

# **PROYECTO SOLUCIONES DE SOFTWARE - SOSW**

## **ESTUDIANTES:**

**José Luis Usme Monje  
Oswaldo Daniel Estrada Bautista**

## **DIRECTOR:**

**Oscar Darío Ramírez Manrique**

**Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito**

**2017 - 1**

## Tabla de contenido:

1. [Contexto \(Proyecto\)](#)
2. [Requerimientos Requerimientos Requerimientos Requerimientos](#)
3. [Análisis](#)
4. [Diseño](#)
5. [Implementación](#)
6. [Pruebas](#)
7. [Liberación](#)

## 1. Contexto (Proyecto)

- 1.1. **Planteamiento del problema:** La dificultad de las cirugías laparoscópicas es de índole variada, pero en gran parte radican en el hecho de que no hay visibilidad real del campo de operación, si no que se debe maniobrar basándose en lo que se ve en una o varias pantallas, ya que el espacio intervenido es observado por una cámara dentro del abdomen.

Lo anterior hace que sea necesario que los cirujanos en entrenamiento lleven a cabo muchas prácticas antes de llegar a operar pacientes.

Actualmente hay simuladores para dichos entrenamientos, pero las prácticas que intentan simular el ambiente no son lo suficientemente precisas para que el doctor mejore sus técnicas, en especial por la necesidad de retroalimentación táctil, visual y lineal con los aparatos, es necesario un ambiente más realista y práctico para que el doctor pueda prepararse adecuadamente.

## 1.2. Marco teórico y estado del arte:

### 1.2.1. Marco teórico:

**Laparoscopia**<sup>1</sup>: Es un procedimiento quirúrgico poco invasivo en el que se introduce un laparoscopio (una cámara) a través de una de 3 pequeñas incisiones junto con más herramientas de cirugía.

#### Tipos de laparoscopias:

- **Laparoscopia exploratoria o diagnóstica:** Es usado para observar las vísceras abdominales sin tener que operar para generar un diagnóstico para el tratamiento. Son necesarias cuando las pruebas de imagen no son útiles para el diagnóstico o cuando se necesitan tomar biopsias de tumores.
  - **Biopsias:** Investigación clínica que consiste en separar del organismo vivo una porción de un órgano determinado para confirmar o completar un diagnóstico.
- **Laparoscopia quirúrgica:** Son usadas para realizar cirugías complicadas a través de pequeñas incisiones en el cuerpo. Las enfermedades que trata son: Hernia de hiato, Colelitiasis, colecistitis y otras enfermedades de la vesícula biliar, Obstrucciones intestinales, Hernias y eventraciones en la pared abdominal, Apendicitis aguda, Abdomen agudo, Tumores de colon y recto, tanto benignos como malignos, enfermedades ginecológicas: endometriosis, quistes de ovario, ligadura de trompas, embarazo ectópico, incontinencia urinaria, prolapsos uterinos y vesicales, fibromas, extracciones de útero, etcétera.

---

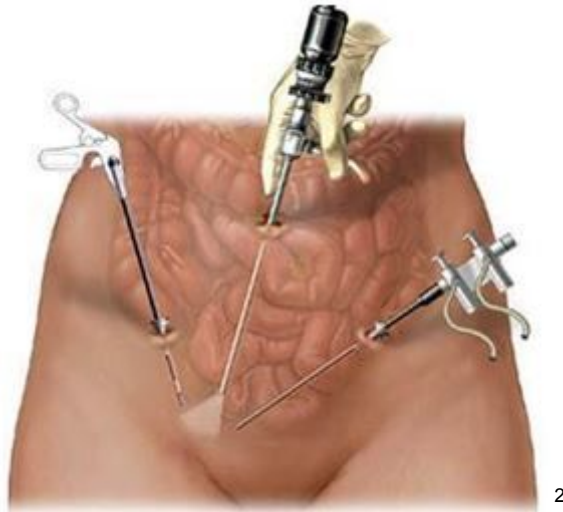
<sup>1</sup> Laparoscopia, tipos, procedimiento y complicaciones:

<http://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/laparoscopia-11425>

- **Laparoscopia experimental:** Son laparoscopias que se practican principalmente en animales y luego en personas para determinar si es posible que sean necesarias en el futuro.

**Procedimiento:**

1. Se anestesia al paciente.
2. Se desinfecta la pared abdominal y se cubrirá con una sábana quirúrgica que limita la zona del abdomen que se opera.
3. Se hacen 3 incisiones en la pared abdominal donde se introduce la cámara, el gas (Para abombar el abdomen), las pinzas o el bisturí (Figura 1). En esta parte es importante que cada una de las incisiones estén bien separadas para evitar que las herramientas choquen dentro del abdomen.



**Figura 1:** Ilustración de una cirugía laparoscópica.

4. El cirujano desarrolla la cirugía para solucionar el problema, se puede grabar el procedimiento para ser estudiado. En caso de que se lleve a cabo una extracción, se pueden meter bolsas de plástico que luego se sacan por uno de los orificios.
5. Una vez terminada la operación, se lava la zona trabajada y después se cierran las incisiones con puntos y se cubren con vendajes.
6. Se debe verificar que las incisiones cicatricen correctamente.

**Complicaciones:**

- Sangrado de las incisiones por mala cicatrización.
- Hernias o eventraciones a través de las incisiones.
- Infecciones de la herida quirúrgica en el postoperatorio.
- Lesión durante la operación de arterias, venas, intestinos, estómago, uréteres u otras vísceras abdominales que obliga a abrir el abdomen.
- Problemas de anestesia.

<sup>2</sup> Imagen obtenida de: <http://instrumentacionginecologica.blogspot.com.co/2012/05/laparoscopia.html>

### Preparación previa para las Cirugías Laparoscópicas<sup>3</sup>:

- **Definir el objetivo:** El cirujano tiene que saber a dónde va, aquí, el laparoscopio actúa como un intermediario, y luego se encuentra el monitor.
- **Visualización:** Se necesita poner en línea el cirujano, el Laparoscopio, el objetivo y el monitor que visualiza el cirujano. Esta parte es importante ya que, si no se ponen las cosas en línea, se vuelve desorientado. El ángulo ideal para la cámara es de 30° a 60°, con una resolución de tres colores primarios para su mejor apreciación.
  - **Ángulos de Alcance:** Los estudiantes son los que manejan la cámara, los ángulos que se tienen son: 0°, en el que se ve todo lo que está la frente, 30° y 45°, ayuda a ver en esquinas y otros ángulos, su uso es complicado, (zonas un poco más complicadas de visualizar).
  - **La localización de las herramientas:** Se usan ambas manos para que el cirujano pueda operar.

#### 1.2.2. Estado del arte:

##### **Virtual operating room for team training in surgery<sup>4</sup>** *Cuarto de Operación Virtual para entrenamiento de equipo en cirugía*

**Descripción:** A partir de una versión modificada del Simulador ICE STORM (Integrated Clinical Environment; Systems, Training, Operations, Research, Methods, de Lockheed Martin), se hizo un simulador que pudiese llevar a cabo el trabajo en equipo, para cirugías laparoscópicas, estos son: El cirujano, el anesthesiólogo, enfermera y el personal médico. En este simulador se pudo llevar a cabo un escenario crítico llamado "Pérdida de visualización laparoscópica", donde el equipo tenía que identificar y resolver el problema.

#### **Elementos:**

- Versión modificada del simulador ICE STORM.
- Gyration Air Mouse.
- iPad.
- Cuestionarios.
- **NASA-TLX:** Es una herramienta de evaluación que mide 6 cargas de trabajo: Demanda mental, demanda temporal, desempeño,

---

<sup>3</sup> Bases para la cirugía laparoscópica: <https://www.youtube.com/watch?v=c6sax3aPOuQ>

<sup>4</sup> **Virtual operating room for team training in surgery:** The American Journal of Surgery (2015) 210 - Department of Surgery, New York Presbyterian Hospital Weill Cornell Medical College, New York, NY 10068, USA; Department of Physiology and Biophysics, Weill Cornell Medical College, New York, NY, USA - Jonathan S. Abelson, M.D., Elliott Silverman, P.A., Jason Banfelder, Alexandra Naides, Ricardo Costa, Gregory Dakin, M.D.

esfuerzo y frustración.

**Resultados:** Se evaluaron 33 participantes (26 estudiantes y 7 asistentes) con los siguientes resultados:

- Sintieron que el ambiente era realista.
- La comunicación fue fácil.
- No sintieron que el simulador mejoraría su desempeño.
- No usarían el simulador antes de operar.
- La carga de trabajo se sintió baja.
- No demandó mucho esfuerzo.
- No hubo gran diferencia entre los participantes y los estudiantes.
- Podía probar las habilidades basadas en el equipo y decisiones quirúrgicas.
- Los asistentes terminaban la simulación en menos tiempo.
- La simulación se consideró muy corta.
- Solo pudo evaluar un participante a la vez.

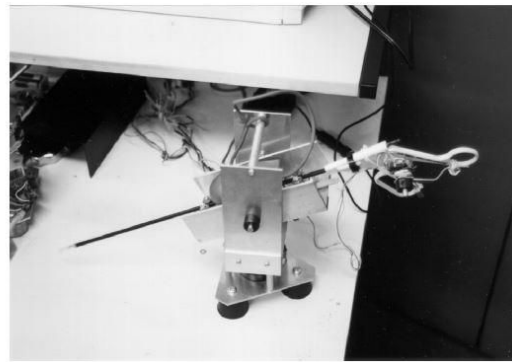
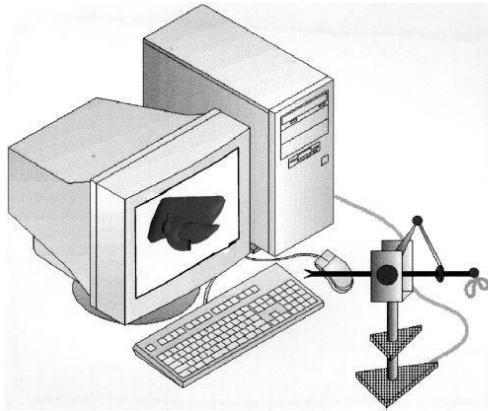
**Deformation and Cutting Algorithm of an Organ Model Used for a Laparoscopic Surgery Simulator<sup>5</sup>**  
*Algoritmo de Deformación y Corte para un Órgano Modelo usado para un Simulador de Cirugías Laparoscópicas*

**Descripción:** Este proyecto hace uso de un dispositivo de fórceps y el modelo de un órgano de masa elástica que puede ser deformado o cortado. Contiene un algoritmo de deformación con una ecuación para un balance de fuerza-desplazamiento para la deformación y el corte del órgano modelo (Figura 3).

El método que se usa para la creación del órgano modelo se divide en: **Modelo de Superficie**, que contiene los datos del aspecto en la superficie, y el **Modelo Volumétrico**, que mantiene los datos internos del modelo.

---

<sup>5</sup> **Deformation and Cutting Algorithm of an Organ Model Used for a Laparoscopic Surgery Simulator:** Systems and Computers in Japan, Vol. 33, No. 12, 2002 - Faculty of Science and Technology, Keio University, Yokohama, Japan - Toshiyuki Tanaka, Hiroaki Ito and Teruo Miyashita



6

**Figura 2**

**Elementos:**

- Dispositivo input de fórceps.
- El modelo del órgano.
- Computadora que muestra las gráficas.

**Resultados:**

- Se hizo un simulador con un PC ordinario.
- El equipo médico se mueve igual al aparato.
- Se pueden completar los algoritmos: “Empujar”, “Jalar” y “Cortar”.
- Falta la retroalimentación de la fuerza.
- En términos de frames, el órgano muestra 18 frames/s cuando no se encuentra alterado y 12 frames/s cuando se altera.

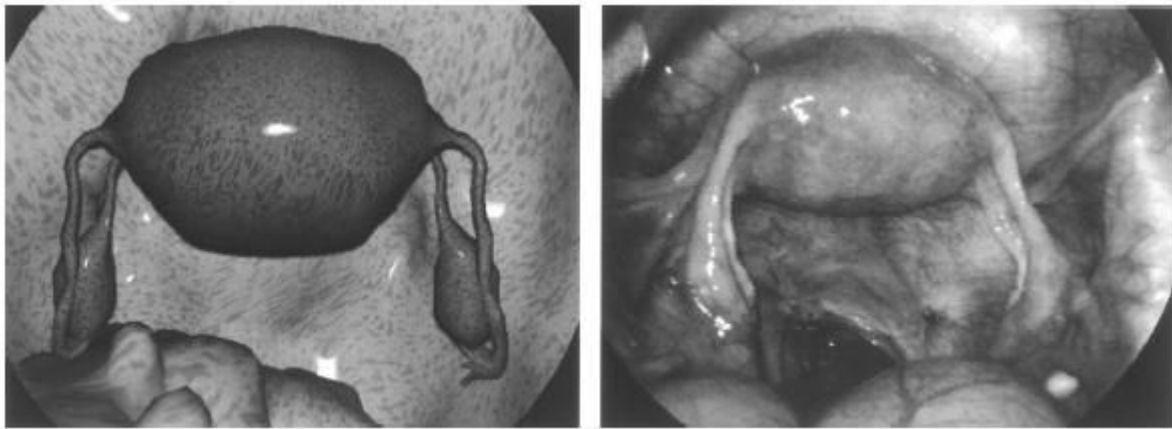
**Mechanical modeling of soft biological tissues for application in virtual reality based laparoscopy simulators<sup>7</sup>**

***Modelos Mecánico de Tejidos Biológicos Suaves para la Aplicación de Simuladores Laparoscópicos de Realidad Virtual***

**Descripción:** Es un simulador de realidad virtual que usa algoritmos matemáticos computacionales para el comportamiento mecánico de un útero que usa el FE (Elemento Finito) con el objetivo de un comportamiento más sofisticado. El método FE consiste en subdividir un cuerpo continuo con un número infinito de grados de libertad en un número finito de elementos, cada elemento tiene un número de nodos (Figura 4).

<sup>6</sup> Imagen obtenida del documento **Deformation and Cutting Algorithm of an Organ Model Used for a Laparoscopic Surgery Simulator**.

<sup>7</sup> **Mechanical modeling of soft biological tissues for application in virtual reality based laparoscopy simulators:** Technology and Health Care 8 (2000) 15–24 - Institute of Biomedical Engineering, Swiss Federal Institute of Technology, 8092 Zurich, Switzerland - Roland Hutter, Kai-Uwe Schmitt and Peter Niederer



8

**Figura 3**

**Elementos:**

- Pantalla.
- SGI Origin 200 (8 CPU).
- Actuators con sensores.
- Computador paralelo especial.
- Endoscopio.

**Resultados:**

- Se logró el modelamiento de un órgano basado en algoritmos matemáticos y que usa resortes elásticos que se conectan a deformar la superficie.
- Un tejido suave que se comporta como una membrana llena de agua.
- Se dio a conocer la necesidad de un hardware dedicado.
- Se consiguieron bases para una mejor solución anatómica y para agregar más algoritmos como corte, saturación y coagulación.

