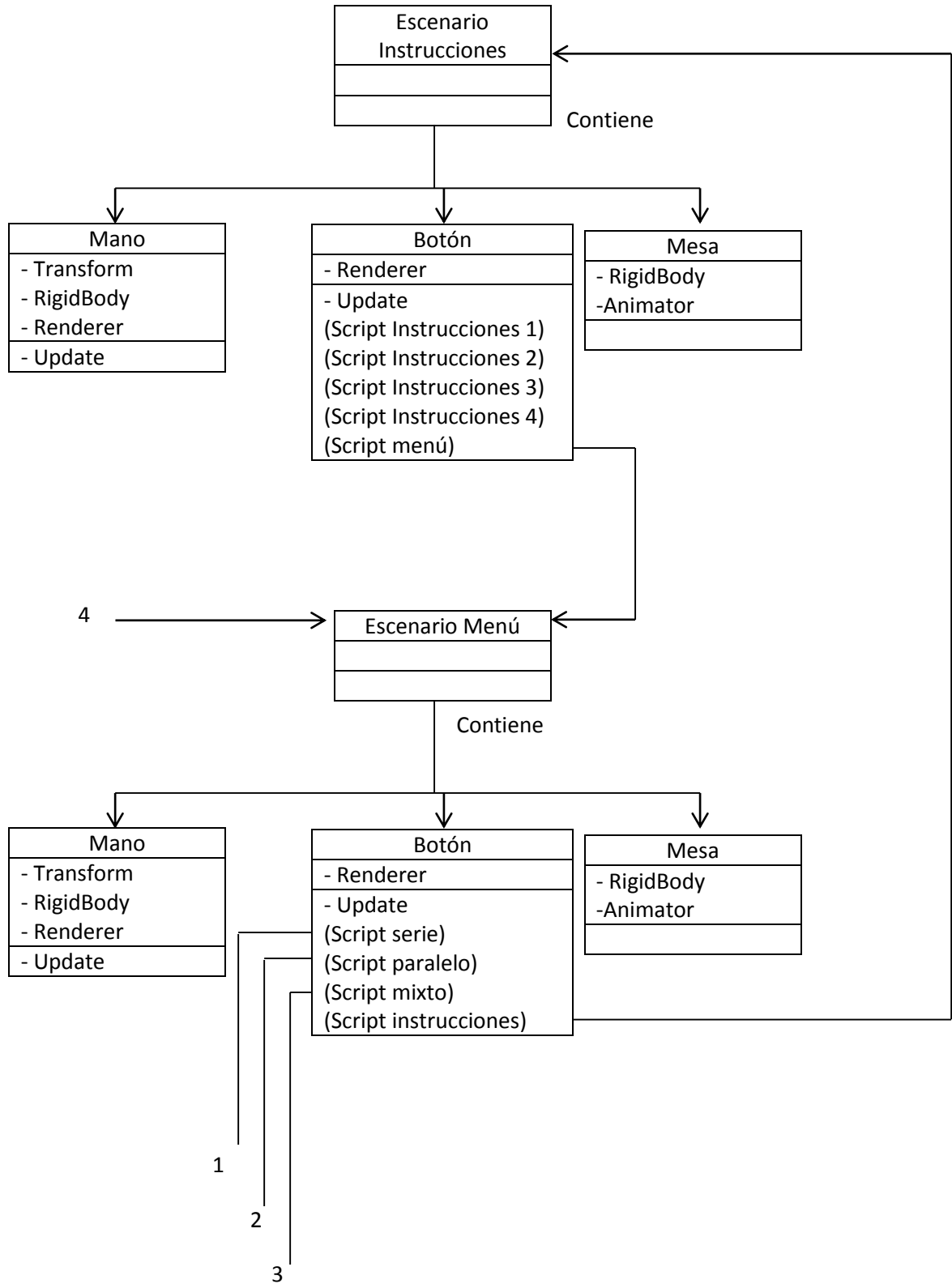
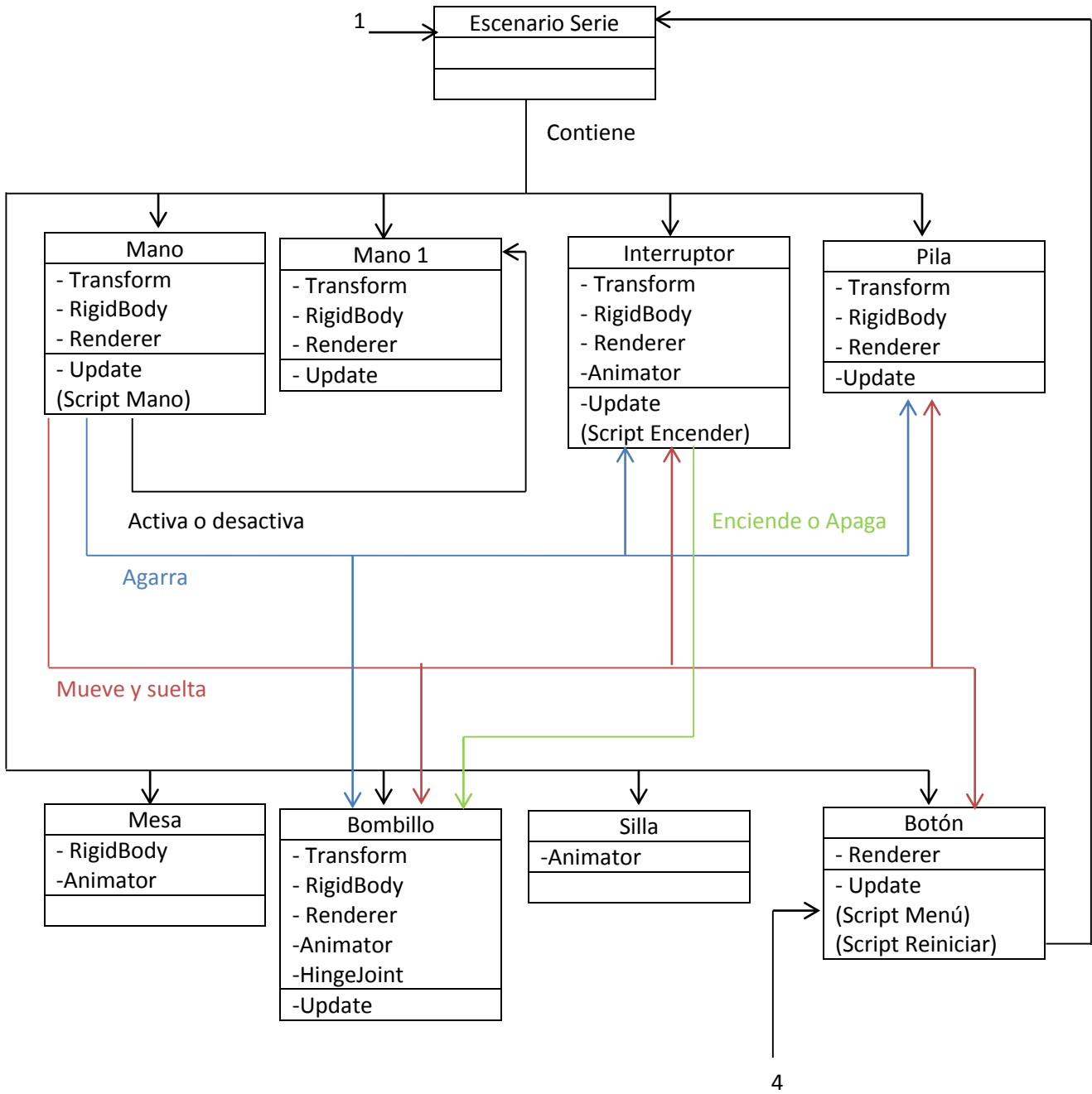
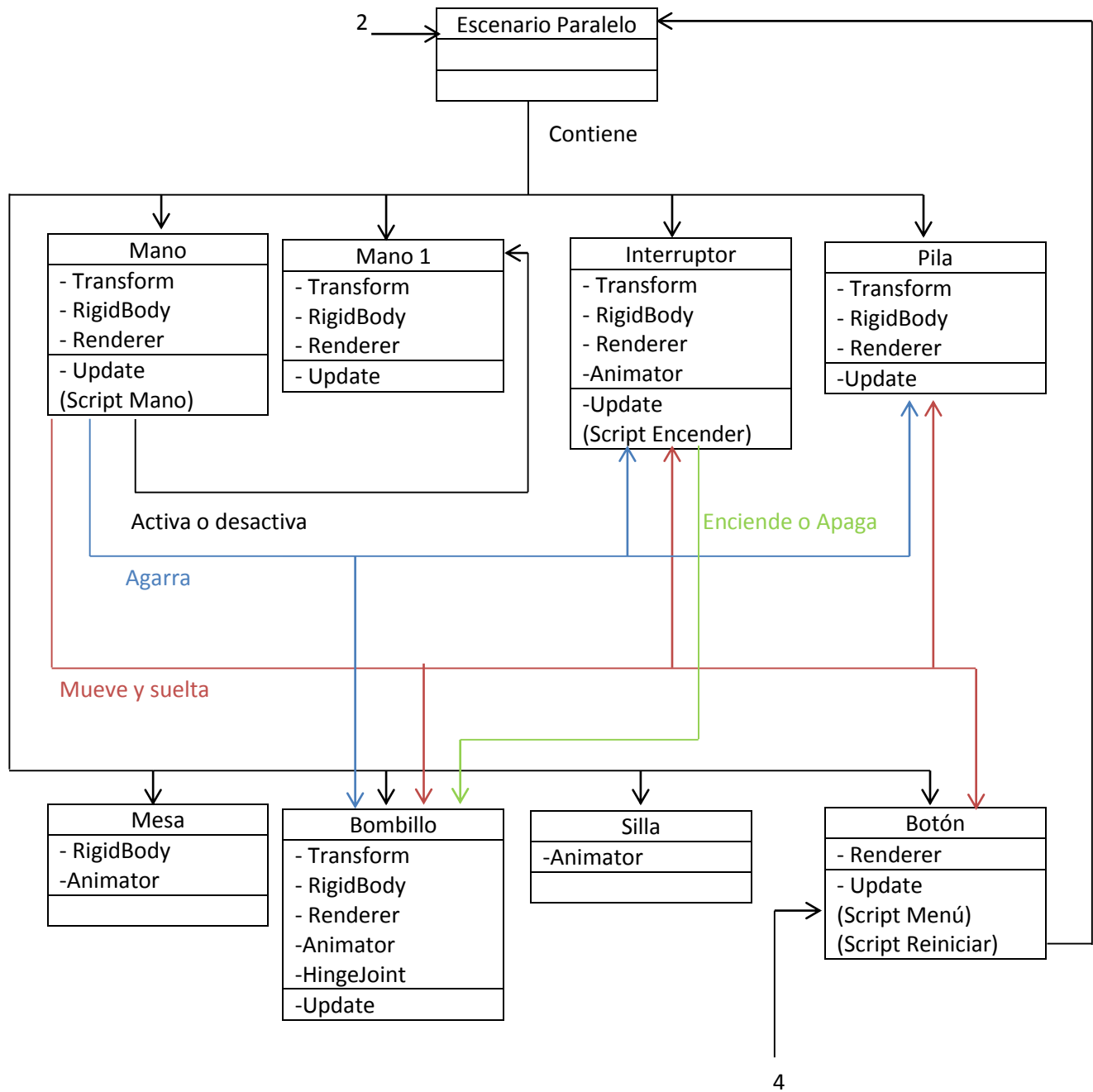
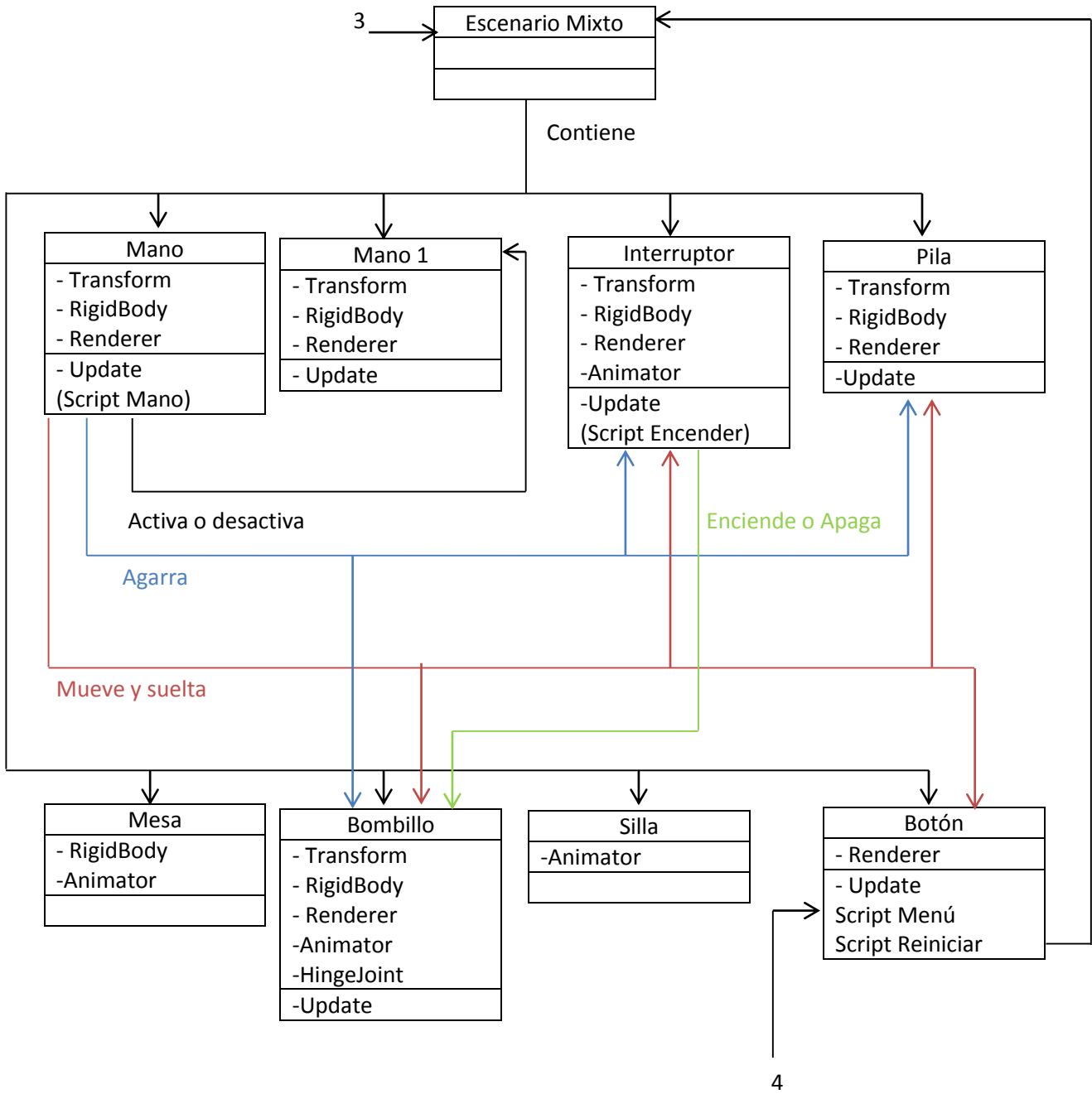


