

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Bogotá

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
MECATRÓNICA**

**MANUAL DE USUARIO
PELVITRAINER**

Profesor:

Ingeniero David Leonardo Díaz León

Cliente:

Ingeniero Pedro Fabián Cárdenas Herrera

Autores:

Yuli Fernanda Alpala Cuaspa
Sara Valentina Cardona Mejía
Manuel Felipe Carranza Montenegro
Felipe Cruz Vásquez
Victor Manuel Dávila Castañeda

06 de septiembre del 2024

Índice

1. Subsistemas del prototipo	2
1.1. Herramientas	2
1.2. Visión	2
1.3. Tracking	3
1.4. Carcasa	3
1.5. Procesamiento y análisis de datos	4
2. Elementos necesarios	5
2.1. Computador portátil	5
2.2. Dispositivo móvil	6
3. Uso de las herramientas	7
4. Inicialización de la práctica	10
4.1. Configuración del simulador	10
4.2. Comprobación del software de simulación	13
4.3. Inicio de ejercicios de cirugía laparoscópica	15
4.4. Finalización de la práctica	16
5. Ejercicios	18
6. Revisión post-práctica	20

1. Subsistemas del prototipo

1.1. Herramientas

Este subsistema consta de las herramientas médicas necesarias para llevar a cabo una cirugía laparoscópica, tales como: pinza Grasper, pinza Maryland, pinza Tijera y Laparoscopio.



Figura 1. Herramientas del prototipo. Fuente: Autores.

1.2. Visión

Este subsistema se encarga de permitir la visualización de lo que ocurre dentro de la cavidad de la simulación mediante una cámara serpiente ubicada en el laparoscopio (fig. 2) y una webcam situada en el interior de la carcasa del prototipo (fig. 3). Ambas cámaras transmiten imágenes en tiempo real, las cuales pueden observarse en la interfaz de usuario y en la pantalla de un celular o tablet, respectivamente.



Figura 2. Cámara serpiente y laparoscopio. Fuente: Autores.

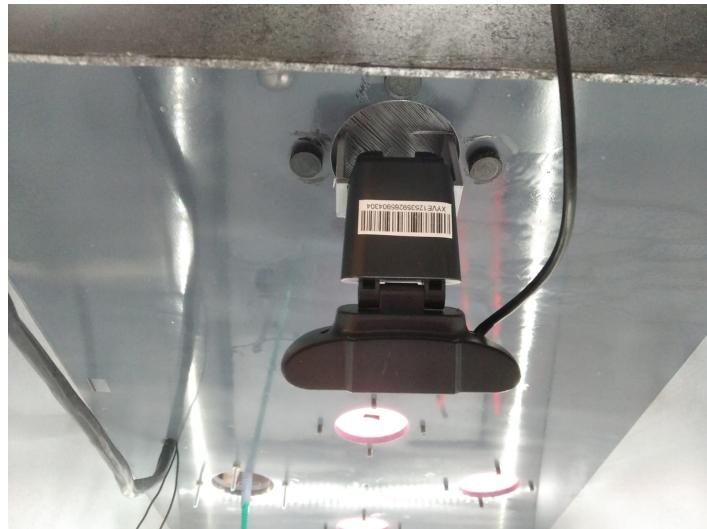


Figura 3. Webcam. Fuente: Autores.

1.3. Tracking

Este subsistema se encarga de detectar numéricamente la posición de la herramienta Maryland. Para ello, utiliza dos encoders y un sensor láser, los cuales se encuentran ubicados en una base rotatoria con el objetivo de facilitar la movilidad de la herramienta.



Figura 4. Subsistema de tracking. Fuente: Autores.

1.4. Carcasa

Este subsistema simula la cavidad interna del cuerpo humano y proporciona un entorno realista para la práctica quirúrgica. Está equipado con iluminación adecuada, soporte para la webcam y soporte para el desarrollo de los ejercicios ofrecidos por el prototipo. Además, este subsistema facilita la manipulación de las herramientas mediante una tapa inclinada con agujeros, lo que mejora el acceso y la ergonomía durante el desarrollo de las pruebas prácticas.