**1.3. Objetivos del proyecto: General y específicos**

**1.3.1. Objetivo general:** Diseñar y desarrollar el prototipo de un simulador que sirva para instruir al personal médico en procedimientos laparoscópicos.

**1.3.2. Objetivos específicos:**

- Simular las condiciones en el que se va a operar al paciente.
- Simular las herramientas necesarias para llevar a cabo la cirugía o el diagnóstico: Cámara, pinzas, etc.
- Simular las reacciones del órgano al interactuar con este.
- Evaluar el desempeño del practicante.
- Dar un ambiente para poner en práctica los conocimientos que se deben tener en cuenta al llevar a cabo la laparoscopia.

<sup>8</sup> Imagen obtenida del documento **Mechanical modeling of soft biological tissues for application in virtual reality based laparoscopic simulators:**

<https://www.dropbox.com/sh/ov0n4p8hs0wmti8/AACtHcuwaMgdke04OhPYoQ6Ba?dl=0>



**1.4. Justificación:** Este proyecto se ha llevado a cabo por el surgimiento del interés del médico David Pinzón de practicar con un simulador que les permita a los estudiantes realizar muchas prácticas posibles de laparoscopias. Para esto se consideró un juego serio que pudiese determinar el desempeño de sus habilidades y que luego pueda ponerlas en prácticas en un paciente real.

**1.5. Área de aplicación del producto resultado del proyecto. (Área empresarial o institucional en donde se va aplicar el producto):** El proyecto tiene aplicación en las áreas de Medicina, Tecnología y Educación.

**1.6. Cronograma de actividades que se observó:**

		Semana inicial	Semana final
<b>Desarrollo del proyecto</b>	Desarrollo de funciones: - Corte. - Deformación. - Cámara.	1	7
	Implementación de las herramientas junto con los sistemas de corte y deformación: - Troques. - Cauterizador. - Cámara.	8	14
	Implementación de los elementos de juego: - Sistema de puntaje. - Sistema de objetivos. - Sistema de vida.	11	14
	Integración del proyecto e importación modelos de órganos con las funciones.	15	16

## **2. Requerimientos Requerimientos Requerimientos Requerimientos**

**2.1. Descripción del sistema:** El sistema es un prototipo inicial de un simulador de laparoscopias para practicantes médicos que hace uso del mouse, el teclado y elementos de juego para realizar su funcionamiento en las diferentes partes de la cirugía.

### **2.2. Visión y alcance:**

**2.2.1. Visión:** Un sistema que pueda simular todos los aspectos importantes para el aprendizaje de laparoscopia tal como el sangrado y comportamiento de los diferentes órganos involucrados o el comportamiento de múltiples tipos de instrumental médico utilizado en laparoscopia. Todo este sistema apoyado por múltiples elementos de

juego tales como vida, niveles de dificultad, narrativa sobre el trasfondo del paciente o un sistema completo de evaluación de su desempeño.

- 2.2.2. Alcance:** Este semestre se llegó hasta un prototipo que puede:
- Simular el comportamiento de los principales herramientas quirúrgicos usados en una cirugía laparoscópica.
  - Desarrollar un método de calificación que permita al practicante conocer, a través de un puntaje, el desempeño de la práctica.
  - Crear una interfaz eficiente en el manejo de herramientas.

**2.3. Entrevistas:** Se realizó esta entrevista dirigida a la Dra. Monica Angulo con el objetivo de conocer las necesidades que este simulador pudiese llegar a solucionar y su posible alcance.

<b>Preguntas para la Dra. Monica Angulo sobre cirugias laparoscopicas</b> 19/02/17	
<b>Preguntas</b>	<b>Respuestas</b>
<b>1. ¿Cuales son las habilidades más importantes que un cirujano laparoscópico debe desarrollar?</b>	<p><b>Estereotaxia:</b> La capacidad de mover la pinzas dentro del abdomen en profundidad sin necesidad del monitor.</p> <p>Desarrollar un trabajo <b>motor fino</b> que permite hacer <b>disecciones, suturas y movimientos muy delicados</b> para llevar a cabo una disección limpia de los tejidos sin lesiones.</p>
<b>2. ¿Cuales son las características más destacadas durante una cirugía cuando maneja los órganos internos?</b>	<p>[La Dra. considero que esta pregunta era similar a la primera] Hay que hacer un <b>movimiento motor fino</b> bien medido para: Evitar dañar los órganos, daños térmicos con las pinzas que usan energía, evitar cortar donde no se debe, hacer la <b>hemostasia</b> en el lugar adecuado, hacer una buena disección respetando los planos sin lesionar los órganos a operar o los órganos vecinos.</p>
<b>3. ¿Qué información te ayuda a saber que la cirugía está siendo realizada correctamente?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El control del sangrado, cuando hay una cirugía limpia con adecuada hemostasia, significando que no hay sangrados o son mínimos.</li> <li>● El respeto y buen manejo de los planos.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Para esto se debe conocer adecuadamente la anatomía.</li> </ul> </li> </ul>
<b>4. Uno de los usos del simulador es ayudar en el entrenamiento de futuros cirujanos en laparoscopia ¿Qué características considera que debería tener este simulador?</b>	<p>De los simuladores básicos se debe aprender a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Básico:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Manejar la profundidad</b> ya que los monitores son bidimensionales (Los monitores solo muestran el alto y el ancho pero no ve profundidad). Tiene que ser lo más real posible.</li> <li>○ Hacer ejercicios que permitan hacer trabajo motor fino, esto se puede practicar moviendo piezas pequeñas de un lugar a otro, cortar pequeños tejidos o fibras, coagular estructuras o pequeños vasos, disecar tejidos</li> </ul> </li> <li>● <b>Avanzado:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Suturación. Todavía no existen virtualmente.</li> </ul> </li> </ul> <p>Lo que puede ayudar mucho un simulador es realizar una simulación de la cirugía usando la técnica quirúrgica: Histerectomía, Colposacropexia, un Tratamiento Endometriosis Cuatro, Cistectomía. Esto lo puede ayudar a operar virtualmente antes de hacerla en vivo.</p>

<p><b>5. ¿Hay alguna forma en que una simulación de una cirugía laparoscópica pueda ser útil a cirujanos en ejercicio?</b></p>	<p>Si puede ser útil e interesante ya que existen <u>cirugías que no son muy comunes de realizar y se hacen muy pocas veces al año</u>, por lo que un simulador puede ayudar a recordar cada paso para realizar la cirugía junto con sus complicaciones. Lo que hacen actualmente es usar son libros para recordar el procedimiento que contienen textos y dibujos.</p>
<p><b>6. ¿Que tipo de cirugias laparoscopicas existen?</b></p>	
<p><b>6.1. ¿Cuales son las más comunes?</b></p>	<p>Laparoscopia viene de laparo que significa cavidad abdominal que tiene la parte pélvica, como la Dra Mónica es ginecologa ella se encarga de la parte pélvica. En cuanto a la cirugía en ginecología se tienen cirugías en los órganos genitales internos como <b>Histerectomías</b>, <b>Miomectomía</b>, <b>Salpingectomía</b> que es el procedimientos para sacar las trompas uterinas, <b>Frenectomías</b> para sacar ovarios, <b>Cistectomía</b> para remover quistes, <b>Colposacropexia</b> que son cirugías de piso pélvico que son para los pacientes que tienen prolapso de cúpula vaginal, <b>Histeropexia</b> cuando el útero está retroversoflexión o cuando está prolapsado, <b>Burch laparoscópico</b> que es una <b>Cistopexia</b> que se encarga de subir la vejiga para mejorar la incontinencia urinaria o para tratar el prolapso de la vejiga, <b>Canalizaciones tubáricas</b>, procedimiento de <b>Salpingolisis</b> para casos de infertilidad que se encarga de remover adherencias de las trompas y <b>Fibrolisis</b> en que se remueve las adherencias de las fibras que forma una porción de la trompa uterina, <b>Aerolisis</b> para remover adherencias de los ovarios, <b>Lisisis</b> para remover adherencias pélvicas, intestinales o de epiplon, <b>Histeroscopias</b> que se hace desde el cuello uterino para diagnósticos. En <b>oncología ginecológica</b> hacen lo mismo más la infenectomía en el que ingresan al retroperitoneo.</p> <p>La laparoscopias también incluyen procedimientos para cirujanos generales, gastroenterólogos, urólogos. En cirugía general se hacen en hígados, vesícula, intestinos o estómago y en urología con riñones o vía urinaria, vejiga y próstata.</p>
<p><b>6.2. ¿Cuáles son las más complejas? ¿Porque?</b></p>	<p>Las cirugías laparoscópicas de ginecología más difíciles son aquellas donde hay que suturar ya que esto requiere una práctica larga por vía endoscópica como en las Histerectomías, Colposacropexia, el Brunch laparoscópico y en las cirugías con disecciones grandes.</p>
<p><b>7. ¿Cuanto duran en promedio estas cirugías?</b></p>	<p>Las más complejas pueden ser entre 1 hora y media y 2 horas. Si el Dr se encuentra acompañado de ayudantes expertos se pueden demorar 1 hora tambien dependiendo de la pelvis.</p>

<p><b>8. ¿Que tipo de equipo maneja usualmente un cirujano además de la cámara?</b></p>	<p>Se usa la <b>torre de laparoscopia</b> que consta del <b>monitor</b> que es la pantalla donde vemos la imagen de la pelvis, este se encuentra conectado al <b>procesador</b> de imagen que es adonde llega la <b>cámara</b> que empata con el lente que es el <b>laparoscopio</b> que se inserta en la pelvis a través de una <b>troca</b> que es un tubo especial que se pone en el ombligo con un <b>punzón</b> especial para tener acceso a la cavidad abdomino-pélvica. Luego tenemos <b>neumoinsuflador</b> que es un aparato que controla la efusión del CO2 que es el gas que se usa para inflar la cavidad abdomino-pélvica, dice la presión intra-abdominal del paciente y calienta el CO2 para manejarlo a temperatura corporal. El otro aparato que se maneja en la torre de laparoscopia es la torre de luz que se encarga de dar luz a través de un cable de fibra óptica hasta el lente, en el laparoscopio entra la luz por un lado y la cámara por el otro. Los <b>trocares</b> son tubos que se meten en la pared abdominal de 5, 10, 11 o 12 mm. El <b>generador de electrocirugía</b> que nos permite tener energía para realizar los cortes y coagular los vasos sanguíneos para que no haya sangrado. Finalmente se usan <b>pinzas de laparoscopia</b> para hacer la cirugía.</p>
<p><b>9. ¿Cuales son las complicaciones más comunes que se pueden presentar durante una cirugía laparoscópica?</b></p>	<p>El <u>40% de las complicaciones suceden en la entrada al insertar el trocar primario del ombligo</u>, para insertar el trocar hay varias técnicas como la <b>técnica abierta</b> que consiste en hacer un pequeño orificio en el ombligo por donde se mete el trocar primario, está la <b>técnica cerrada con aguja de Berres</b> que es una aguja pequeña que se mete por el ombligo (Es la que usa la Dra) que llena la cavidad de CO2 hasta tener una presión alta y poder hacer un espacio de una burbuja de aire adentro para luego pasar el trocar teniendo suficiente espacio para evitar lesionar los órganos, está la <b>técnica cerrada sin neumoprevio</b> donde se mete el trocar directamente. Entre todas las técnicas no existen pruebas de que haya una mejor que otra y los riesgos son que estas pueden lesionar los intestinos, el epiplón o los vasos sanguíneos grandes como la aorta o la cábala cuando se meten los punzones en la cavidad. <u>Otra complicación puede ser con el CO2 que se usa para neumoperitoneo</u>, pueden ser el <b>neumoperitoneo preperitoneales</b> que es cuando se pone el gas antes de atravesar el peritoneo que es una complicación leve que se puede solucionar sin ningún inconveniente. <u>Pueden haber embolias gaseosas</u> que es una complicación muy rara donde el CO2 pasa a los vasos sanguíneos que luego pasan al corazón y el pulmón causando un prolapso cardiovascular. <u>Puede existir complicaciones con la energía monopolar o bipolar</u> donde se pueden quemar órganos por no activar las pinzas adecuadamente o por no tener buena visibilidad al hacer uso de la pinzas porque la visión de la cámara no es de toda la pelvis si no del área donde se pone la camara.</p>
<p><b>10. Durante una cirugía, ¿Quienes componen el equipo que acompaña al cirujano y cuales son sus funciones?</b></p>	<p>Es un equipo de varias personas en la sala que está compuesto por un <b>ayudante quirúrgico</b> que son un par o una persona con las mismas calidades, este debe estar entrenado en laparoscopia para llevar bien la cámara y debe saber la técnica quirúrgica para llevar a cabo los pasos de la cirugía. Está la <b>instrumentadora</b> que también está entrenada, el <b>anestesiólogo</b> que da la anestesia, está el <b>circulante</b> que pueden ser 1 o 2 <b>auxiliares de enfermería</b> para manejar la torre de laparoscopia y alcanzar insumos requeridos.</p>

11. ¿Hay algún procedimiento previo o posterior a la cirugía que usted considere que requiere entrenamiento especial?	<b>El paso de los trocares y la entrada</b> , los residentes y las personas que van a hacer práctica de cirugía laparoscópica debe entrenarse muy bien <u>el paso de trocares en especial en el trocar primario de la entrada inicial</u> ya que es un paso fundamental en laparoscopia. Los practicantes deben saber muy bien todo lo relacionado con la <u>seguridad del paciente porque se manejan energías y corrientes monopolar y bipolar</u> , se debe acomodar el paciente a una mesa ginecológica donde debe tener una ergonomía adecuada y evitar lesiones por praxias o estiramientos forzados.
---	--

#### 2.4. Usuarios: Descripción de posibles usuarios del sistema a modo de roles:

- El practicante o profesional médico que esté estudiando laparoscopia o que quiera practicar alguna cirugía laparoscópica.
- Estudiantes de medicina que quieran conocer las laparoscopias.
- Profesores que quieran probar que tanto sus estudiantes saben de laparoscopias.

#### 2.5. Matriz de requerimientos: Matriz de identificación de requerimientos, tanto funcionales como no funcionales (eso sí, separados).