Grafico N°5 Diagrama caso de uso, escenarios









Gráfica N°6 Diagrama de clases de la interfaz gráfica

## 10.2. Sistema de visión Artificial

El sistema de visión de artificial se realizó con de algoritmos matemáticos en Matlab®, para el reconocimiento del esqueleto de la persona y de las diferentes señas. Debido a que el Kinect entrega las imágenes binarizadas y procesadas, no se realizaron algunas etapas dentro de un proceso de visión artificial por esto para la herramienta Circuinet se utilizaron los datos entregados por el kinect para trabajar con ellos y poder determinar la posición y seña a utilizar en la interfaz gráfica.

Para la etapa de adquisición de la imagen se utilizó el Kinect Microsoft un controlador con dos cámaras, una de profundidad y la otra RGB. El sistema de visión artificial se implementó en MATLAB® 2013 que cuenta con un toolbox para la captura de imágenes y permite habilitar y trabajar con la cámara de profundidad del Kinect®.



Imagen N°14 RGB

Entre mas cercano este el objeto o la persona de la cámara de profundidad mayor será la tonalidad de gris ya que el valor del pixel disminuye y viceversa, para hacer una aproximación de la distancia a la cual se encuentra la persona del Kinect.



Imagen N°15 Cámara de profundidad

#### Preprocesamiento de la imagen

El Kinect® realiza un preprocesamiento entregando una imagen binarizada y sin ruido, con la cual se trabaja para llevar a cabo la segmentación. Durante este preprocesamiento podemos obtener la silueta de la persona.



Imagen N°16 Imagen binarizada y filtrada

Kinect reconoce el esqueleto del cuerpo y dependiendo la posición de la persona determina una cantidad de articulaciones. Si la persona se encuentra de pie se obtendrán 20 puntos o articulaciones, si la persona se encuentra sentada se obtendrán solo 10. Se trabaja con una matriz de  $[20 \times 2 \times 6]$ , que son las 20 puntos

del esqueleto, las 2 coordenadas (X y Y) y 6 esqueletos que puede llegar a reconocer, además puede seguir dos personas



Imagen N°17 Joints

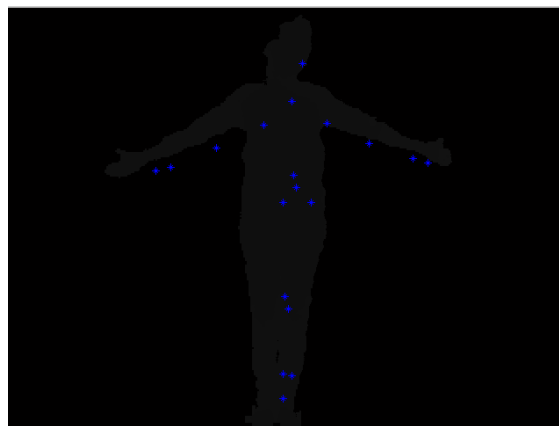


Figura N°18 Joints Cámara de Profundidad

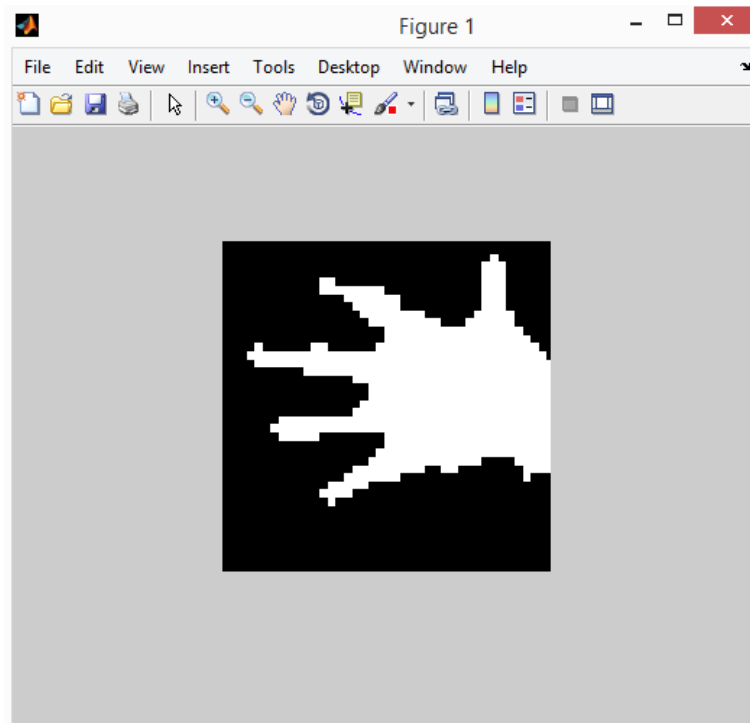
Matlab le asigna un número a cada articulación (MathWorks®, consultado 2013):

```
Hip_Center = 1;  
Spine = 2;  
Shoulder_Center = 3;  
Head = 4;  
Shoulder_Left = 5;  
Elbow_Left = 6;  
Wrist_Left = 7;  
Hand_Left = 8;  
Shoulder_Right = 9;  
Elbow_Right = 10;  
Wrist_Right = 11;
```

```
Hand_Right = 12;  
Hip_Left = 13;  
Knee_Left = 14;  
Ankle_Left = 15;  
Foot_Left = 16;  
Hip_Right = 17;  
Knee_Right = 18;  
Ankle_Right = 19;  
Foot_Right = 20;
```

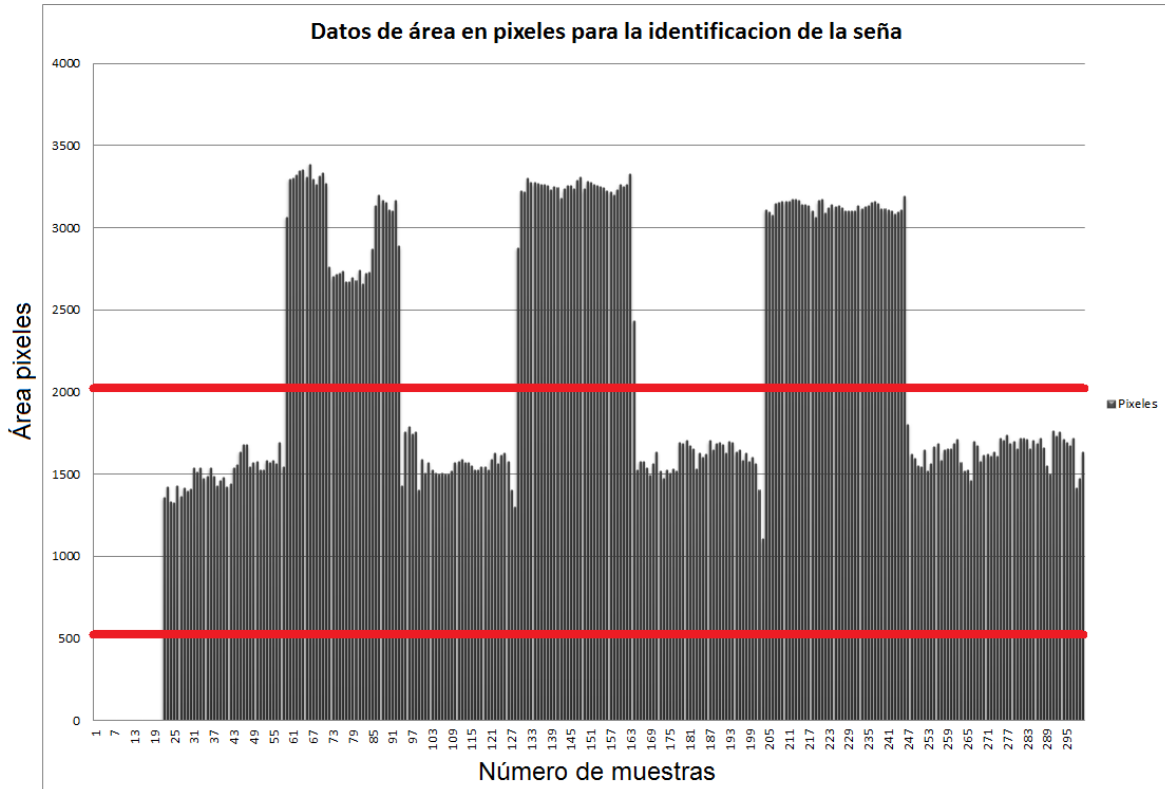
A partir de esto sabemos que la mano izquierda le corresponde el número 8 y la derecha el número 12, esto para trabajar con los “joints” y así ubicar las coordenadas de las manos y determinar la posición de cada una.

La mano derecha es el apuntador dentro de la herramienta, por eso de ella extraemos la posición en X y Y. La mano izquierda se recorta para mejorar el procesamiento debido a que trabajar con la matriz completa ocasiona mayor tiempo y esfuerzo de maquina; y se extraer de ella las características que determinan la seña realizada por la persona



ImagenN°19 Recorte de la mano izquierda

El análisis y procesamiento de la imagen se obtiene partir de extraer los parámetros de región como lo son el área y el perímetro de la mano. La mano abierta tendrá mayor área que la mano cerrada.



Gráfica N°7 rastreo de datos área mano cerrada y mano abierta

A partir de la gráfica se puede observar que los valores del área de la mano cerrada son menores y se encuentran entre el rango de 500 y 2000 píxeles, mientras los datos de la mano abierta son valores mayores a 2000 píxeles. Los datos que se observan en el eje x pertenece a la cantidad de muestras tomadas las cuales fueron aproximadamente 300 y los datos del eje y son el área en píxeles de la mano.

Se realiza una comunicación por Virtual Serial Port® el cual crea puertos seriales virtuales y los conecta de a parejas para poder intercambiar datos de un puerto a puerto. La comunicación se realiza por los puertos 6 y 7. El puerto 6 transmite desde MATLAB® los datos de la posición X y Y de la mano derecha y la información de la seña que realiza la mano izquierda, los cuales son recibidos por

el puerto 7 Unity® y son almacenados en una variable para poder trabajar con ella, de allí se determinó cada dato y se realizó una parametrización de los valores de X y Y para que la mano dentro de la interfaz gráfica se mueva correctamente.

Se realiza una codificación por exceso ya que se aumenta el valor de X 500 veces para diferenciarlo con Y a la hora de recibir los datos, luego se resta 500 para que el valor sea el mismo que es entregado por el Kinect®. Se determinó que el área de la mano abierta varía entre 500 a 2500 píxeles según la proximidad con la cámara y la textura de la misma y la mano cerrada varía entre 0 y 500 píxeles, si la mano se encuentra cerrada el valor transmitido será 3500 y si la mano está abierta el dato será 2500, estos valores serán enviados y discriminados en Unity® para reconocer cada seña y activar el modelo virtual correspondiente a cada una, y entre más cerca se encuentre la persona del Kinect el área de la mano va a ser mayor, es necesario que si el usuario se encuentra en una posición donde el rango es menor al estimado se acerque al sensor o viceversa.

Los datos llegan a Unity® en código ASCII y se decodifican a números enteros, se estableció que el espacio determina cuando se acaba un valor y comienza uno nuevo y a partir de esto se concatena el dato y se distingue entre X, Y, mano abierta o mano cerrada.