<b>Aclaración:</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los requerimientos que están en color <b>rojo</b>, son requerimientos que no se alcanzaron a implementar.</li> <li>• -, Símbolo que significa vacío.</li> </ul>						
Identificador	Descripción	Fuente	Prioridad	Tipo	Estado	Usuarios Involucrados
REQUERIMIENTOS FUNCIONALES						
Posicionamiento de los troques	El usuario sabe como y donde se debe posicionar los troques adecuadamente.	Dra. Monica Angulo	Alta	Funcional	Valido	-
Posicionamiento de los herramientas	Una vez se tienen los troques puestos, se permite la entrada de los diferentes herramientas.	Dra. Monica Angulo	Alta	Funcional	Valido	-
Funcionamiento del cauterizador	la herramienta cauterizador altera la malla para cortar el órgano.	Dra. Monica Angulo	Alta	Funcional	Valido	-
Funcionamiento de la cámara	Se controla la cámara que junto con una pantalla podemos observar el interior del cuerpo.	Dra. Monica Angulo	Alta	Funcional	Valido	-
Retroalimentación del órgano	Se puede notar visualmente el efecto de tocar los órganos equivocados con algún herramienta.	Dra. Monica Angulo	Media	Funcional	Valido	-
Elementos de juego	Se tiene: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un sistema de objetivos que guía al jugador a través del proceso y le indica los pasos a seguir.</li> <li>• un sistema de vida que juzga al jugador en tiempo real si este comete errores.</li> </ul>	Director Oscar Ramirez	Alta	Funcional	Valido	-

<b>Herramientas de realidad virtual HTC Vive</b>	La simulación puede llevarse a cabo con el uso de las herramientas virtuales HTC Vive que tienen la función del casco y de los controles.	Dra. Monica Angulo	Media	Funcional	-	-
REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES						
<b>Rendimiento</b>	Las funciones del simulador se pueden llevar a cabo correctamente.	Dra. Monica Angulo	Alta	No Funcional	Valido	-
<b>Accesibilidad</b>	El simulador puede obtenerse y está al alcance de las personas interesadas.	-	Baja	No Funcional	-	-
<b>Usabilidad</b>	La organización y la realización de las funciones son sencillas.	-	Baja	No Funcional	-	-

## 2.6. Descripción detallada: Descripción detallada de los requerimientos identificados.

El usuario sabe como y donde se deben posicionar los troques adecuadamente.	<b>Estado</b>	Implementación
<b>Creado por</b>	José Luis Usme Monje	<b>Actualizado por</b>
<b>Fecha de creación</b>	de 03/05/17	<b>Fecha de actualización</b>
		-

<b>Identificador</b>	Posicionamiento de los troques		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	Funcional
<b>Datos de entrada</b>	Posicionamiento visual de los troques.		
<b>Resultados esperados</b>	El usuario comprende el procedimiento que se está simulando en este requerimiento.		
<b>Origen</b>	Viene de la importancia de poder manejar los troque por ser la función principal de la cirugía.		
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico		
<b>Prioridad</b>	5		
<b>Requerimientos Asociados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control sobre el troque seleccionado.</li> <li>Una buena visualización sobre la posición del cuerpo.</li> </ul>		
ESPECIFICACIÓN			
<b>Precondiciones</b>	Se tiene completo control del troque antes de que este pueda ser insertado.		
<b>Poscondiciones</b>	El troque usado se encuentra en la posición indicada y ahora se puede controlar uno nuevo.		
<b>Criterios de aceptación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tiene control sobre el troque.</li> <li>Las visualizaciones demuestran donde serán puestos cada uno de los troques.</li> <li>Funciona continuamente.</li> </ul>		

Una vez se tienen los troque puestos, se permite la entrada de las diferentes herramientas.	<b>Estado</b>	Implementación
---	---------------	----------------

<b>Creado por</b>	José Luis Usme Monje	<b>Actualizado por</b>	José Luis Usme Monje
<b>Fecha creación de</b>	02/05/17	<b>Fecha actualización de</b>	05/05/17

<b>Identificador</b>	Posicionamiento de las herramientas		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	Funcional
<b>Datos de entrada</b>	Posicionamiento visual de las herramientas.		
<b>Resultados esperados</b>	El usuario comprende el procedimiento que se está simulando en este requerimiento.		
<b>Origen</b>	Viene de la importancia de poder manejar las herramientas en los troques como una de las funciones más importantes.		
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico		
<b>Prioridad</b>	5		
<b>Requerimientos Asociados</b>	Control sobre la herramienta seleccionada.		
<b>ESPECIFICACIÓN</b>			
<b>Precondiciones</b>	Se tiene completo control de la herramienta seleccionada.		
<b>Poscondiciones</b>	El usuario puede controlar la herramienta como le parezca necesario.		
<b>Criterios de aceptación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene control sobre la herramienta.</li> <li>• Las visualizaciones demuestran donde serán puestos cada uno de las herramientas.</li> <li>• Funciona continuamente.</li> </ul>		

Se puede manipular la herramienta del cauterizador para cortar el órgano.	<b>Estado</b>	Implementación	
<b>Creado por</b>	José Luis Usme Monje	<b>Actualizado por</b>	José Luis Usme Monje
<b>Fecha creación de</b>	28/04/17	<b>Fecha actualización de</b>	-

<b>Identificador</b>	Funcionamiento del cauterizador		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	Funcional
<b>Datos de entrada</b>	Uso visual de las herramientas con el órgano.		
<b>Resultados esperados</b>	El usuario comprende el procedimiento que se está simulando en este requerimiento		
<b>Origen</b>	Viene de la importancia de poder hacer uso de uno de las herramientas que llevan a cabo la cirugía.		
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico		
<b>Prioridad</b>	5		
<b>Requerimientos Asociados</b>	Control sobre la herramienta dado para realizar cortes.		
<b>ESPECIFICACIÓN</b>			

<b>Precondiciones</b>	Se tiene completo control del cauterizador.
<b>Poscondiciones</b>	la herramienta funciona adecuadamente.
<b>Criterios de aceptación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tiene control sobre la herramienta</li> <li>La herramienta simula el comportamiento de un cauterizador al cortar partes de un mesh de forma progresiva.</li> <li>Funciona continuamente.</li> </ul>

Se controla la cámara que junto con una pantalla podemos observar el interior del cuerpo.	<b>Estado</b>	Implementación	
<b>Creado por</b>	Oswaldo Daniel Estrada Bautista	<b>Actualizado por</b>	Oswaldo Daniel Estrada Bautista
<b>Fecha de creación</b>	20/03/17	<b>Fecha de actualización</b>	14/05/17

<b>Identificador</b>	Funcionamiento de la cámara		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	Funcional
<b>Datos de entrada</b>	Uso visual de la cámara dentro del cuerpo.		
<b>Resultados esperados</b>	Se puede usar adecuadamente la cámara para mirar dentro del cuerpo.		
<b>Origen</b>	Viene de la importancia de usar la cámara para poder ubicarse dentro del cuerpo para la operación.		
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico		
<b>Prioridad</b>	5		
<b>Requerimientos Asociados</b>	Control sobre la herramienta dado para ver dentro del cuerpo.		
<b>ESPECIFICACIÓN</b>			
<b>Precondiciones</b>	Se tiene completo control de cámara.		
<b>Poscondiciones</b>	la herramienta funciona adecuadamente.		
<b>Criterios de aceptación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tiene control sobre la herramienta.</li> <li>La cámara permite ver dentro del cuerpo.</li> </ul>		

Se puede notar visualmente el efecto de tocar los órganos equivocados con algún herramienta.	<b>Estado</b>	Implementación	
<b>Creado por</b>	Oswaldo Daniel Estrada Bautista	<b>Actualizado por</b>	Oswaldo Daniel Estrada Bautista
<b>Fecha de creación</b>	17/04/17	<b>Fecha de actualización</b>	

<b>Identificador</b>	Retroalimentación del órgano		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	Funcional
<b>Datos de entrada</b>	Uso visual de las herramientas con el órgano.		



<b>Resultados esperados</b>	Que el cirujano sea consciente del daño que puede lograr al realizar una cirugía sin los conocimientos previos.
<b>Origen</b>	Dado que los cirujanos aún son aprendices, estos pueden llegar a cometer errores y la forma más amigable de que el cirujano se diera cuenta de su error fue cambiando de color el órgano.
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico
<b>Prioridad</b>	5
<b>Requerimientos Asociados</b>	Control sobre las herramientas en uso.
<b>ESPECIFICACIÓN</b>	
<b>Precondiciones</b>	Se tiene completo control del cauterizador.
<b>Poscondiciones</b>	la herramienta funciona adecuadamente.
<b>Criterios de aceptación</b>	Los órganos cambian de color cuando son tocados por otra herramienta indicando que están cometiendo algún error.

Se tiene: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un sistema de objetivos que guía al jugador a través del proceso y le indica los pasos a seguir.</li> <li>• Un sistema de vida que juzga al jugador en tiempo real si este comete errores.</li> </ul>	<b>Estado</b>	Implementación	
<b>Creado por</b>	Oswaldo Daniel Estrada Bautista	<b>Actualizado por</b>	Oswaldo Daniel Estrada Bautista
<b>Fecha de creación</b>	17/04/17	<b>Fecha de actualización</b>	8 de mayo de 2017

<b>Identificador</b>	Elementos de juego		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	Funcional
<b>Datos de entrada</b>	Realización de acciones dentro de la simulación.		
<b>Resultados esperados</b>	Que el jugador se sienta envuelto en un escenario de cirugía pero bajo la presión de un juego de habilidad.		
<b>Origen</b>	Para que el jugador se sienta motivado y presionado al realizar su cirugía virtual, y así él pueda aprender de una forma diferente.		
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico		
<b>Prioridad</b>	5		
<b>Requerimientos Asociados</b>	Control total del proceso de la cirugía laparoscópica		
<b>ESPECIFICACIÓN</b>			
<b>Precondiciones</b>	Se tiene completo control del cauterizador.		
<b>Poscondiciones</b>	La herramienta se funciona adecuadamente.		

<b>Criterios de aceptación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tiene control sobre la herramienta.</li> <li>• Las visualizaciones demuestran cómo se lleva a cabo la cirugía.</li> <li>• Funciona continuamente.</li> </ul>
--------------------------------	--

La simulación puede llevarse a cabo con el uso de las herramientas virtuales HTC Vive que tienen la función del casco y de los controles.	<b>Estado</b>	Descartado	
<b>Creado por</b>	José Luis Usme Monje	<b>Actualizado por</b>	José Luis Usme Monje
<b>Fecha de creación</b>	-	<b>Fecha de actualización</b>	-

<b>Identificador</b>	Herramientas de realidad virtual HTC Vive		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	Funcional
<b>Datos de entrada</b>	Uso de los controles de la herramienta virtual con las funcionalidades del simulador.		
<b>Resultados esperados</b>	El usuario tiene a la mano un control más realista para realizar la simulación.		
<b>Origen</b>	Viene de la importancia llevar a cabo la simulación de la cirugía de una forma más realista.		
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico		
<b>Prioridad</b>	4		
<b>Requerimientos Asociados</b>	Tener la herramienta apropiadamente instalada en el equipo donde se va a usar.		
<b>ESPECIFICACIÓN</b>			
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema está instalado en el equipo.</li> <li>• El usuario entiende cómo se usan las herramientas.</li> </ul>		
<b>Poscondiciones</b>	El usuario tiene un control más realista sobre la simulación		
<b>Criterios de aceptación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La herramienta virtual se alinea con las funciones de la simulación.</li> <li>• Tenemos un ambiente más realista.</li> <li>• Las herramientas mejoran el control.</li> </ul>		

Las funciones del simulador se pueden llevar a cabo correctamente.	<b>Estado</b>	Implementación	
<b>Creado por</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• José Luis Usme Monje</li> <li>• Oswaldo Daniel Estrada Bautista</li> </ul>	<b>Actualizado por</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• José Luis Usme Monje</li> <li>• Oswaldo Daniel Estrada Bautista</li> </ul>
<b>Fecha de creación</b>	16/01/17	<b>Fecha de actualización</b>	24/05/17

<b>Identificador</b>	Rendimiento		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	No funcional

<b>Datos de entrada</b>	La entrada del usuario al realizar el funcionamiento de las herramientas.
<b>Resultados esperados</b>	Cada una de las funciones se ejecutan correctamente.
<b>Origen</b>	Viene de la importancia de que el simulador funcione según con los requerimientos dados y con alto rendimiento.
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico
<b>Prioridad</b>	5
<b>Requerimientos Asociados</b>	El usuario sabe cómo realizar las funciones para determinar que si se están llevando a cabo con alto rendimiento.
<b>ESPECIFICACIÓN</b>	
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tienen todas las funciones listas.</li> <li>Se tienen todo los requerimientos para probar las funciones.</li> </ul>
<b>Poscondiciones</b>	Al probar las funciones estas se ejecutan de la forma buscada.
<b>Criterios de aceptación</b>	El rendimiento de las funciones se ejecutan tal y como se había esperado.

El simulador puede obtenerse y está al alcance de las personas interesadas.	<b>Estado</b>	Analisis
<b>Creado por</b>	José Luis Usme Monje	<b>Actualizado por</b>
		José Luis Usme Monje
<b>Fecha de creación</b>		<b>Fecha de actualización</b>
		-

<b>Identificador</b>	Accesibilidad		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	No crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	No funcional
<b>Datos de entrada</b>	La información necesaria para buscar la herramienta.		
<b>Resultados esperados</b>	La herramienta puede encontrarse e instalarse en el equipo del usuario.		
<b>Origen</b>	Viene de la importancia de que el usuario interesado en la herramienta quiere ser capaz de usarla para realizar sus funcionalidades.		
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico		
<b>Prioridad</b>	1		
<b>Requerimientos Asociados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar a conocer que es lo que hace la herramienta para determinar si sus funciones están de acuerdo a lo que el usuario busca.</li> <li>Dar a conocer las propiedades mínimas de Hardware.</li> </ul>		
<b>ESPECIFICACIÓN</b>			
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La herramienta se encuentra terminada.</li> <li>Se conocen todas las propiedades mínimas de hardware.</li> </ul>		
<b>Poscondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La herramienta se encuentra en el sitio virtual seleccionado.</li> <li>Se puede instalar en cualquier otro equipo con las propiedades mínimas de hardware.</li> </ul>		

<b>Criterios de aceptación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La herramienta funciona apropiadamente en cualquier otro equipo.</li> <li>• La información de la herramienta dan a entender las propiedades que el usuario busca.</li> </ul>
--------------------------------	---

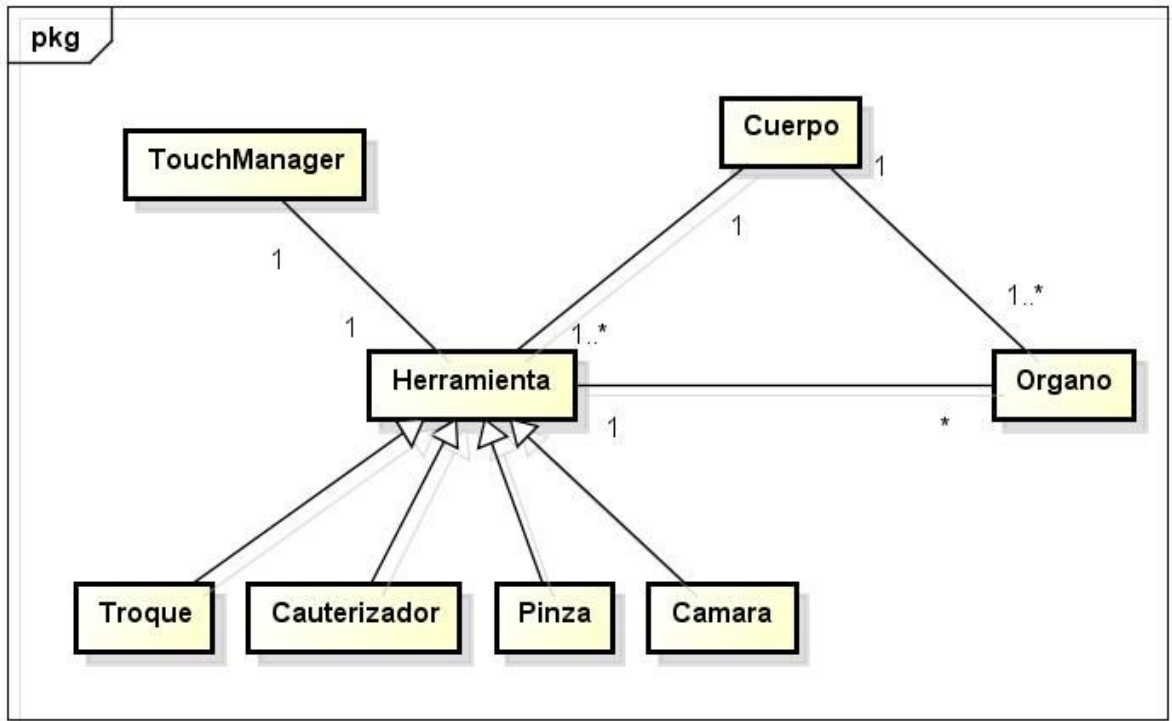
La organización y la realización de las funciones son sencillas.	<b>Estado</b>	Implementación	
<b>Creado por</b>	Oswaldo Daniel Estrada Bautista	<b>Actualizado por</b>	Oswaldo Daniel Estrada Bautista
<b>Fecha de creación</b>	13/03/17	<b>Fecha de actualización</b>	22/05/17

<b>Identificador</b>	Usabilidad		
<b>Tipo de Requerimiento</b>	Crítico	<b>Tipo de Requerimiento</b>	No funcional
<b>Datos de entrada</b>	Los controles de entrada.		
<b>Resultados esperados</b>	El usuario tiene una buena experiencia al experimentar con la herramienta.		
<b>Origen</b>	Viene de la importancia de que el usuario tenga una buena experiencia cuando use las funciones de la herramientas.		
<b>Dirigido a</b>	Practicante médico		
<b>Prioridad</b>	5		
<b>Requerimientos Asociados</b>	El usuario conoce cómo controlar la herramienta.		
<b>ESPECIFICACIÓN</b>			
<b>Precondiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario puede usar la herramienta.</li> <li>• El usuario sabe que es lo que debe ocurrir cuando se usa la herramienta.</li> </ul>		
<b>Poscondiciones</b>	La herramienta le da al usuario una buena experiencia para llevar a cabo su control adecuado.		
<b>Criterios de aceptación</b>	El usuario puede realizar fácilmente las funciones de la herramienta.		

### 3. Analisis

**3.1. Descripción del subsistema:** El subsistema del proyecto se encarga de manejar las herramientas quirúrgicos y los órganos a través de la función de los estados. La función de estados se encarga de determinar si las herramientas están siendo operados dentro o fuera del cuerpo ya que estos deben funcionar de forma diferente para la realización de la cirugía.

**3.2. Diagrama conceptual:**

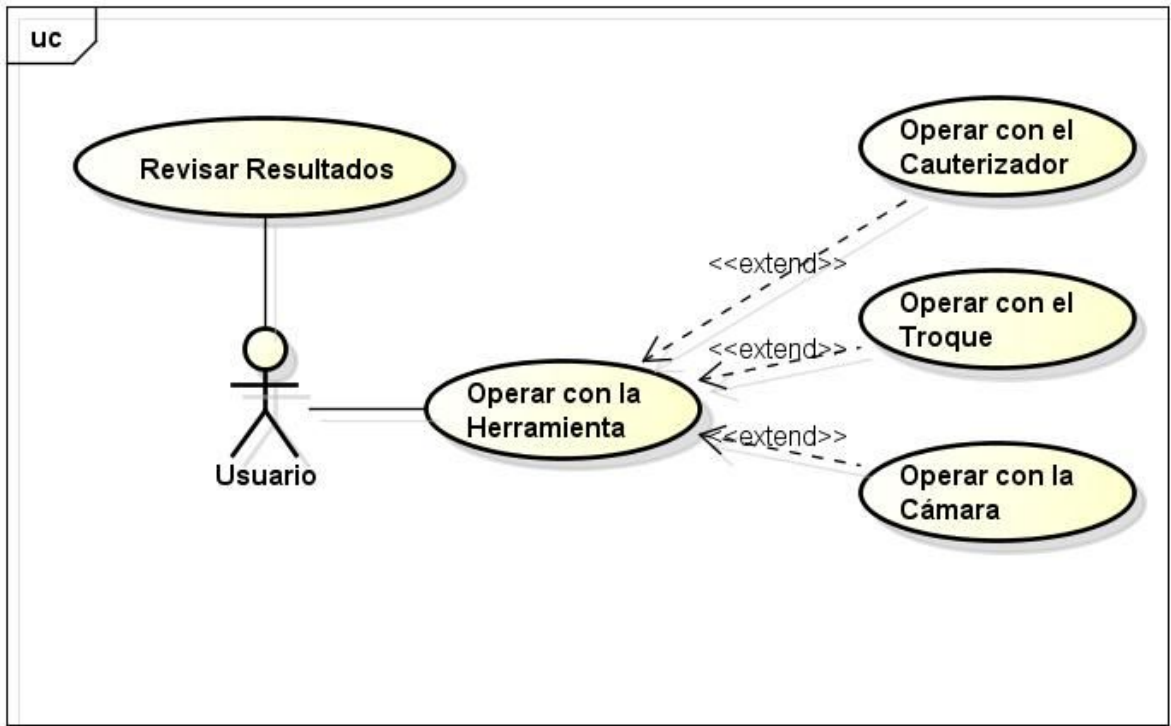


powered by Astah

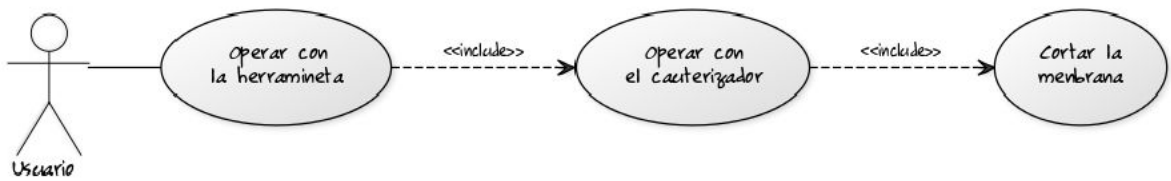
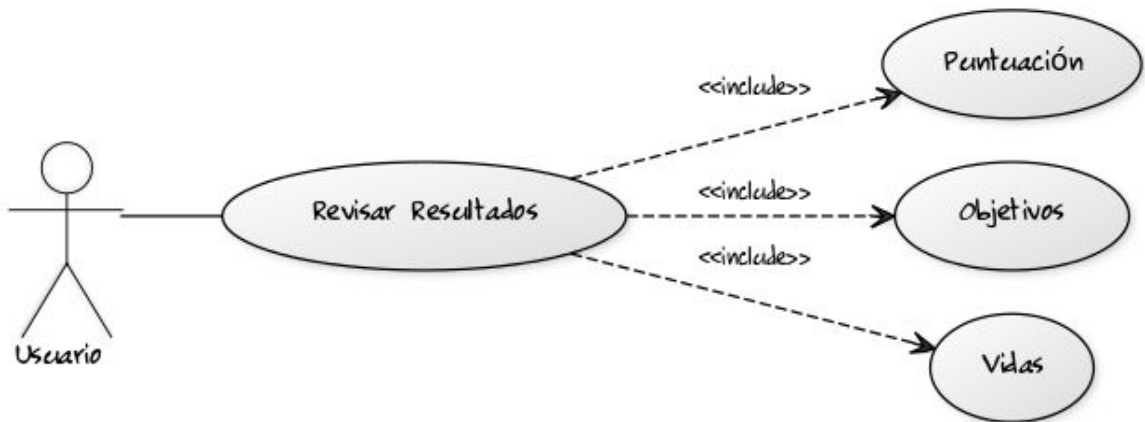
### 3.2.1. Glosario de términos:

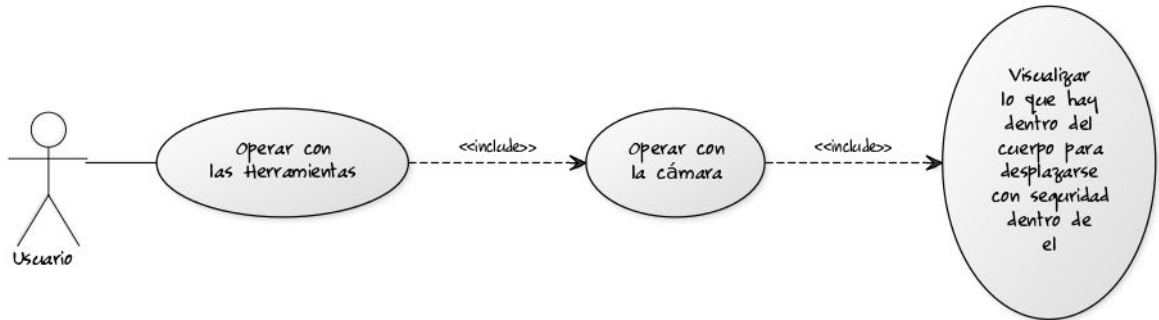
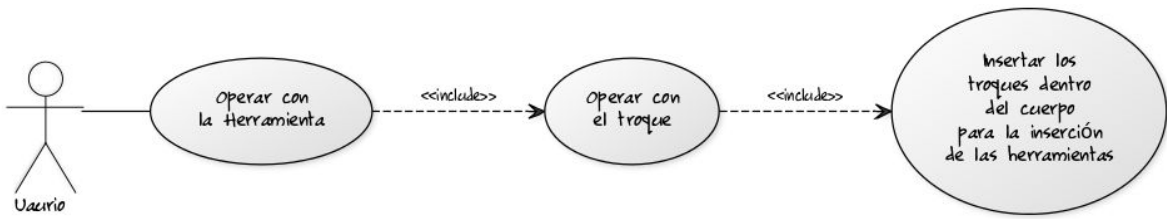
- **Cuerpo:** Se encarga de contener a los órganos con los que se van a operar. El cuerpo puede ser operado como el resto de los órganos pero solo con el troque.
- **Órgano:** Son los objetos que van a ser operados por las herramientas y crear una retroalimentación visual y de puntaje como resultado.
- **Herramienta:** Es el objeto que el usuario va a usar para desarrollar las funciones de la cirugía. Actualmente se tienen 4 herramientas y cada uno tiene diferentes funciones en el cuerpo, los órganos y según el estado del juego (Fuera del cuerpo y dentro del cuerpo):
  - Troque.
  - Cauterizador.
  - Pinza.
  - Cámara.
- **TouchManager:** Es el objeto que se encarga de mover las herramientas en el espacio cada vez que son seleccionadas.

### 3.3. Diagramas de casos de uso:

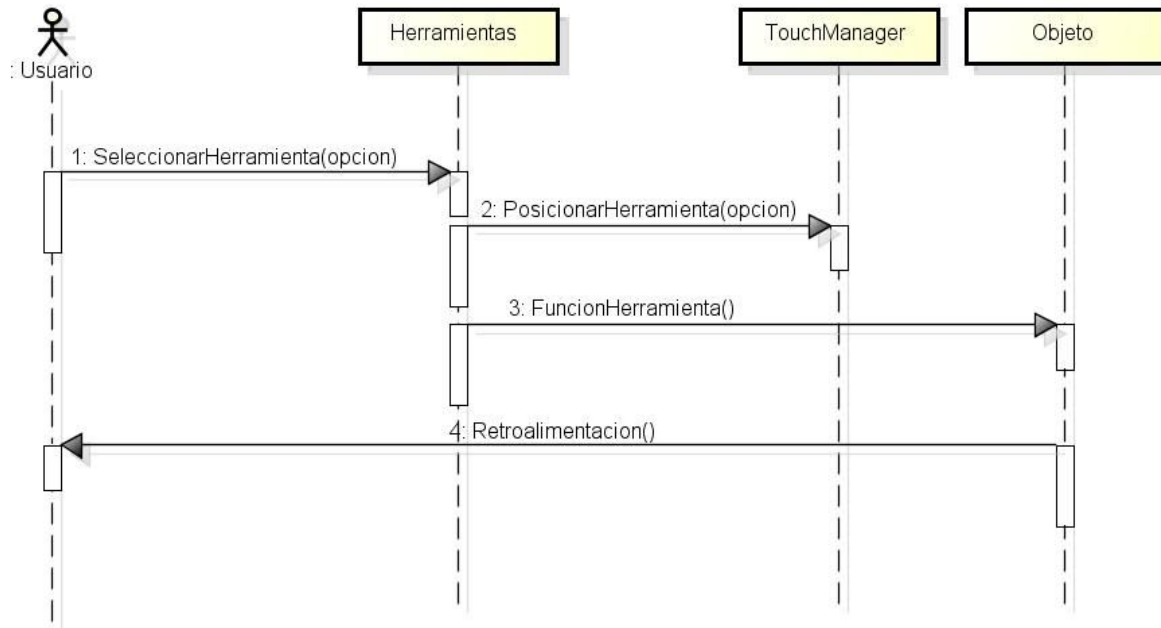


powered by Astah





### 3.3.1. Diagrama de secuencias del sistema:



### 3.3.2. Contratos de operación:

<b>Nombre</b>	Revisar Resultados
<b>Identificador</b>	Revisar Resultados
<b>Responsabilidades</b>	Se encarga de demostrar la puntuación obtenida.
<b>Tipo</b>	Sistema
<b>Referencias de casos de uso</b>	Ninguna
<b>Referencias de requisitos</b>	Se necesitan tener lista una serie de acciones a realizar dentro de la operación.

<b>PRECONDICIONES</b>
<b>De instancia</b> Tener una acción dada. <b>Desarrollar una acción con las herramientas.</b> <b>De relación</b> El usuario quiere conocer los resultados de su operación.
<b>POSCONDICIONES</b>
<b>De instancia</b> Se tiene el resultado por haber realizado la acción. <b>De relación</b> El usuario entiende el resultado.
<b>SALIDA DE PANTALLA</b>
El valor del resultado.