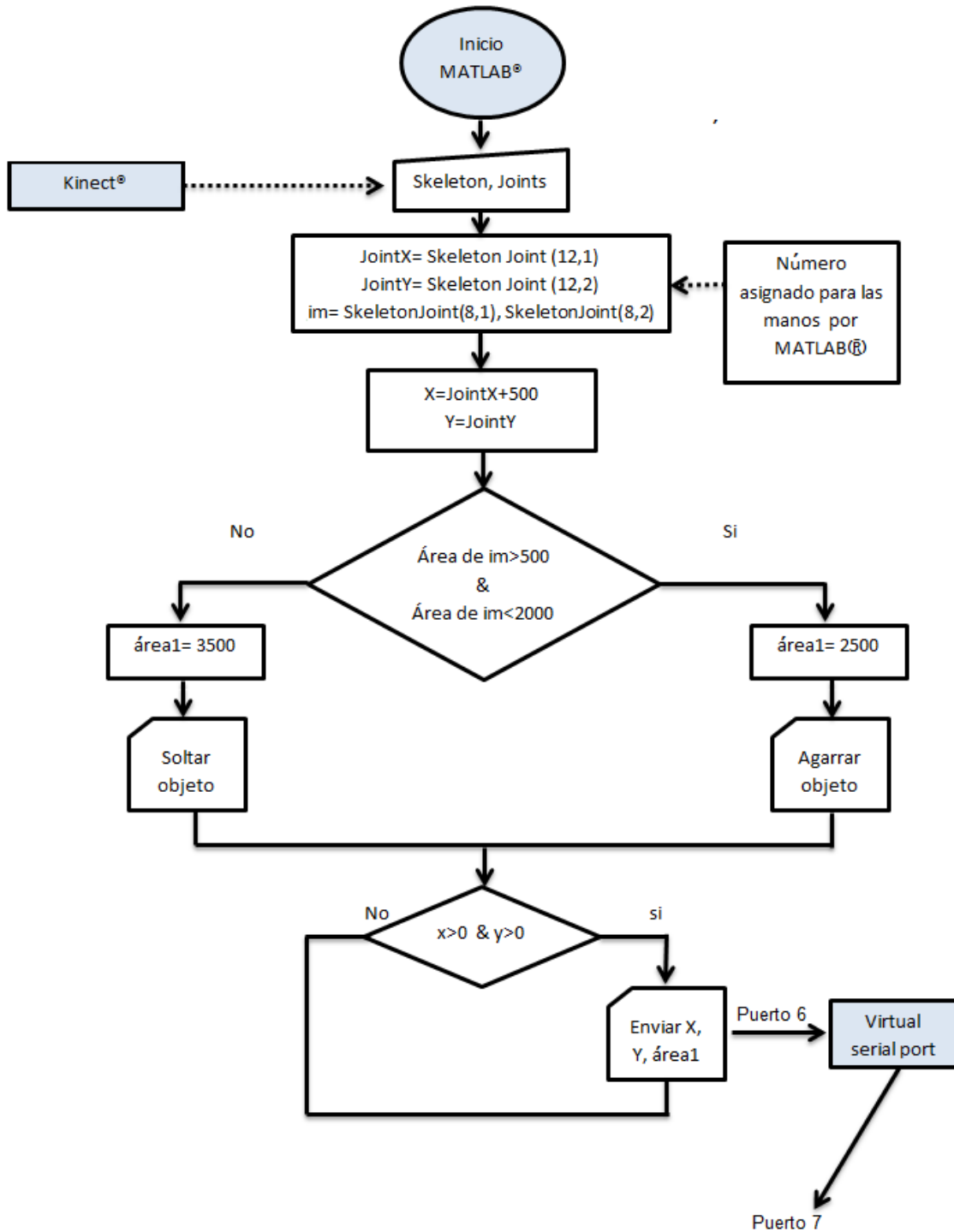


Grafico N°2 Diagrama de flujo de envió de datos desde Matlab®

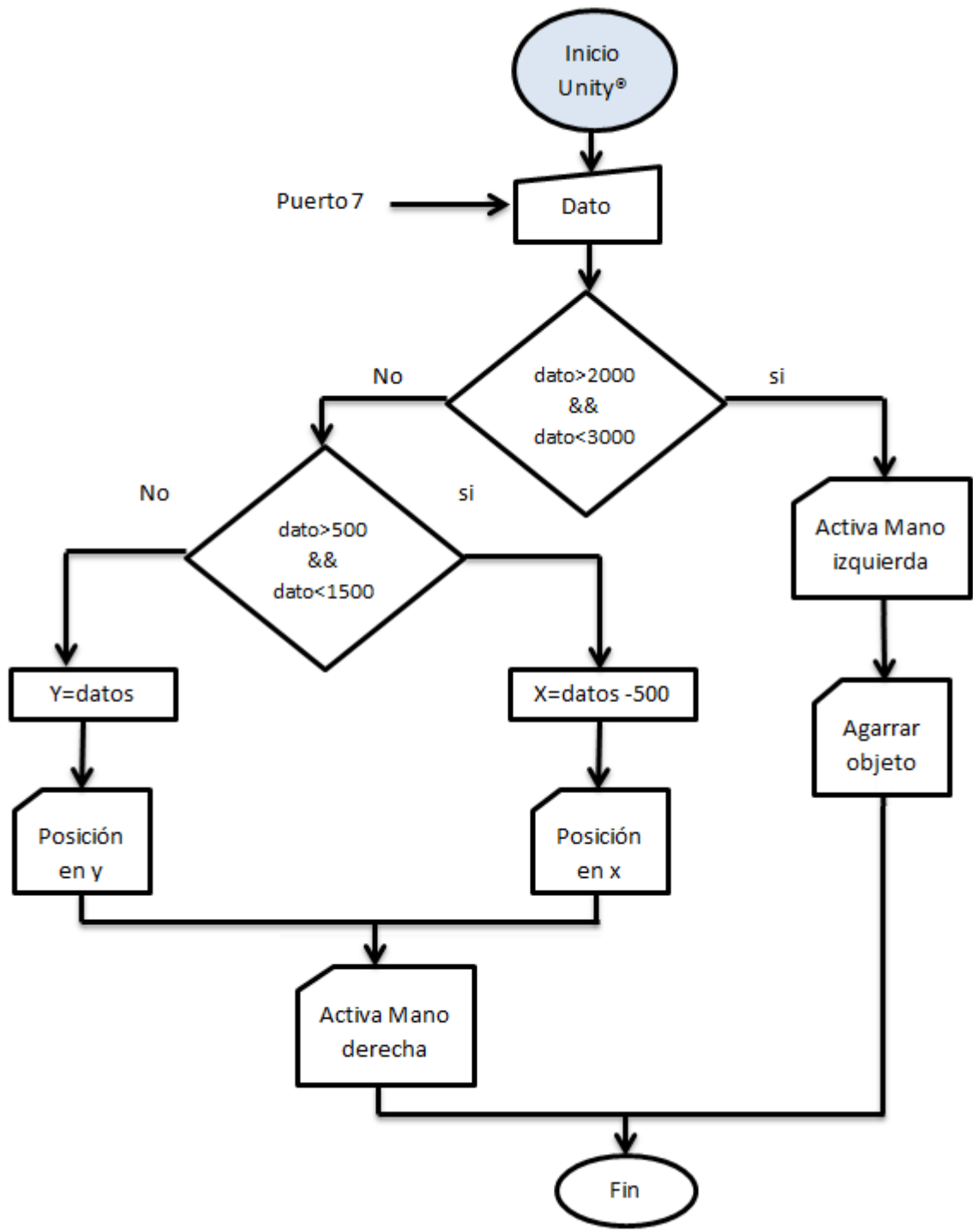


Grafico N°3 Diagrama de flujo recepción de datos a Unity®

### **10.3. Actividades**

El estudiante tendrá la posibilidad de realizar tres tipos de circuitos eléctricos.

Circuito serie, circuito paralelo y circuito mixto los cuales son básicos a la hora de enseñar electricidad en la escuela.

El estudian encontrar los componentes en la interfaz gráfica, los cuales podrá mover y localizar para armar el circuito de forma correcta, las señas le permitirán determinar si quiere mover o agarrar algún elemento.

Al realizar las actividades en forma virtual y con el Kinect® se quiere lograr aprendizaje a partir de la práctica y del ensayo - error, donde el estudiante pueda equivocarse sin obtener gastos de más a la hora de reemplazar materiales y pueda realizarlos las veces que quiera.

Al iniciar la actividad se explica al estudiante el funcionamiento de la herramienta, se deja en claro la intencionalidad de la actividad la cual es que el joven comprenda las diferentes configuraciones de un circuito (serie, paralelo y mixto) y luego se procederá a que construya el circuito eléctrico con los materiales provistos por la herramienta. Actividad anexa (Anexo1

## **11. Resultados**

### **11.1 Interfaz grafica**

La interfaz gráfica simula un laboratorio de electricidad para que el niño se sienta identificado con el ambiente. Está compuesta por una serie de instrucciones para que el usuario conozca la manera de manipular la herramienta y pueda realizar las actividades. Un menú principal donde encontrara una serie de botones que le permiten acceder a las actividades y a las instrucciones, y por ultimo tres actividades, la primera donde el estudiante realiza un circuito en serie, la segunda donde se presta un circuito en paralelo por realizar y la tercera un circuito mixto.

El espacio de trabajo cuenta con los símbolos de los componentes para que el estudiante tenga una guía a la hora de ubicarlos; además hay un rango de tolerancia lo cual hace que el objeto se ubique en la posición cuando este se

encuentra a cierta cercanía de esta. Luego de que el circuito este armado, los componentes se encuentren bien ubicados y el estudiante decida encender el circuito, aparecerán las conexiones.

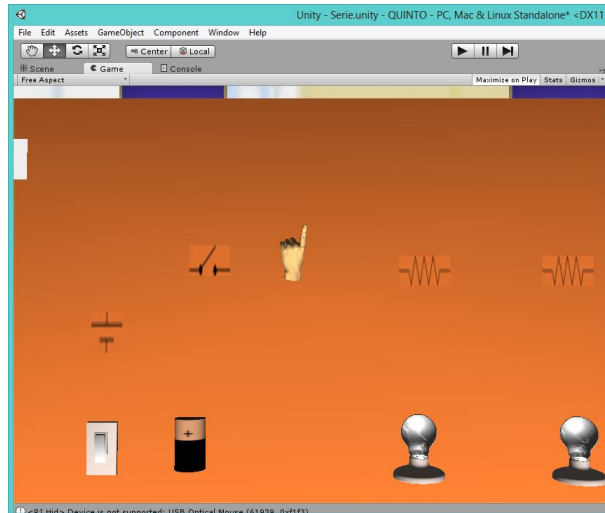


Imagen N°20 Guías

Como inicio de la herramienta se presenta una escena donde se observa un laboratorio de electricidad, el cual cuenta con un botón de inicio que lleva al usuario a las instrucciones de uso, estas se manipulan con el mouse ya que se asume que el estudiante no ha tenido ninguna interacción con esta herramienta.



Imagen N°21 Inicio

Las instrucciones cuentan con cuatro escenas, la primera indica al usuario la manera en la cual debe ubicarse con respecto al Kinect®, la segunda a utilizar las

dos señas, la tercera enseña cómo mover un objeto y la cuarta indica que se debe hacer para que ocurra alguna acción, en este caso activar un botón.