<b>Nombre</b>	Operar con la herramienta
<b>Identificador</b>	Operar con la herramienta
<b>Responsabilidades</b>	Se encarga de realizar la operación con la herramienta seleccionada.
<b>Tipo</b>	Usuario
<b>Referencias de casos de uso</b>	Ninguna
<b>Referencias de requisitos</b>	Se determina que herramienta se quiere usar para la operación.
<b>PRECONDICIONES</b>	
<b>De instancia</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener una acción dada.</li> <li>• Desarrollar una acción con las herramientas.</li> </ul> <b>De relación</b> El usuario quiere conocer los resultados de su operación.	
<b>POSCONDICIONES</b>	
<b>De instancia</b> Se tiene el resultado por haber realizado la acción. <b>De relación</b> El usuario entiende el resultado.	
<b>SALIDA DE PANTALLA</b>	
El valor del resultado.	

<b>Nombre</b>	Operar con el troque
<b>Identificador</b>	Operar con el troque
<b>Responsabilidades</b>	Se encarga de sostener las herramientas incrustadas para que estas no dañen otro órgano por su libre movimiento.
<b>Tipo</b>	Usuario
<b>Referencias de casos de uso</b>	Operar con la herramienta



<b>Referencias de requisitos</b>	<b>Se determina que herramienta se quiere usar para la operación.</b>
<b>PRECONDICIONES</b>	
<b>De instancia</b> Tener una acción dada. Desarrollar una acción con el troque. <b>De relación</b> El usuario quiere operar usando el troque.	
<b>POSCONDICIONES</b>	
<b>De instancia</b> Se tiene el resultado por haber realizado la acción. <b>De relación</b> El usuario entiende el resultado.	
<b>SALIDA DE PANTALLA</b>	
Se puede ver la función del troque en acción.	

<b>Nombre</b>	<b>Operar con el cauterizador</b>
<b>Identificador</b>	<b>Operar con el cauterizador</b>
<b>Responsabilidades</b>	<b>Se encarga de realizar la operación con cauterizador.</b>
<b>Tipo</b>	<b>Usuario</b>
<b>Referencias de casos de uso</b>	Operar con la herramienta
<b>Referencias de requisitos</b>	Se determina que herramienta se quiere usar para la operación.
<b>PRECONDICIONES</b>	
<b>De instancia</b> Tener una acción dada. Desarrollar una acción con las herramientas. <b>De relación</b> El usuario quiere llevar a cabo la operación con el uso de una herramienta.	
<b>POSCONDICIONES</b>	
<b>De instancia</b> Se tiene el resultado por haber realizado la acción. <b>De relación</b> El usuario entiende la función de la herramienta seleccionada.	
<b>SALIDA DE PANTALLA</b>	
Se puede ver la herramienta en acción.	

<b>Nombre</b>	<b>Visualizar con la cámara</b>
<b>Identificador</b>	<b>Visualizar con la cámara</b>
<b>Responsabilidades</b>	<b>Se encarga de mandar a pantalla lo que el cirujano realiza dentro del cuerpo humano.</b>
<b>Tipo</b>	<b>Usuario</b>
<b>Referencias de casos de uso</b>	Operar con la herramienta

<b>Referencias de requisitos</b>	<b>Se determina que herramienta se quiere usar para la operación.</b>
<b>PRECONDICIONES</b>	
<b>De instancia</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tener una acción dada.</li> <li>Dar imagen a el cirujano para que este vea lo que hace</li> </ul> <b>De relación</b> El usuario quiere saber cómo mover las herramientas para que no dañen otro órgano.	
<b>POSCONDICIONES</b>	
<b>De instancia</b> El cirujano realiza su cirugía con libertad. <b>De relación</b> Terminar la cirugía con éxito gracias a una buena visualización.	
<b>SALIDA DE PANTALLA</b>	
La imagen de la cámara en una pantalla virtual.	

### 3.3.3. Especificación de casos de uso:

<b>Caso de Uso</b>	<b>Revisar Resultados</b>	
<b>Identificador</b>	<b>Revisar Resultados</b>	
<b>CURSO TÍPICO DE EVENTOS</b>		
<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
El usuario se sentirá presionado y premiado durante su cirugía debido a los diversos elementos de juego que son puntuacion, objetivos y vidas.	Se evaluará la destreza del usuario mediante la puntuación en conjunto con las vidas estas para lograr los objetivos.	
<b>CURSOS ALTERNATIVOS</b>		
El simulador podrá continuar solo que sin su funcionalidad.		

<b>Caso de Uso</b>	<b>Operar con la herramienta</b>	
<b>Identificador</b>	<b>Operar con la herramienta</b>	
<b>CURSO TÍPICO DE EVENTOS</b>		
<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>	
Selecciona la herramienta deseada.	Coloca la herramienta seleccionada en la mano del jugador.	
<b>CURSOS ALTERNATIVOS</b>		
En dicha actividad esta será suspendida.		

<b>Caso de Uso</b>	<b>Operar con el cauterizador</b>	
<b>Identificador</b>	<b>Operar con el cauterizador</b>	

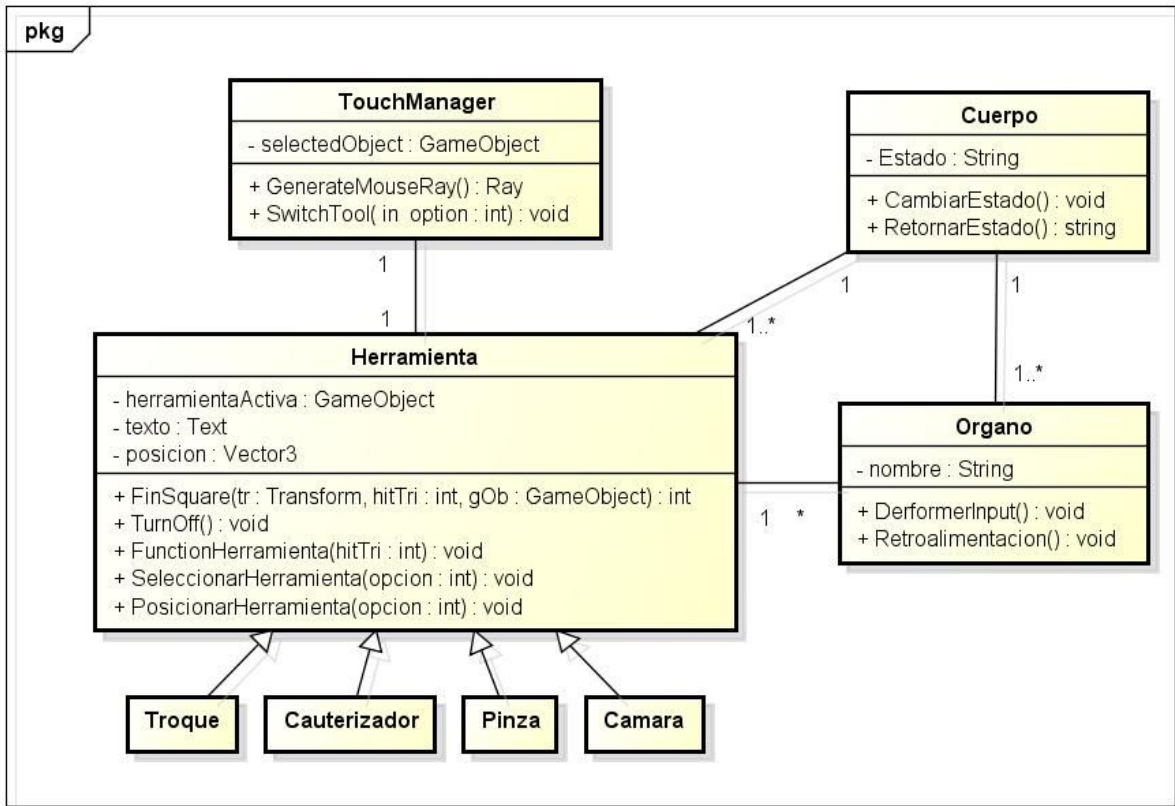
<b>CURSO TÍPICO DE EVENTOS</b>	
<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>
Mover dicha herramienta para ir cortando la membrana.	Cuando detecte un evento en dicha herramienta esta desaparecerá un fragmento del objeto a su alcance en la punta.
<b>CURSOS ALTERNATIVOS</b>	
No podrá cortar los objetos (membrana).	

<b>Caso de Uso</b>	Operar con el troque
<b>Identificador</b>	Operar con el troque
<b>CURSO TÍPICO DE EVENTOS</b>	
<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>
Colocar los troques en el cuerpo para la inserción de las herramienta.	Cuando detecte un evento este colocará el troque dentro del cuerpo para que el usuario acceda a colocar las herramientas.
<b>CURSOS ALTERNATIVOS</b>	
No podrá colocar los troques para colocar las herramientas.	

<b>Caso de Uso</b>	Operar con la cámara
<b>Identificador</b>	Operar con la cámara
<b>CURSO TÍPICO DE EVENTOS</b>	
<b>Usuario</b>	<b>Sistema</b>
Insertará la cámara dentro de un troquel para la visualización interna del cuerpo humano para su ubicación y así proseguir con los demás troques.	En cuanto la cámara es activada esta mostrará en pantalla lo que está viendo para que el usuario sepa dónde está y qué hay cerca de ella.
<b>CURSOS ALTERNATIVOS</b>	
No podrá visualizar lo que le obstruye o lo que hay dentro del cuerpo.	

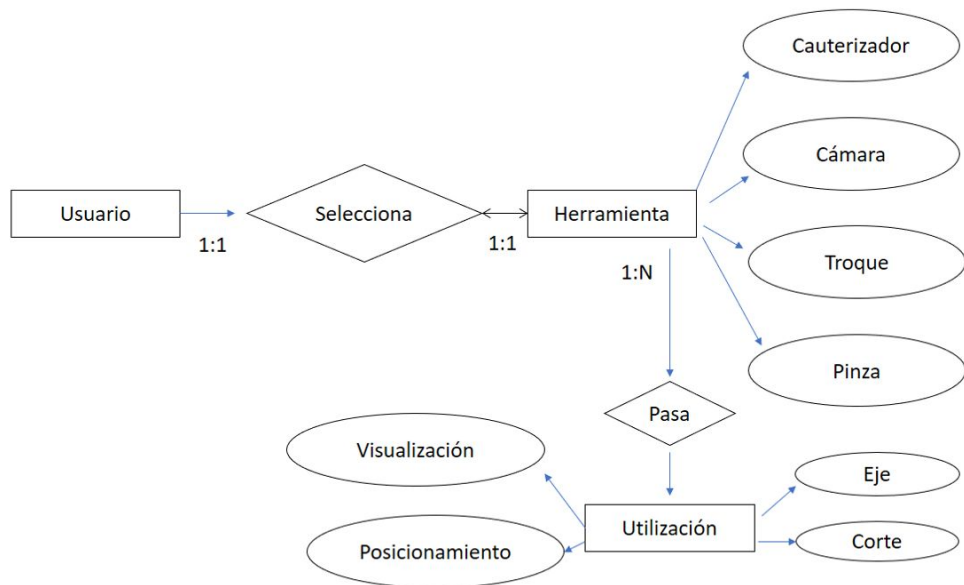
#### 4. Diseño

##### 4.1. Diagrama de clases:



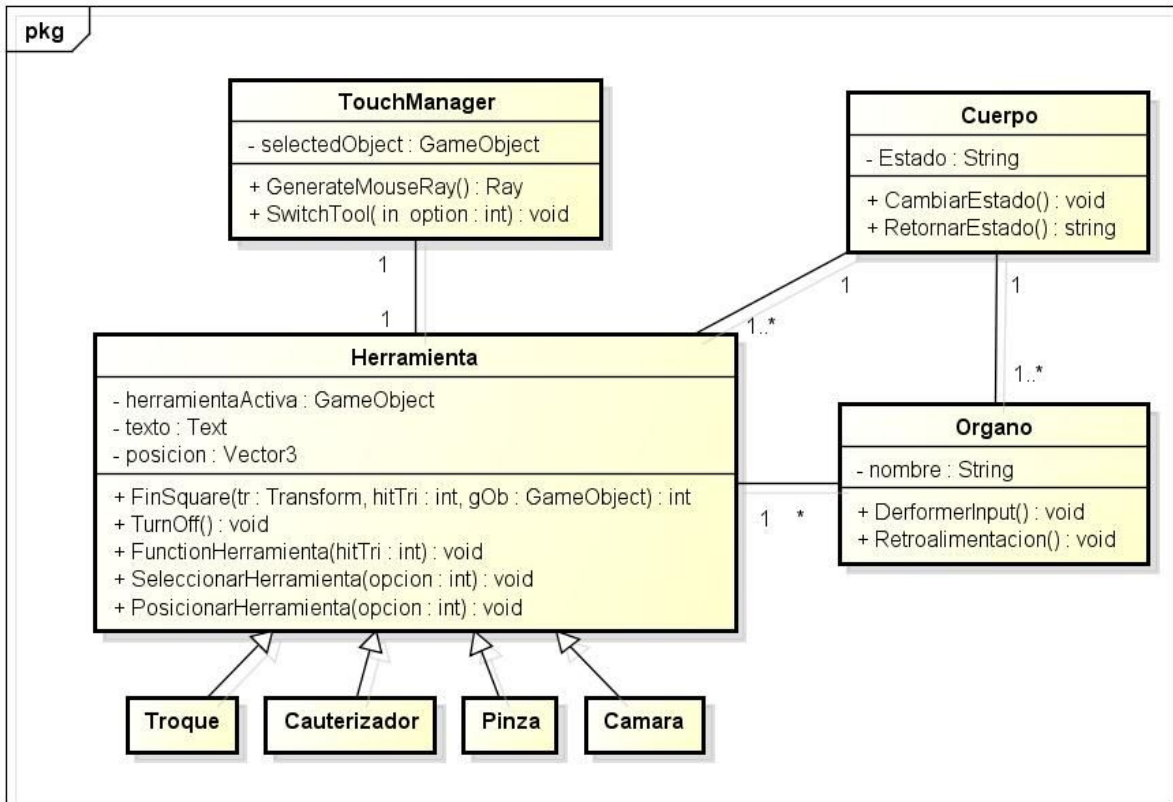
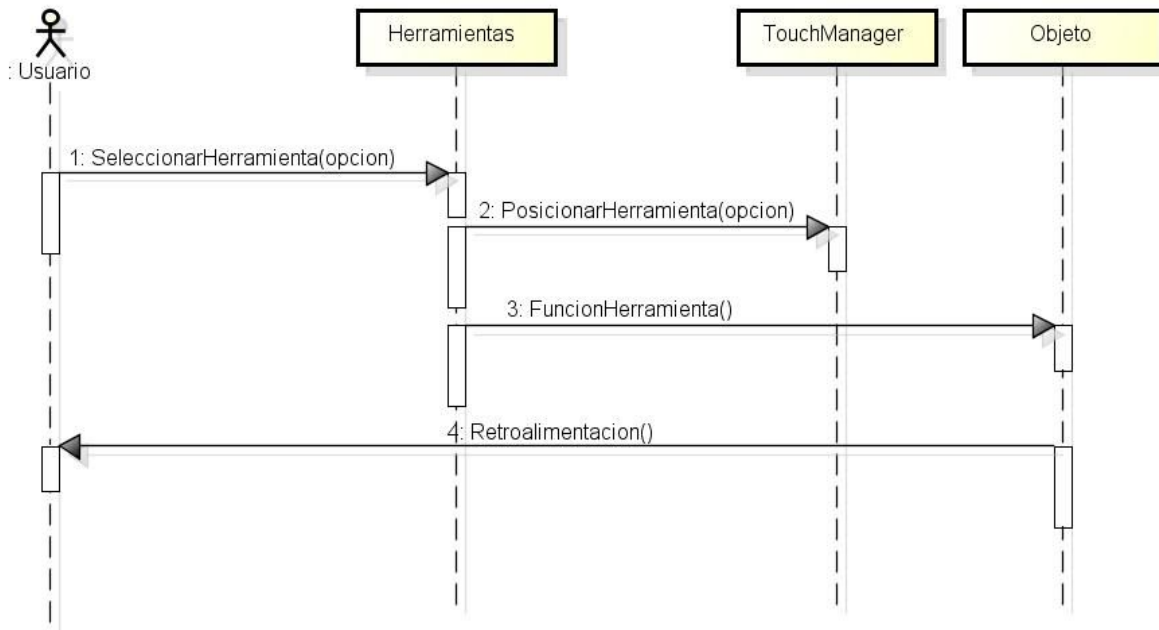
powered by Astah

#### 4.2. Modelo entidad-relación:



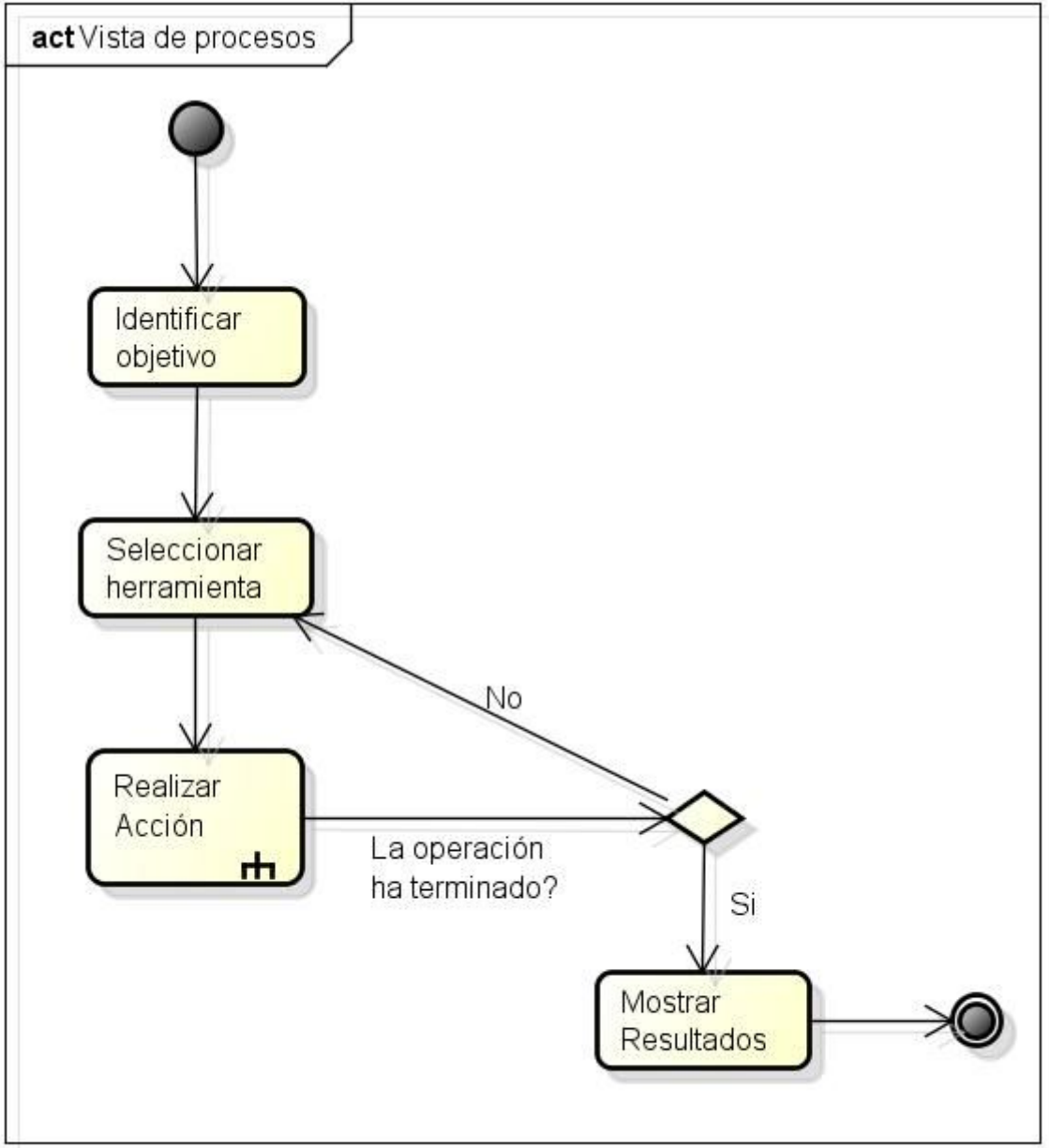
#### 4.3. Vistas arquitectónicas:

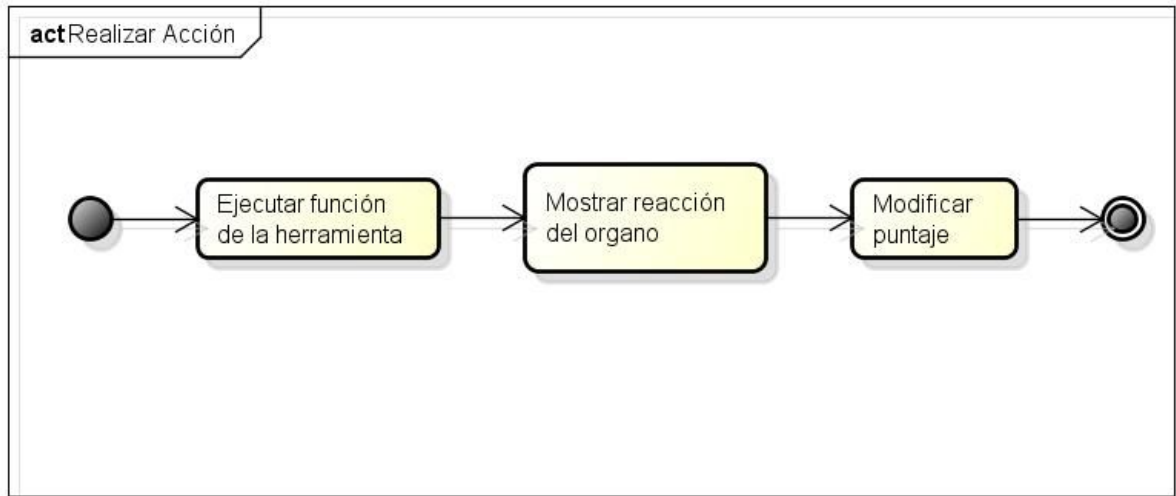
##### 4.3.1. Vista lógica:



powered by Astah

- 4.3.2. **Vista física:** Actualmente no se usan equipos físicos externos como parte del proyecto.
- 4.3.3. **Vista de desarrollo:** Actualmente no se usan aplicaciones de software externos como parte del proyecto.
- 4.3.4. **Vista de procesos:**





powered by Astah

## 5. Implementación

5.1. **Especificación de estándares utilizados:** No se usaron estándares de codificación para realizar el producto.

## 6. Pruebas

6.1. **Especificación de pruebas:**

Identificador de la prueba	Selección de herramienta
Método a probar	SeleccionarHerramienta(opción)
Objetivo de la prueba	Determinar que la herramienta está siendo seleccionando la herramienta adecuada.
Datos de entrada	
Teclado numérico del computador.	
Resultado esperado	
Se selecciona la herramienta según la opción del teclado.	
Comentarios	
Cada vez que se usan los números del teclados se selecciona la herramienta buscada.	

Identificador de la prueba	Sistema de puntaje
Método a probar	Retroalimentacion()
Objetivo de la prueba	El sistema de puntaje cambia en respuesta a las acciones realizadas.
Datos de entrada	
Varía dependiendo de los métodos realizados por las herramientas. Se tiene la respuesta de la herramienta al realizar su función.	

<b>Resultado esperado</b>
El sistema de puntos dependiendo de que si la función fue realizada correctamente.
<b>Comentarios</b>
Los puntos varían según las acciones realizadas.

<b>Identificador de la prueba</b>	Posicionamiento de la herramienta
<b>Método a probar</b>	PosicionarHerramienta(opcion)
<b>Objetivo de la prueba</b>	La herramienta seleccionada cambia de posición en el espacio de juego.
<b>Datos de entrada</b>	
El cambio del valor Vector3 de la herramienta seleccionada mientras se mueve el mouse.	
<b>Resultado esperado</b>	
La herramienta seleccionada se mueve según el movimiento del mouse.	
<b>Comentarios</b>	
La herramienta se mueve con el mouse, pero se mueve de forma diferente dependiendo de la herramienta quizás por los modelos que usan.	

## 6.2. Especificación de pruebas de aceptación:

<b>Identificador de la prueba</b>	Revisar resultados
<b>Caso de uso</b>	Revisar resultados
<b>Tipo de usuario</b>	Practicante Médico
<b>Objetivo de la prueba</b>	El practicante médico puede ver los resultados una vez haya terminado la operación.
<b>Secuencia de eventos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El usuario tiene un objetivo a realizar.</li> <li>- Realiza el objetivo de la operación con la herramienta.</li> <li>- Termina la operación y el usuario puede ver el resultado.</li> </ul>	
<b>Resultados esperados</b>	
El usuario puede ver el puntaje por haber realizado la operación.	
<b>Comentarios</b>	
"Esta funcionalidad nunca se terminó"	
Estado: No aceptado	

<b>Identificador de la prueba</b>	Operar con la herramienta
<b>Caso de uso</b>	Operar con la herramienta



Tipo de usuario	Practicante Médico
Objetivo de la prueba	El practicante médico puede operar con la herramienta seleccionada.
<b>Secuencia de eventos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El usuario tiene un objetivo a realizar.</li> <li>- Selecciona la herramienta según el objetivo.</li> <li>- Opera con deacuerdo con la función de esa herramienta.</li> </ul>	
<b>Resultados esperados</b>	
El usuario puede ver como funciona correctamente la herramienta.	
<b>Comentarios</b>	
Ninguno	
Estado: Aceptado	

### 6.3. Especificación de pruebas de carga:

Identificador de la prueba	Prueba de mesh
Tipo de prueba	Petición de alta carga
Objetivo de la prueba	Determinar el rendimiento de la aplicación bajo el uso de una tarea pesada.
<b>Descripción</b>	
Se va realizar la petición en el mesh de un objeto que esté conformado de muchos vértices y se va a medir el tiempo que tarda la petición en realizarse.	
<b>Resultados esperados</b>	
La petición se realiza con la mejor rendimiento posible.	
<b>Comentarios</b>	
Se tuvo que cambiar la forma en el que se manejaban la cantidad de vértices para realizar la petición con el rendimiento esperado.	

## 7. Liberación

**7.1. Configuración ambiente mínima/ideal:** Los requerimientos mínimos que se necesitan son una PC con procesador intel i5 o su equivalente con una memoria RAM mínima de 4 GB y una tarjeta de video integrada compatible con el procesador, el funcionamiento de dichas herramientas dependerá totalmente del rendimiento del equipo.

**7.2. Manual de instalación:**

### **Instalar la versión de Unity 5.5.2.:**

- Entrar en la pagina web:  
<https://unity3d.com/es/get-unity/download/archive>
- Buscar la versión de Unity 5.5.2. para windows.
- Descargar e instalar.

### **Descargar el proyecto:**

- Entrar en la carpeta pública de Dropbox:  
<https://www.dropbox.com/sh/rdk6qhqsfwzzgog/AACli9ZHdeTyz1xcziulxeepa?dl=0>
- Descargar el archivo .zip y descomprimir.
- Iniciar Unity para abrir los siguientes archivos y ejecutar el proyecto de la siguiente manera:
  - En la página de inicio de Unity seleccionar *Open*.
  - Buscar y seleccionar la carpeta *SLV2*.
  - Hacer clic en la opción *Seleccionar carpeta*.
  - Una vez el proyecto esté abierto, se debe entrar a la pestaña *Project*.
  - Buscar y abrir la carpeta *Scenes*.
  - Hacer doble clic en Scene 1 para ver la escena principal del proyecto.
  - Unir el boton Play que se encuentra en la parte superior central del programa para utilizar la herramienta en la pantalla Game.

### **7.3. Manual de usuario:**



Podrà seleccionar cualquiera de las opciones o empieza el juego

De las cuales tenemos tres opciones una de ellas es el botón play, este nos lleva al inicio del juego y a comenzarlo, es su principal función y única, sin él no podrás comenzar el juego.

El segundo botón no tiene configuración aún debido a que a que no se ha contado con el nivel de desarrollo para su funcionalidad, éste puede contener sonidos, ajustar el nivel dificultad y de vidas.

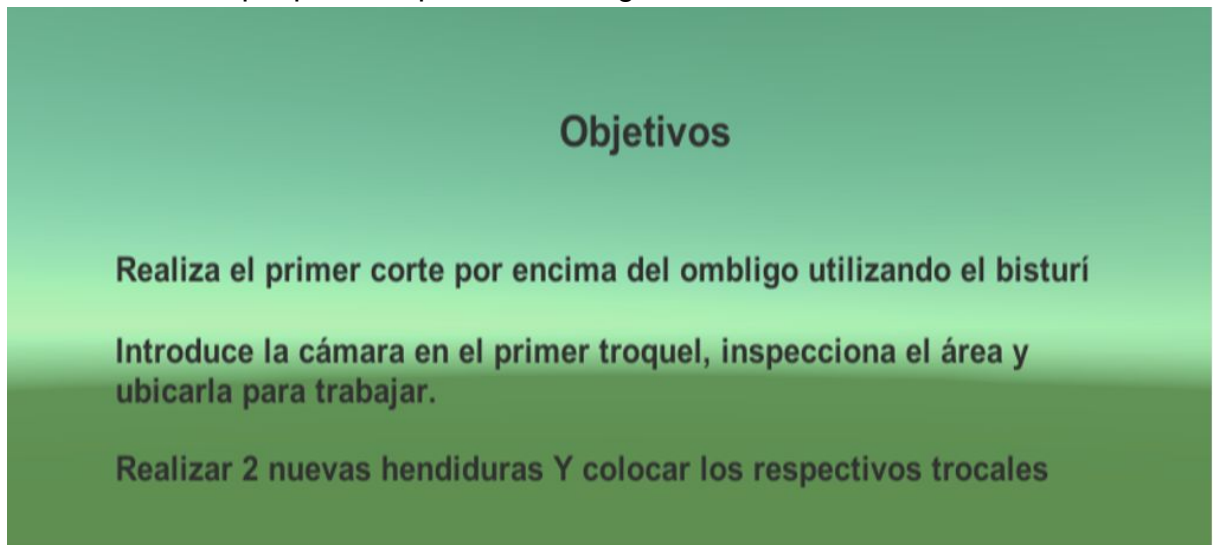
En el último botón podrás encontrar los nombres de los desarrolladores y del director de este proyecto, a su vez una breve descripción de lo que consiste el Simulador Laparoscópico.