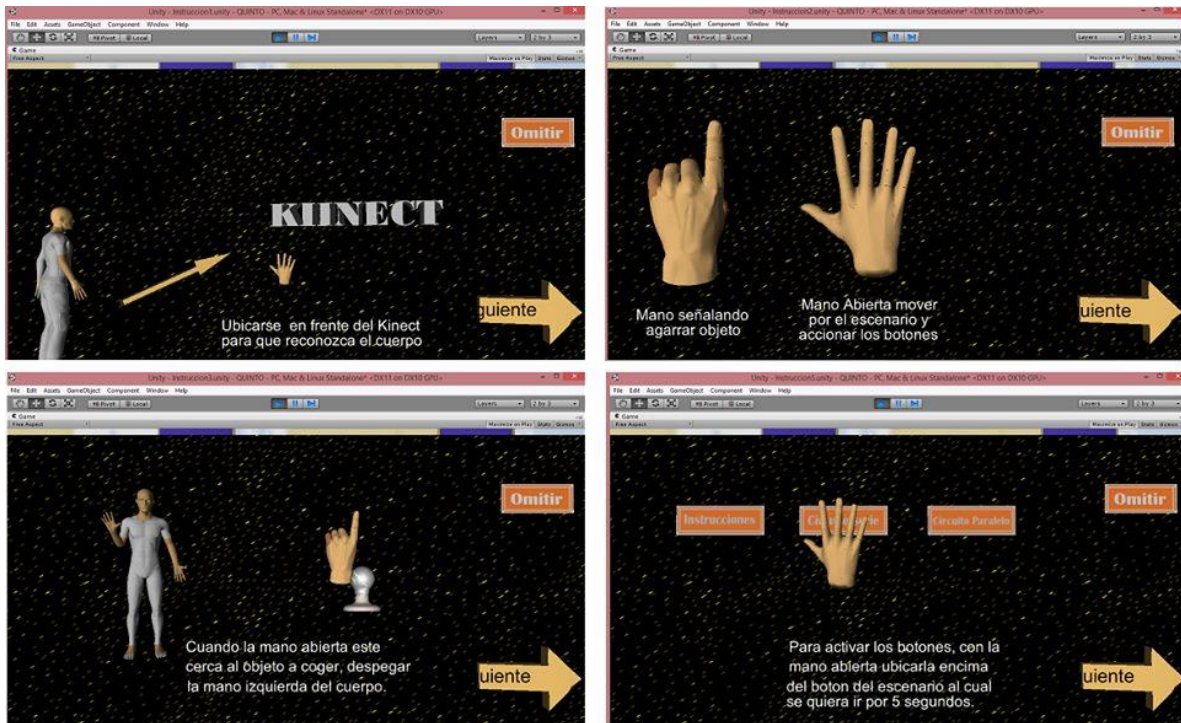


Imagen N°22 Instrucciones

El menú cuenta con tres botones, los cuales se activan al mantener la mano abierta en la misma posición durante 3 segundos, el primer botón activa la escena de instrucciones, el segundo lleva al estudiante a la primera actividad que consiste en elaborar un circuito en serie, el tercer botón es para acceder a la segunda actividad la cual radica en realiza un circuito en paralelo.

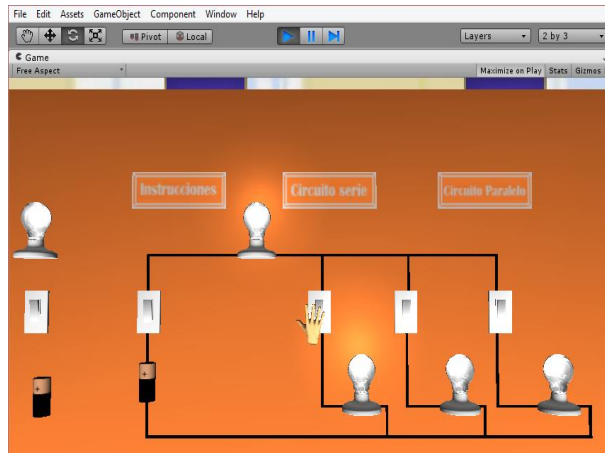


Imagen N°23 Menú

## 11.2 Resultados del sistema de visión artificial.

El sistema de visión artificial determina la posición y la seña a utilizar pero presenta deficiencias en la velocidad, donde el movimiento de la mano es mayor a la realizada por el modelo virtual de la misma, ya que como se observa en la grafica el tiempo de transmisión de datos es muy grande haciendo que la recepción de datos sea lenta.

Cuando el sistema reconoce y detecta el esqueleto humano el tiempo de respuesta es inferior a los 0.2 segundos, pero cuando se empieza a procesar y caracterizar las manos el tiempo de respuesta aumenta variando entre los 0.4 y 1 segundos al enviar los datos.

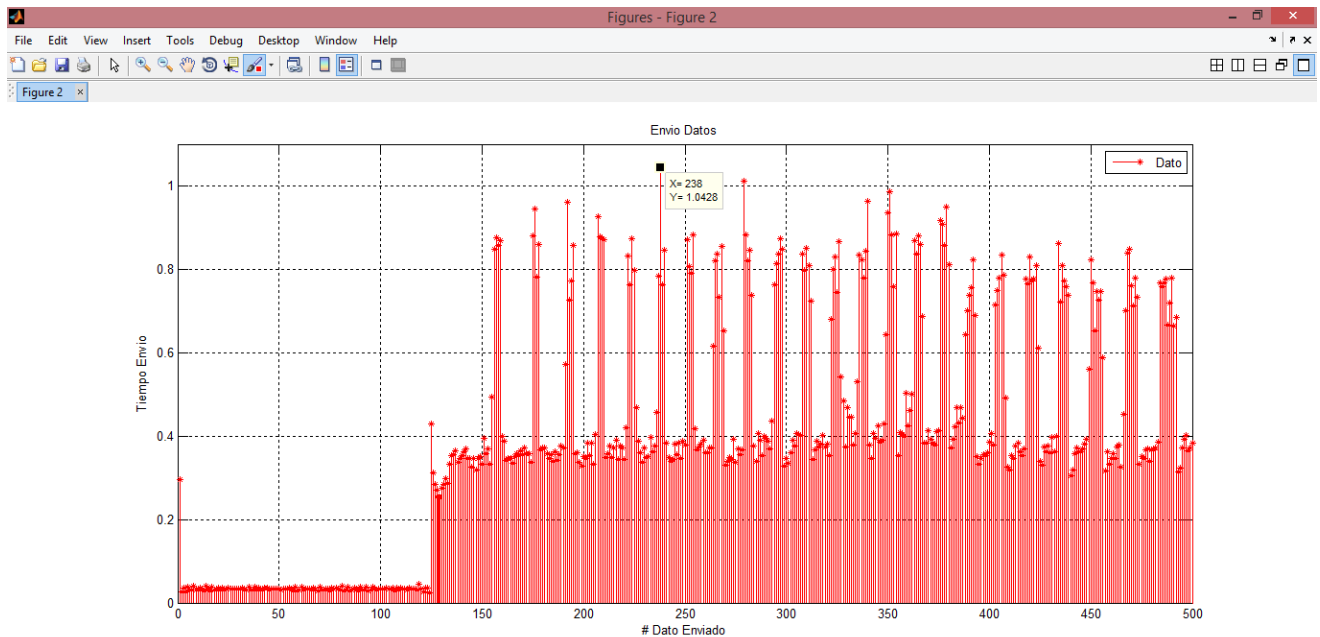


Grafico N°8 velocidad de transmisión de los datos desde Matlab®

La información que se observan en el eje X pertenece al número del dato enviado, para este caso se enviaron 500 datos y los datos del eje Y al tiempo en segundos, esto para observar y determinar el tiempo que tarde Matlab® en enviar un dato a Unity® y poder evaluar la velocidad de transmisión.

### 11.3 Resultado Actividades (Prueba piloto)

**Día de la actividad:** 29 de Noviembre del 2013

#### ***Caracterización del grupo***

El colegio CENPEFI está ubicado en la localidad de Engativá en el barrio Tabora Donde la mayoría de los estudiantes que asisten allí son de estrado 2 -3 clase media-baja. La institución es un colegio de bachillerato por ciclos.

La actividad se realizó con ocho estudiantes del ciclo tres, el cual corresponde a grado sexto y séptimo, jóvenes entre los 14 y 17 años.

Como ninguno de los estudiantes tenía antecedentes de interacción con este tipo de herramientas, lo primero que se hizo fue una descripción del funcionamiento el Kinect®, se procedió a explicarles el manejo de la herramienta circuinct, realizando una demostración de la manera en que debían interactuar, las señas que debía utilizar y de las actividades que debía elaborar. Luego cada uno desarrollo una de las actividades y al finalizar cada estudiante evaluaba la herramienta teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Los criterios están basados en la evaluar las principales características de la herramienta circuinct y si esta puede logra más interactividad en las practicas de electricidad.

Los resultados de la evaluación fueron

Criterio N°1: Calidad de la imagen.

Criterio N°2: Calidad de las animaciones.

Criterio N°3: Calidad de los objetos.

Criterio N°4: Calidad de los colores.

Criterio N°5: Calidad de las instrucciones.

Criterio N°6: Uso de textos.

Criterio N°7: Uso de las señas para manipular la herramienta.

Criterio N°8: Distribución de los objetos.

Criterio N°9: Facilidad de uso

Criterio N°10: Actividades

Criterio N°11: Interacción.