También se contará con herramientas esenciales como son:

- Troque: Esta herramienta es de importancia debido a que sin ella el cirujano se podría mover sin límites ocasionando algunos desgarros en la piel y cuerpo del paciente, este es un eje donde puedes introducir las herramientas laparoscópicas.
- Cámara laparoscópica: Esta herramienta también es de mucha importancia ya que te da una imagen exacta de cómo está organizado el cuerpo humano y si en la introducción de los demás troques hay un órgano de por medio puedes corregir la posición para no ocasionar algún daño.
- Pinzas: Estas nos permiten sostener los órganos y membranas para poder observar o trabajar con ellas así mismo hasta cierto punto

puedes cortar la membrana con las pinzas ejerciendo alguna presión sobre de ella.

- **Cauterizador:** Esta herramienta es la que nos permite realizar los cortes, para lo cual se debe de tener la extrema precaución de no tocar otro órgano mientras esta está encendida (en funcionamiento) debido a que puedes quemar otro órgano o en su defecto dañarlo.



## Objetivos

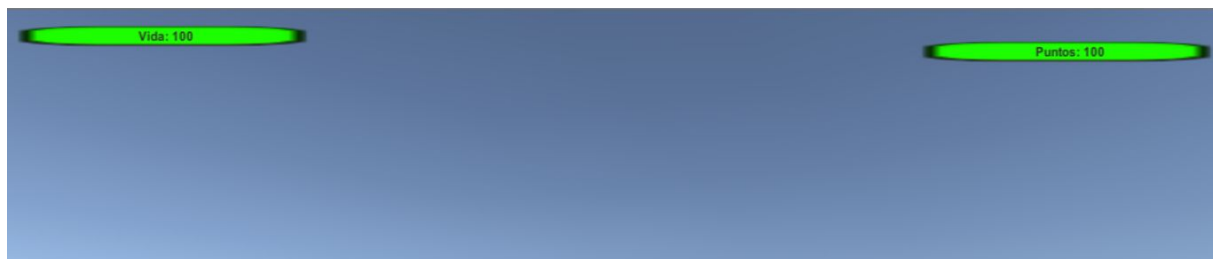
**Realiza el primer corte por encima del ombligo utilizando el bisturí**

**Introduce la cámara en el primer troquel, inspecciona el área y ubicarla para trabajar.**

**Realizar 2 nuevas hendiduras Y colocar los respectivos trocales**

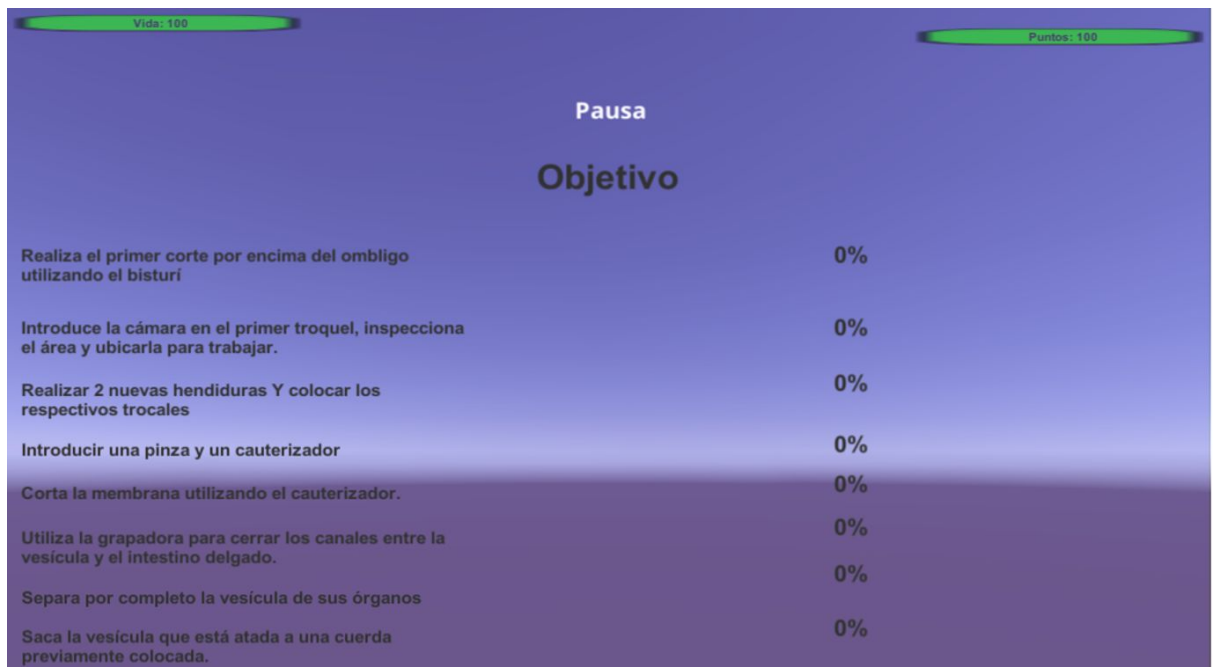
AL inicio del juego podras visualizar por 10 segundos los objetivos

En cuanto iniciamos el juego nos muestra momentáneamente los primeros objetivos a cumplir esto para que vea que es lo que tiene que resolver durante la simulación.



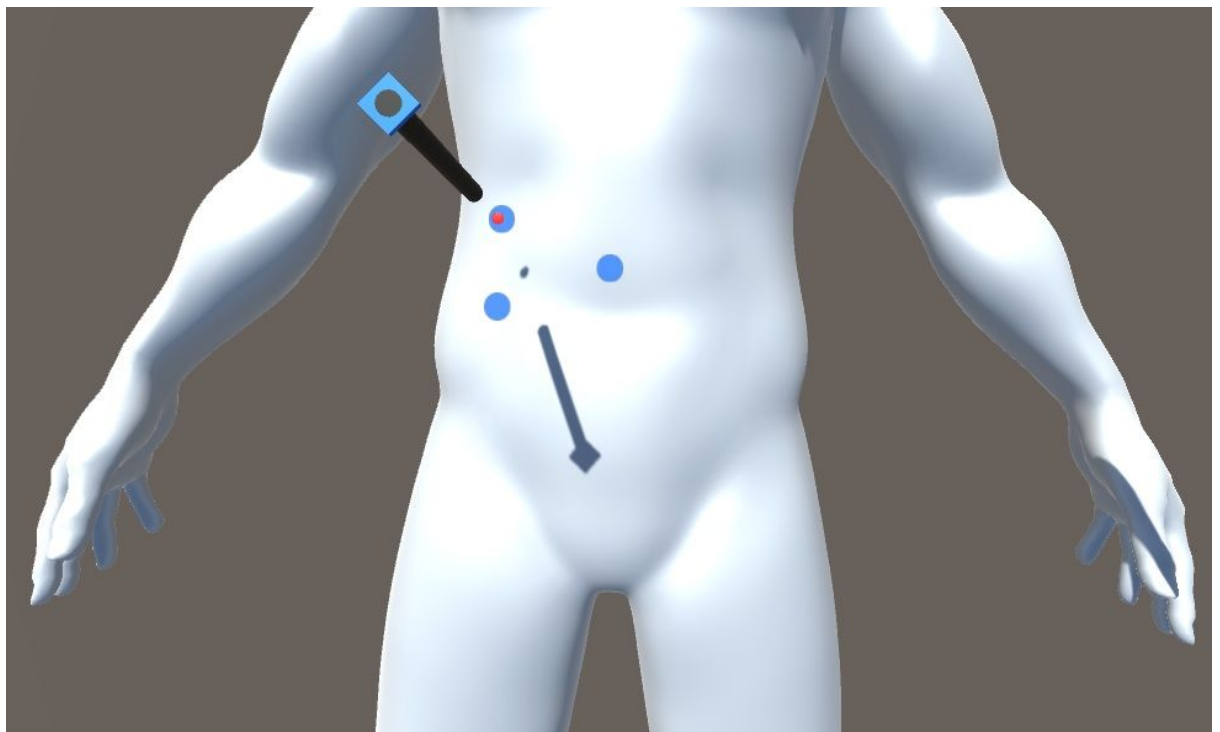
Aquí se apresia las barras de vida de puntuación para el inicio del juego

Una vez que pasen los 10 segundos comienza el juego y así se puedan cumpir cada uno de los objetivos.



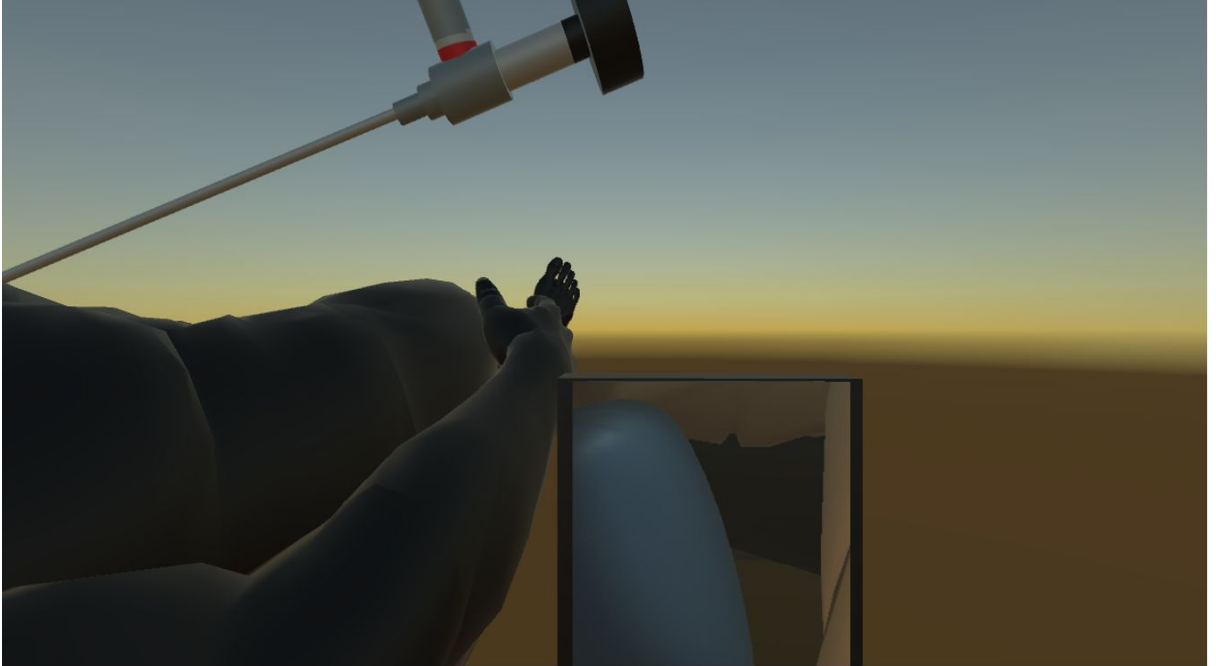
En el momento de presionar la tecla Scape podrás visualizar tus objetivos y el porcentaje se avance de los mismos

En cuanto presionamos la tecla Esc esta pondrá en pausa el juego para que podamos visualizar todos los objetivos a cumplir y a su vez nos permite descansar un tiempo hasta que vuelva a presionar la tecla Esc.



La función del troque funciona cuando se ejecuta el proyecto y se hunde la tecla 2, aparece en la escena y se puede mover con el mouse para ponerlos en los puntos azules, cuando se hace clic izquierdo el troque se va a insertar en la posición indicada con un mensaje que dice "Vacío", luego aparecerá uno nuevo para volver a realizar el proceso. Con los otros número del teclado

(De 1 a 4) pueden aparecer nuevas herramientas, pero como estas se encuentran fuera del cuerpo solo funcionaran para posicionarse dentro de los troques vacíos.

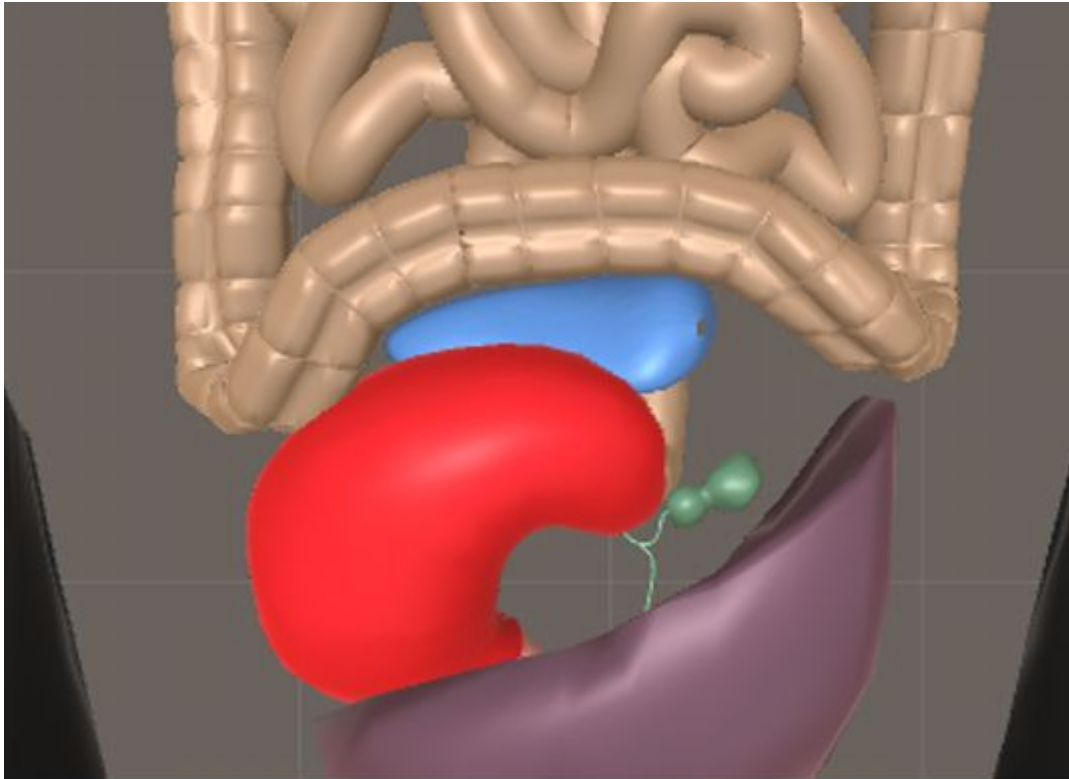


Con la cámara puedes visualizar los órganos por ejemplo aquí vemos la vesícula

La cámara es de mucha utilidad debido a que sin ella no podrás visualizar lo que hay dentro del cuerpo y cómo está organizado el cuerpo, si ella es muy difícil poder insertar el troque con la seguridad necesaria.



El cauterizador solo funciona para cortar órganos cuando se encuentra dentro del cuerpo, se selecciona con el número del teclado 1, se puede mover con el mouse y cuando se encuentra en el lugar adecuado para cortar se hace clic izquierdo.



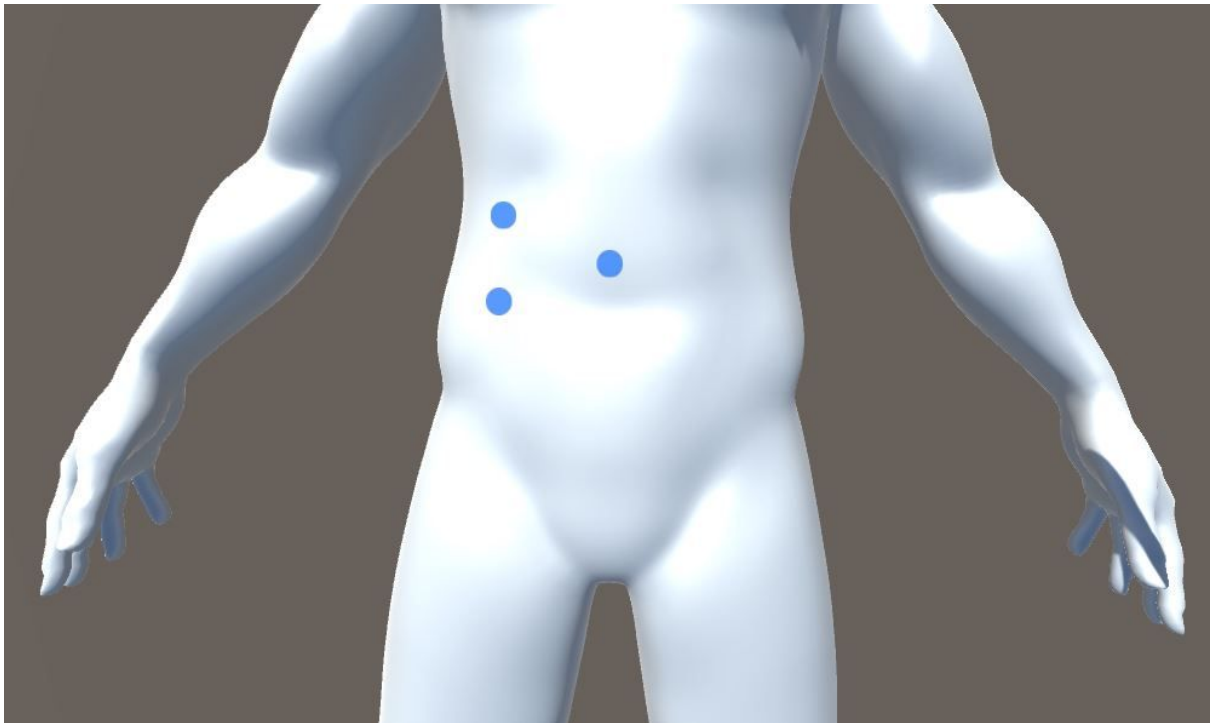
### Cuando tocamos algun òrgano por error este cambia a color rojo

Cuando estamos realizando la cirugía y por accidente tocamos un òrgano con el instrumental este cambiará de color sntoma que el cirujano debe de tener más cuidado, a su vez en la barra de vidas disminuye dependiendo de la gravedad (òrgano tocado), sin este elemento solo perderías vidas pero no saben el motivo de su pérdida.

**7.4. Manual técnico:** Lo que alguien tiene que conocer para continuar el proyecto.

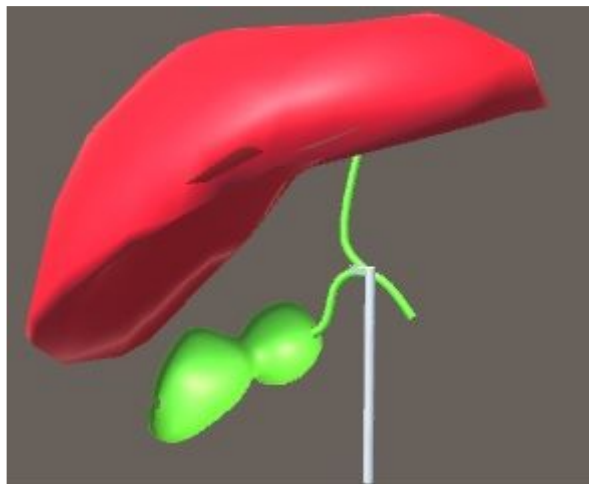
**7.4.1. Escenas:** En la carpeta del proyecto se pueden encontrar 3 escenas en el proyecto principal "Simulador de Laparoscopias V2":

- **Scene1:** En esta escena se encuentra el cuerpo y humano y las herramientas a usar, el objetivo de esta escena es realizar una de las funciones principales de un a cirugía laparoscópica donde se deben usar 3 troques y ubicarlos dentro del abdomen en los puntos azules para luego ubicar las herramientas [Figura 4].



**Figura 4**

- **Scene2:** Aquí podemos encontrar la función del cauterizador, la escena se encarga de desarrollar el corte del cauterizador una vez que este se encuentre dentro del cuerpo para cortar la vesícula. La función del cauterizador puede arrojar un apuntador en la pantalla “Scene” para mostrar qué partes de la vesícula se están eliminando. La vesícula también desarrolla un movimiento cada vez que se toca para simular el movimiento del órgano cada vez que este es manipulado [Figura 5].

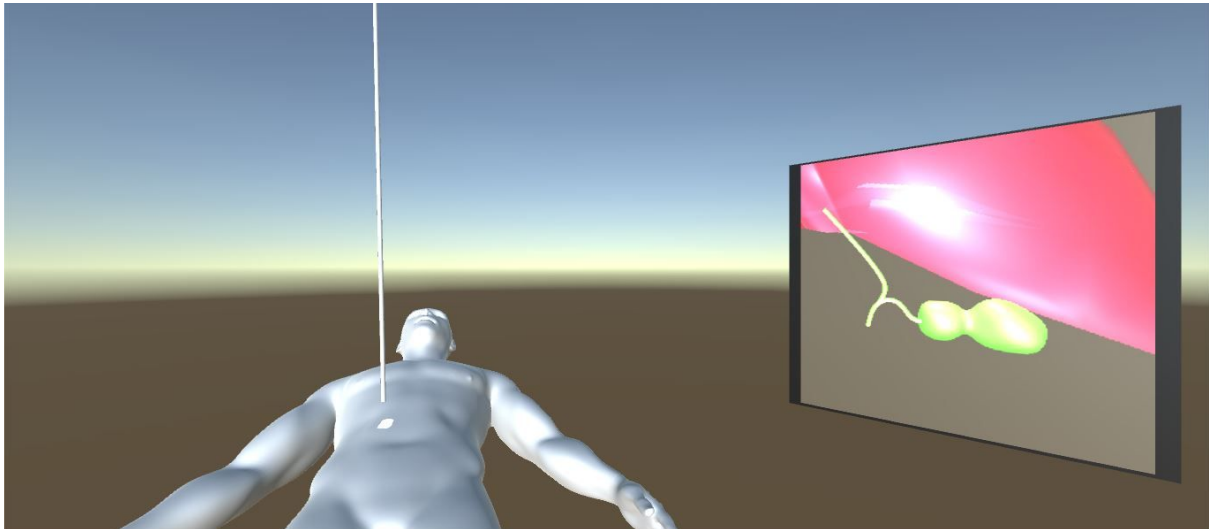


**Figura 5**

- **Tubo:** Esta escena muestra la función de el Laparoscopio (la cámara que se inserta dentro del cuerpo) para ver el interior del abdomen a través de la pantalla que se tiene al lado. Moviendo el



laparoscopia dentro del abdomen puede encontrarse el hígado con la vesícula [Figura 6].



**Figura 6**

**7.4.2. Scripts:** Son los códigos que controlan el comportamiento de las herramientas, los códigos más importantes del proyecto son:

- **FunciónCauterizador:** Se encuentra dentro del objeto de juego *Cauterizador+ > Cylinder > GameObject*, guarda el objeto *Cauterizador01*. Funciona de 2 maneras:
  - Se inserta dentro del abdomen cuando está afuera del cuerpo si existe un Troque vacío adherido al abdomen. Aquí utiliza el objeto *Cauterizador01* para ponerlo encima del Troque para mostrar que este se encuentra dentro del troque.
  - Elimina los cuadrados del mesh de un objeto para ejecutar el corte si este se encuentra dentro del abdomen.

Se comunica con los Scripts *FunciónTroque* y *TouchManager2*:

- **FunciónTroque:** Cambia el string *Estado* para que el mensaje del troque anuncie que tiene un cauterizador adentro.
  - **TouchManager2:** Lo llama para que no seleccione la herramienta y esta no se pueda mover en el espacio.
- **FunciónTroque:** Se encuentra dentro del objeto de juego *Troque > Punta*, guarda el string *Estado* y el objeto *Dot*. Se encarga de posicionarse dentro del abdomen en los puntos mostrados, usa el objeto de juego *Dot* para apuntar en donde será insertado, este abre un hueco en el mesh cuando se hace clic y esté insertado. Una vez este se encuentra insertado dentro del abdomen, usa el string *Estado* para mostrar un mensaje encima que dice que está vacío que luego cambia mientras se insertan el resto de las herramientas.

Se comunica con los Scripts *NextTroque*, *TouchManager2* y *ControlH*:

- **NextTroque:** Crea un nuevo troque.
- **TouchManager2:** Borra el troque una vez que este se encuentre posicionado y que este elija el próximo troque para moverlo en el espacio.
- **ControlH:** Borra el troque de la selección y busca un nuevo.
- **NexTroque:** Se encuentra dentro del objeto de juego *DuplicadorTroque*, guarda el valor Transform *NTroque*. Cada vez que se utiliza el troque y esté se encuentra dentro del abdomen, debe aparecer un nuevo para posicionarlo en los otros puntos marcados en el abdomen.
- **ControlH:** Se encuentra dentro del objeto de juego *ControlHerramientas*, guarda el objeto de juego *hAct*, *cauterizador*, *troque*, *pinza*, *camara*, *vacío* y el valor de Text *texto*. Se encarga de manejar las diferentes herramientas que se usan en la simulación y posicionarlas adecuadamente en la escena de juego cada vez que son llamadas, este también apaga el Script de cada una de las herramientas para evitar que estas se activen durante el juego. Cuando una herramienta es usada *texto* se encarga de cambiar al nombre de la herramienta para cambiar el mensaje del troque vacío.

Se comunica con los Scripts *FunciónCauterizador*, *FunciónTroque*, *TouchManager2* y *Estado* de forma indirecta para que los Scripts no funcionen cuando no estén seleccionados y se comunica de forma directa de la siguiente manera:

- **Estado:** Busca si el juego se encuentra Dentro o Fuera del cuerpo para que las herramientas funcionen de forma diferente.
- **TouchManager2:** Cambia la herramienta seleccionada para que se mueva en el espacio de juego.
- **FunciónTroque:** Cambia los mensajes de estado del troque vacío.
- **Estado:** Se encuentra dentro del objeto de juego *ControlHerramientas*, guarda el estado Bool de *o* e *i* que significan *Outside* e *Inside* respectivamente. Esta herramienta se encarga de cambiar de estado de juego Dentro y Fuera del cuerpo para que las herramientas funcionen de forma diferente.
- **TouchManager2:** Se encuentra dentro del objeto de juego *TouchManager*, guarda los objetos de juego *selectedObject*, *cauterizador*, *troque*, *pinza*, *camara* y *vacío*. Se encarga de mover los objetos seleccionados por el usuario en el objeto de juego *selectedObject* para moverlos en el espacio de juego.
- **MeshDeformerInput y MeshDeformer<sup>9</sup>:** Se encuentra dentro del objeto de juego *Liver* > *Line06* y *Line07* y en cualquier órgano que requiera imitar elasticidad. Este código se encarga de que los órganos se muevan con un movimiento elástico para simular el movimiento de un órgano cada vez que este es manipulado.

---

<sup>9</sup> Código obtenido de: <http://catlikecoding.com/unity/tutorials/mesh-deformation/>

MeshDeformerInput se comunica con *MeshDeformer* para enviar los valores de punto y fuerza. Los dos Scripts deben usarse en el mismo objeto para que funcionen.

**7.4.3. Prefabs e Imágenes:** Son los objetos de juego con componentes y las imágenes usadas para realizar el proyecto:

**7.4.3.1. Prefabs:**

- **Liver:** Es el modelo del hígado con la vesícula.
- **Liver Big:** Es una versión más grande del prefab anterior, es usado para operar con más precisión con el cauterizador.
- **Body\_:** Es un modelo que guarda el cuerpo y todos los órganos.
- **Cauterizador+:** Es el modelo básico del cauterizador que se usa para cortar los órganos.
- **Cauterizadorl:** Es el modelo básico del cauterizador cuando este se encuentra dentro del troque.
- **Dot:** Es el modelo de un punto rojo que es usado como apuntador para mostrar dónde va a ser ubicado el troque.
- **Pinza:** Es el modelo de la pinza usada para manipular los órganos.
- **Troque:** Es el modelo básico del troque que se usa para permitir la entrada de las herramientas dentro del abdomen. El troque original es negro con cuadrado azul.
- **FinalBaseMesh:** Es el modelo del cuerpo humano sin los órganos. Este es el que se usa para poner los troques en Scene1.

**7.4.3.2. Imágenes:**

- **Point2:** Es un punto azul usado para apuntar donde deben ponerse los troques en el abdomen.
- **TextBubble:** Es un letrero que aparece encima del troque cuando este es insertado dentro del abdomen para mostrar si está vacío o si tiene una herramienta adentro.

**7.5. Herramientas:** Durante el desarrollo del proyecto se usaron las siguientes herramientas:

- **Motor gráfico de videojuegos Unity 5.5.2.:** Unity es un programa para desarrollar cualquier juego fácilmente en 2D y 3D con una alta optimización y puede ser desplegado en varias plataformas. Nosotros usamos Unity por su alto acceso, funcionamiento multiplataforma, es muy fácil de programar funciones y acceder a más información relacionada para aprender a realizar nuevas soluciones.