Criterio N°12: Velocidad de la herramienta

	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Insuficiente	No aplica
Criterio N°1	1	6	1		
Criterio N°2	2	6			
Criterio N°3	3	4	1		
Criterio N°4	5	2	1		
Criterio N°5	1	5	2		
Criterio N°6	2	3	3		
Criterio N°7	3	1	3	1	
Criterio N°8	1	5	2		
Criterio N°9	3	2	3		
Criterio N°10	3	4	1		
Criterio N°11	2	4	1		
Criterio N°12		2	5	0	1

Tabla N°1 Resultados Matriz de evaluación

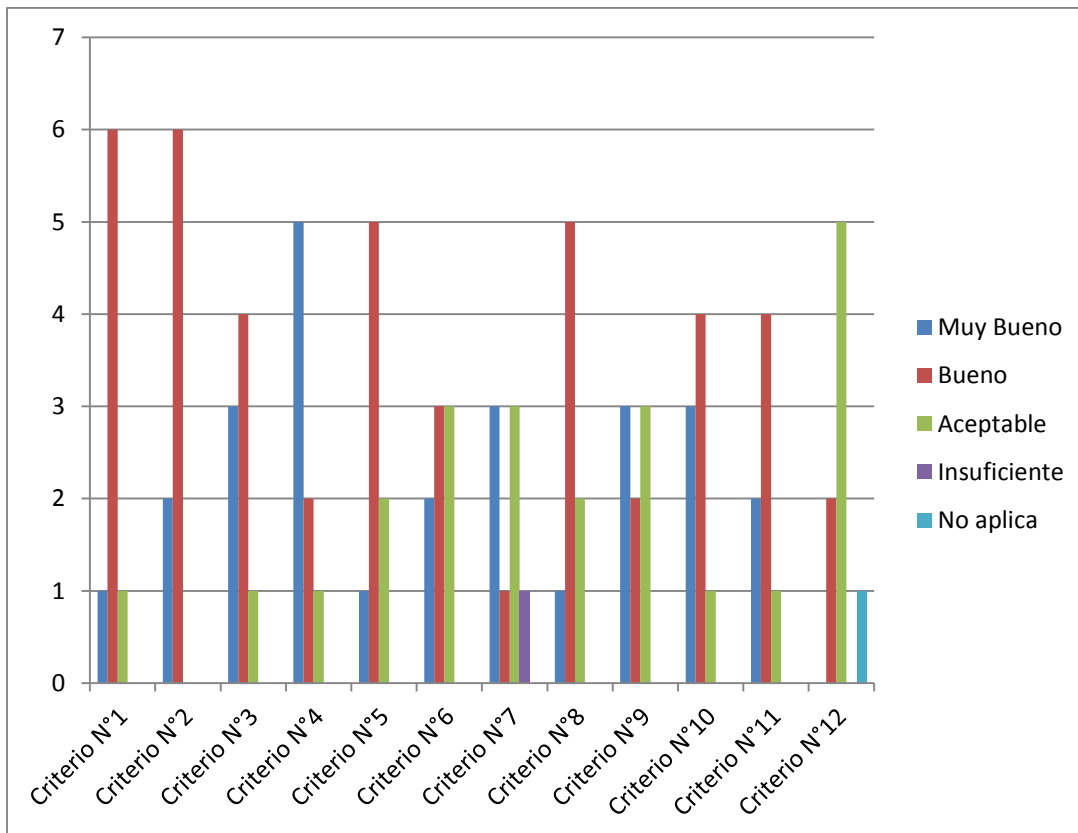


Gráfico N°9. Diagrama de barras resultados matriz de evaluación

## **Análisis**

Se observa que en general la herramienta tuvo una buena aceptación.

La parte gráfica como lo son la calidad de la imagen, las animaciones, los objetos los colores tuvieron una buena acogida

Las actividades y la forma en que interactuaron con la herramienta les gusto a los estudiantes.

Se presentan deficiencias en la facilidad de uso y la velocidad de la herramienta, debido a que el movimiento de la mano es mayor al modelo virtual de la misma. Esto crea la posibilidad de hacer mejoras en un futuro.

El uso de las señas para manipular la herramienta fue muy subjetivo, ya que para algunos fue buena y para otros no fue fácil su comprensión.

Criterio N°13: ¿El uso de la herramienta hizo la clase más interactiva?

Criterio N°14: ¿Capto su interés?

Criterio N°15: ¿Favorece el aprendizaje?

Criterio N°16: ¿Utilizaría otra seña para agarrar un objeto?, ¿Cuál?

Criterio N°17: ¿Utilizaría otra seña para interactuar con la herramienta?, ¿cuál?

Criterio N°18: ¿implementaría otra seña?, ¿Cuál?

Criterio N°19: ¿El uso de la herramienta dentro de la clase género algún conocimiento nuevo o le permitió afianzar los que tenía?

Criterio N°20: ¿Comprendió el concepto de circuito?

Criterio N°21: ¿Diferencia entre circuito serie y circuito paralelo?

Criterio N°22: ¿Podría realizar un circuito serie en un ambiente diferente al de la herramienta?

Criterio N°23: ¿Podría realizar un circuito paralelo en un ambiente diferente al de la herramienta?

Criterio N°24: ¿Hubo libertad a la hora de realizar cualquier acción dentro de la herramienta?

	Si	No
Criterio N°13	8	
Criterio N°14	8	
Criterio N°15	8	
Criterio N°16	2	5
Criterio N°17	3	5
Criterio N°18	2	5
Criterio N°19	8	
Criterio N°20	8	
Criterio N°21	8	
Criterio N°22	7	1
Criterio N°23	6	2
Criterio N°24	7	2

Tabla N°2 Resultados matriz de evaluación N°2

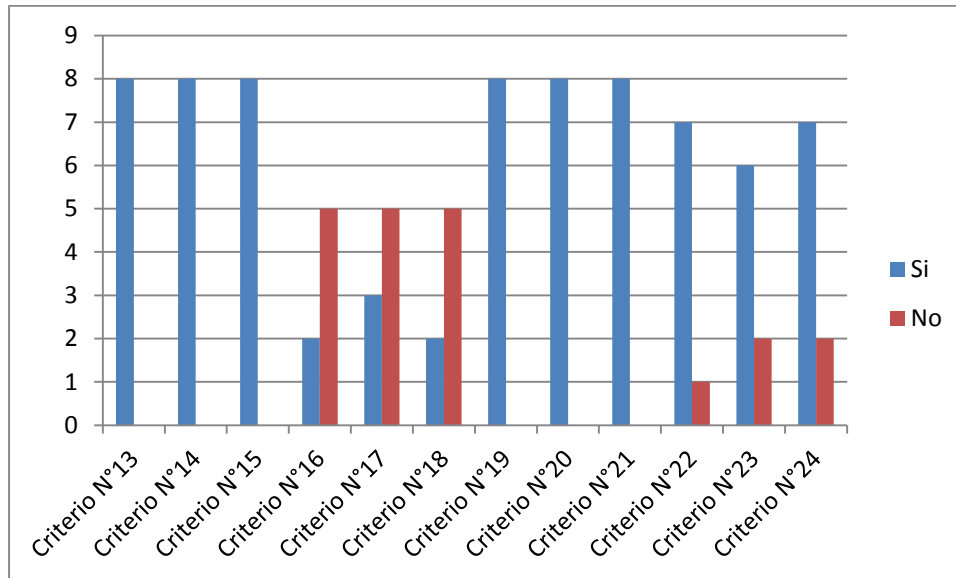


Grafico N°10 diagrama de barras matriz de evaluación N°2

Se generó en los estudiantes la sensación de una clase más interactiva y que esta captara el interés en ellos.

Las señas utilizadas fueron las apropiadas ya que la mayoría las mantendría y no implementaría otra. Aunque un estudiante propuso cambiar la mano cerrada de agarra por mano señalando.

La mayoría de estudiante cree que podría realizar un circuito en serie o en paralelo en un espacio diferente al virtual, generando la percepción de que se logró la intencionalidad de que comprendieran y diferenciaron las configuraciones de serie, paralelo y mixto de un circuito eléctrico.

## Conclusiones

- El mundo de los videojuegos permite grandes inversiones en dispositivos de hardware, estos a su vez demandan un desarrollo en software para lograr grandes semejanzas a la realidad, estos avances se han visto aprovechados por otras áreas como la ciencia, la medicina y la educación entre otras, siendo esta última la de mayor interés en este proyecto, ya que permitió llegar a los estudiantes como un videojuego que facilita el proceso de enseñanza aprendizaje en busca de estructurar sus conocimientos teóricos con la práctica realizada en un ambiente virtual de aprendizaje.
- Para el desarrollo de este proyecto se basó en las características del hardware desarrollado por Microsoft en sus consolas de videojuegos, el Kinect® cuenta con una cámara RGB de 640X380 píxeles, un sistema de reconocimiento de profundidad de igual resolución a la cámara RGB lo que permite en tiempo real hacer reconocimiento de la figura humana y enviar un paquete de información sea a la consola o al dispositivo que se interese por esos datos, de tal manera que el aprovechar las características de este dispositivo tecnológico facilita en gran medida diseñar el sistema de reconocimiento de la posición, distancia de la persona y ubicación de sus extremidades.
- Con el desarrollo e implementación de actividades en herramientas didácticas que aportan al proceso de enseñanza de la tecnología en estudiantes de bachillerato, se evidencia que la vinculación con actividades cotidianas de alto impacto como los videojuegos se puede lograr que el interés y motivación por adquirir el conocimiento sea mayor.
- Hoy en día programas matemáticos robustos permiten elaborar algoritmos a partir de librerías e interfaces de fácil uso para los usuarios, con el fin de incluir no solo a los expertos en programación sino también a los que están en el proceso y desean crear herramientas que faciliten la cotidianidad.

- La parte gráfica de la herramienta, como la calidad de las imágenes, las animaciones, los objetos y los colores fue atractiva y sugestiva para los estudiantes lo cual aumento la motivación y el interés.
- Las actividades y la forma de interacción entre los estudiantes y la herramienta mostro un alto grado de aceptación según los resultados obtenidos.
- Se presentan deficiencias en la facilidad de uso debido a la rapidez de respuesta de la herramienta, ya que la velocidad del movimiento de la mano es mayor al modelo virtual de la misma debido a que los datos enviados desde Matlab® pasan por un puerto serial virtual y consume recurso del computador, de tal forma que afecta el desempeño de la interfaz gráfica (Unity®).
- El uso de las señas para manipular la herramienta fue muy subjetivo, ya que para algunos estudiantes fue buena y para otros no fue fácil su comprensión, sin embargo se evidencio una alta aceptación por los movimientos simples que exige la interfaz, se recomienda implementar un entrenamiento previo como estilo de juego para calibrar los movimientos del estudiante y la correcta interpretación por la herramienta.
- Se detectó una alta motivación en los estudiantes ya que se evidencio la sensación de una clase más interactiva y que esta captara el interés en ellos.
- Es posible mejorar la velocidad de respuesta del sistema en general procesando todo desde una solo software, ahorrando recurso tanto en memoria como procesador, ya que en general los estudiantes sugirieron aumentar la velocidad porque no era lo suficientemente rápida la respuesta en tiempo real.

## **Bibliografía**

VARGAS QUIROGA GERMAN EDUARDO (2008). *Software educativo como herramienta didáctica al proceso de aprendizaje en circuitos eléctricos dc.*

ALBADAN Romero Helver Javier y SUAREZ Molina Verónica Johana (2011). *Software educativo para el desarrollo de actividades de comprensión espacial usando sistema de visión artificial*

ARIZA Guerreño Holman Alexander, CASTIBLANCO Álvarez Juan Andrés y SUAREZ Camargo José Luis (2010). *Desarrollo de estrategias en sistemas multiagentes (Robots futbolistas) con implementación de visión artificial*

MINISTERIO DE EDUCACIONAL NACIONAL, “Orientaciones generales para la educación en tecnología (OGET)”. La alfabetización en tecnología. 2008

PEÑALOSA CASTRO EDUARDO (2013). *Estrategias docentes con tecnología: guía práctica*. México: Pearson Educación. ISBN 9786073214919

GONZALEZ Marcos Ana, MARTINEZ de Pisón Francisco, PERNÍA Alpha Verónica, ALBA Fernando, CASTEJÓN Manuel, ORDIERES Joaquín, VERGARA Eliseo (2006). *Técnicas y algoritmos básicos de visión artificial* .ISBN 84-689-9345-X

VELEZ Serrano José Francisco, MORENO Díaz Ana Belén, SANCHEZ Calle Ángel y SÁNCHEZ Marín José Luis Esteban (2003). *Visión por computador*.

SUCAR Enrique .L, GÓMEZ Giovani . *Visión computacional*. México  
KÖTHE RAINER (2012). *¿Cómo y Porqué electrónica?* Panamericana

ENRIQUEZ HERPER GILBERTO (2009). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México: Limusa, 2009 ISB 9789681817596

CEKIT S.A. *curso fácil de electrónica básica*.PDF digital.

DOMINGO MERY (2002). *Visión Artificial*. Santiago de Chile. Libro digital

PLATERO DUEÑAS CARLOS (2009). *Introducción a la visión artificial*. Libro digital.

Disponible en internet:

[http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/MIP\\_VisionArtificial/ApuntesVA/cap1IntroVA.pdf](http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/MIP_VisionArtificial/ApuntesVA/cap1IntroVA.pdf) Consultado el 23 de enero del 2014

*Visión Artificial*

Disponible en internet:

<http://www.etitudela.com/celula/downloads/visionartificial.pdf>

Consultado 27 de agosto 2013

Neoteo (2010). *¿Cómo es el Kinect por dentro?* Disponible en internet:

<http://www.neoteo.com/como-es-kinect-por-dentro/> Consultado 27 de agosto 2013

Tierragamer (2012). *Conoce como funciona Kinect*

Disponible en internet: <http://www.tierragamer.com/conoce-como-funciona-kinect/>

Consultado 27 de agosto 2013

MathWorks® *Acquiring image and skeletal data using Kinect*

Disponible en internet: [\\_http://www.mathworks.com/help/imaq/acquiring-image-and-skeletal-data-using-the-kinect.html](http://www.mathworks.com/help/imaq/acquiring-image-and-skeletal-data-using-the-kinect.html)

Consultado el 2 de Diciembre del 2013

Maleny MSP(2014). *Dentro de la más reciente versión del Kinect® para Windows SDK*

Disponible en internet : <http://malenyabrego.wordpress.com/category/kinect/>

Consultado el 23 de enero 2014

*Fotografía digital*. Los dispositivos de captura. Disponible en Internet :

<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja>

&ved=0CEQQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.tecno-  
libro.es%2Fdescargas%2Fdescargar.php%3Ffichero%3DZ3dhcnRpY3VfaW5mb1  
9hbHRfZmljaGVyb3MjMjkjRm90b2dyYWZpYSBEaWdpdGFsLnBkZg%3D%3D&ei  
=zeYcUtDRHO Consultado el 23 de diciembre del 2014

## **Anexo1**

Actividad

“Circuitos eléctricos básicos”

Tiempo total: 2 sesiones de 1 hora

**Intencionalidad:** Al finalizar esta actividad comprenderás qué es circuito eléctrico y sus diferentes configuraciones (serie y paralelo).

Diferencias de funcionamiento entre los circuitos serie y paralelo.

### **Temáticas**

- ¿Qué es un circuito eléctrico?
- Circuito en serie
- Circuito en paralelo

### **Actividades**

Realiza un circuito en serie en Circuinct ver anexo 5

Realiza un circuito en paralelo en Circuinct ver anexo 6

Realiza un circuito mixto en Circuinct ver anexo 7

## Anexo 2

### GUIA DEL PROFESOR # 1:

---

Realiza un circuito serie en Circuitect

---

Esta actividad se propone que el estudiante la realice en la herramienta Circuitect, en el transcurso de la clase. Los materiales los encontrara dentro de la interfaz gráfica, los cuales son:

- 2 bombillos
- Un interruptor
- Fuente de voltaje

Posteriormente se hará una exposición y asesoría de la guía, para que ellos puedan construir el circuito sin ninguna dificultad. Una vez esté realizado, se les explicará las características de funcionamiento del circuito para que tengan una mejor comprensión del tema.

Lo que busca esta actividad es que el estudiante comprenda el funcionamiento de un circuito eléctrico en serie a partir de realizar una práctica en un espacio controlado. A su vez se propone la actividad en un ambiente virtual, para que en ellos se despierte un interés por el desarrollo de ésta.

La herramienta cuenta con una serie de guías que permite al estudiante orientarse a la hora de armar el circuito eléctrico. Los objetos los moverá con las manos indicando la seña ya sea para agarrar o soltar. Luego de que el circuito este armado podrá activar los bombillos. Las siguientes imágenes muestran las guías y como debe quedar el circuito en serie finalizado.

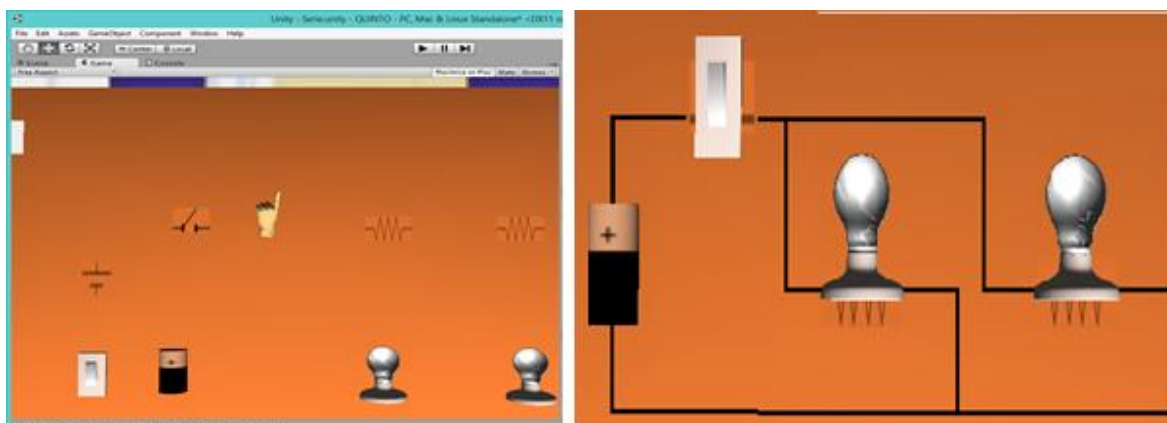


Imagen N°24. Guía profesor N°1

## Anexo 3

### GUIA DEL PROFESOR # 2:

---

Realiza un circuito paralelo en Cicutnect

---

Esta actividad se propone que el estudiante la realice en la herramienta Circuinct, en el transcurso de la clase. Los materiales los encontrara dentro de la interfaz gráfica, los cuales son:

- 2 bombillos
- 2 interruptor
- Fuente de voltaje

Posteriormente se hará una exposición y asesoría de la guía, para que ellos puedan construir el circuito sin ninguna dificultad. Una vez esté realizado, se les explicará las características de funcionamiento del circuito para que tengan una mejor comprensión del tema.

Lo que busca esta actividad es que el estudiante comprenda el funcionamiento de un circuito eléctrico en paralelo a partir de realizar una práctica en un espacio controlado. A su vez se propone la actividad en un ambiente virtual, para que en ellos se despierte un interés por el desarrollo de ésta.

La herramienta cuenta con una serie de guías que permite al estudiante orientarse a la hora de armar el circuito eléctrico. Los objetos los moverá con las manos indicando la seña ya sea para agarrar o soltar. Luego de que el circuito este armado podrá activar los bombillos. Las siguientes imágenes muestran las guías y como debe quedar el circuito en paralelo finalizado.

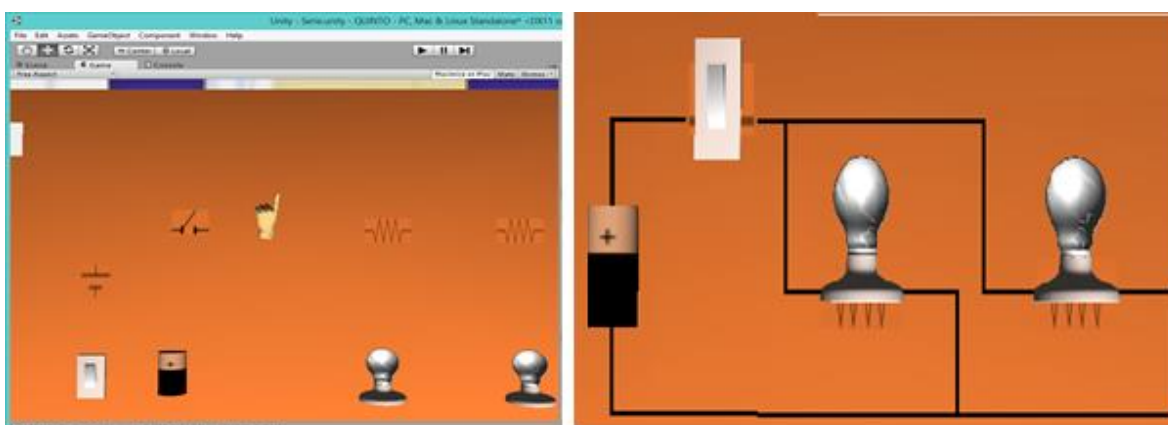


Imagen N°25. Guía profesor N°2

## Anexo 4

### GUIA DEL PROFESOR # 3:

---

Realiza un circuito mixto en Circuinct

---

Esta actividad se propone que el estudiante la realice en la herramienta Circuinct, en el transcurso de la clase. Los materiales los encontrara dentro de la interfaz gráfica, los cuales son:

- 3 bombillos
- Un interruptor
- Fuente de voltaje

Posteriormente se hará una exposición y asesoría de la guía, para que ellos puedan construir el circuito sin ninguna dificultad. Una vez esté realizado, se les explicará las características de funcionamiento del circuito para que tengan una mejor comprensión del tema.

Lo que busca esta actividad es que el estudiante comprenda el funcionamiento de un circuito eléctrico mixto a partir de realizar una práctica en un espacio controlado. A su vez se propone la actividad en un ambiente virtual, para que en ellos se despierte un interés por el desarrollo de ésta.

La herramienta cuenta con una serie de guías que permite al estudiante orientarse a la hora de armar el circuito eléctrico. Los objetos los moverá con las manos indicando la seña ya sea para agarrar o soltar. Luego de que el circuito este armado podrá activar los bombillos. Las siguientes imágenes muestran las guías y como debe quedar el circuito mixto finalizado.

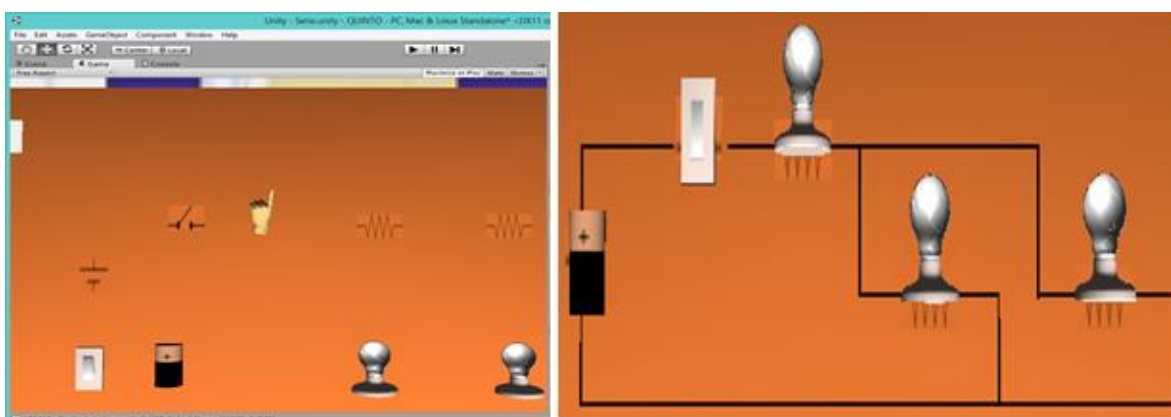


Imagen N°26, Guía profesor N°3

## Anexo 5

### Guía estudiante N°1

---

Realiza un circuito serie en Circuinct

---

Los materiales los encontrara en el software los cuales son:

- 2 bombillos
- 1 interruptor
- 1 fuente de voltaje

Para realizar de manera adecuada el circuito debes seguir de manera ordena los pasos que a continuación se describe.

1. Arrastra los materiales a utilizar sobre la mesa que encontraras dentro de la herramienta
2. Realiza la conexión entre ellos como se muestra a continuación.

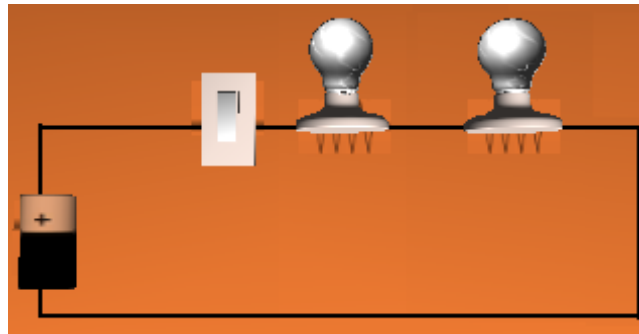


Imagen N°6. Circuito Serie

3. Compruebe que el circuito funcione adecuadamente. (al oprimir el interruptor deben encender los 2 bombillos)

## Anexo 6

### Guía estudiante N°2

---

Realiza un circuito paralelo en Circuinct

---

Los materiales los encontrara en el software los cuales son:

- 2 bombillos
- 1 interruptor
- 1 fuente de voltaje

Para realizar de manera adecuada el circuito debes seguir de manera ordena los pasos que a continuación se describe.

1. Arrastra los materiales a utilizar sobre la mesa que encontraras de la herramienta
2. Realiza la conexión entre ellos como se muestra a continuación.  
imagen2

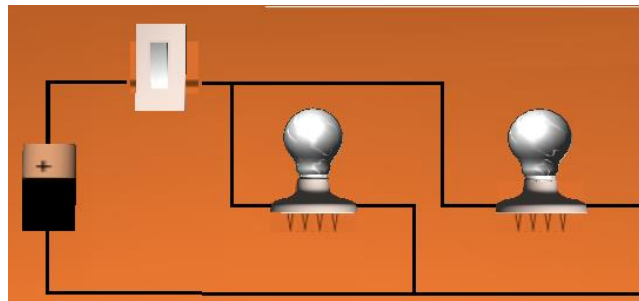


Imagen N°7.Circuito en Paralelo

3. Compruebe que el circuito funcione adecuadamente. (al oprimir el interruptor deben encender los 2 bombillos )

## Anexo 7

### Guía estudiante N°3

---

Realiza un circuito mixto en Circuinet

---

Los materiales los encontrara en el software los cuales son:

- 3 bombillos
- 1 interruptor
- 1 fuente de voltaje

Para realizar de manera adecuada el circuito debes seguir de manera ordena los pasos que a continuación se describe.

1. Arrastra los materiales a utilizar sobre la mesa que encontraras de la herramienta.
2. Realiza la conexión entre ellos como se muestra a continuación.  
imagen2

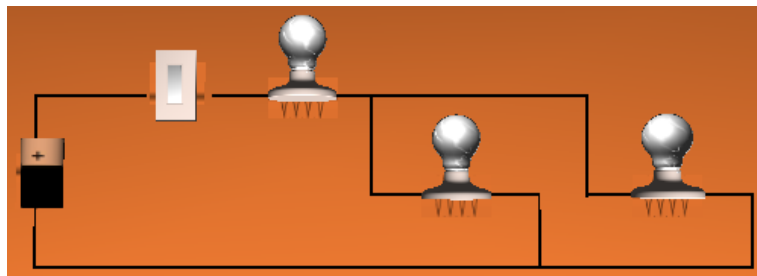


Imagen N°8. Circuito Mixto

3. Compruebe que el circuito funcione adecuadamente. (al oprimir el interruptor deben encender los 3 bombillos )

## Anexo 8

Tabla N°3 Matriz de evaluación

<b>Criterio</b>	<b>Muy bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Insuficiente</b>	<b>No Aplica</b>
Calidad de la imagen					
Calidad de las animaciones					
Calidad de los objetos					
Calidad de los colores					
Calidad de las instrucciones					
Uso de textos					
Uso de las señas para manipular la herramienta					
Distribución de los objetos					
Facilidad de uso					
Actividades					
Interacción					
Velocidad de la herramienta					

## Anexo 9

Tabla N°4 Matriz de evaluación N°2

<b>Criterio</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
¿El uso de la herramienta hizo la clase más interactiva?		
¿Capto su interés?		
¿Favorece el aprendizaje?		
¿Utilizaría otra seña para agarrar un objeto? ¿Cuál?		
¿Utilizaría otra seña para interactuar con la herramienta? ¿Cuál?		
¿Implementaría otra seña? ¿Cuál?		
¿El uso de la herramienta dentro de la clase generó algún conocimiento nuevo o le permitió afianzar los que tenía?		
¿Comprendió el concepto de circuito?		
¿Diferencia entre circuito serie y circuito paralelo?		
¿Podría realizar un circuito serie en un ambiente diferente al de la herramienta?		
¿Podría realizar un circuito paralelo en un ambiente diferente al de la herramienta?		
¿Hubo libertad a la hora de realizar cualquier acción dentro de la herramienta?		