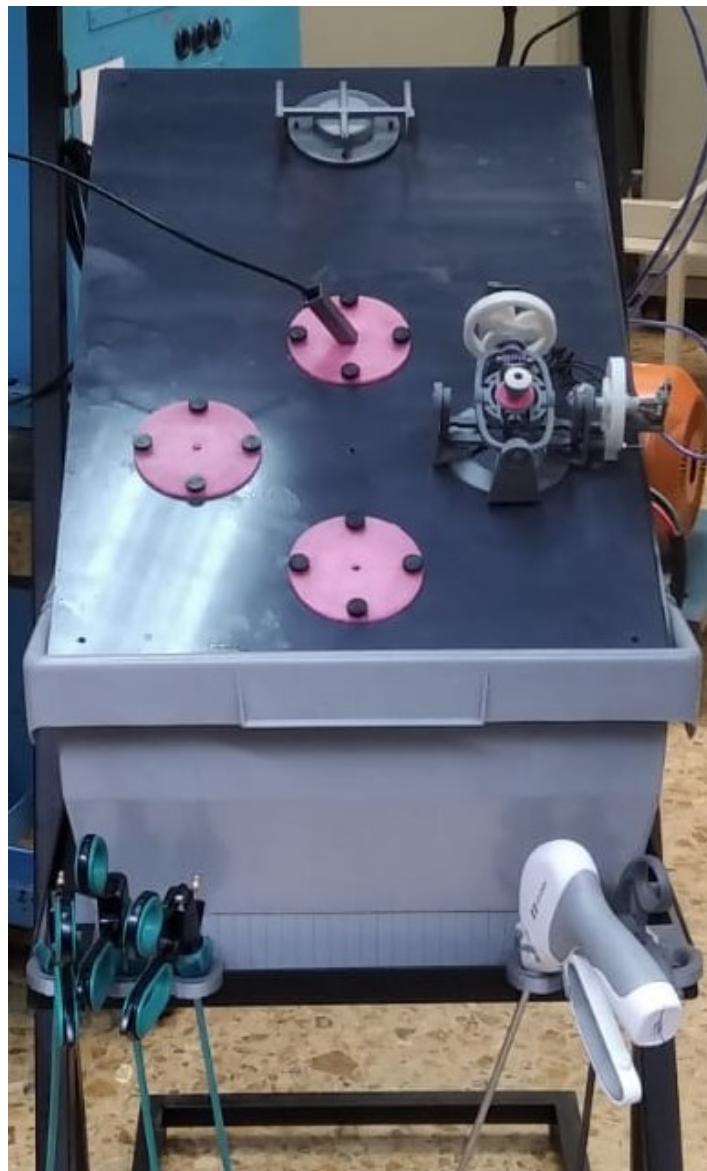


Figura 5. Subsistema de carcasa. Fuente: Autores.

1.5. Procesamiento y análisis de datos

Este subsistema se encarga de recibir, almacenar y procesar los datos provenientes de otros subsistemas utilizando una placa de Arduino (fig. 6). El procesamiento de estos datos se visualiza en la webapp a través de gráficos e información detallada sobre la posición (fig. 7), lo que facilita el análisis y la interpretación en tiempo real.



Figura 6. Arduino usado en el prototipo. Fuente: Autores.

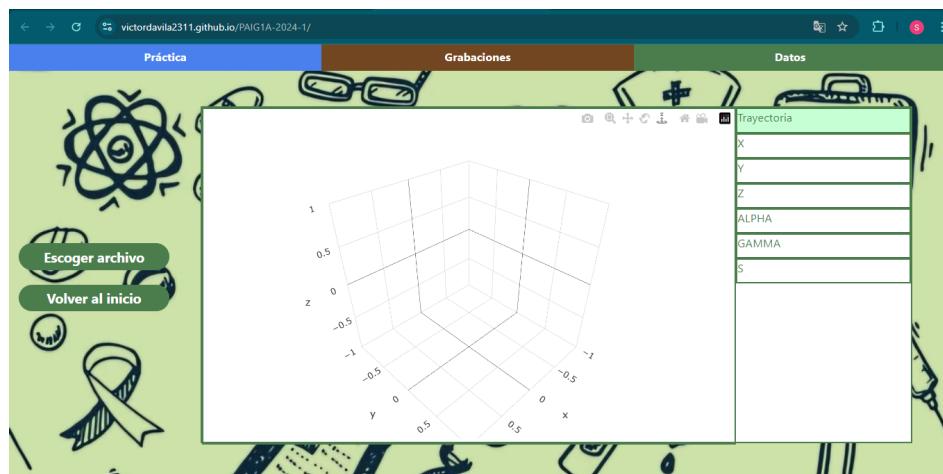


Figura 7. Interfaz gráfica de la webapp. Fuente: Autores.

2. Elementos necesarios

Para llevar a cabo una práctica utilizando el prototipo, se requieren dos elementos que deben ser suministrados por el usuario: un computador portátil y un dispositivo móvil, ya sea celular o tablet.

2.1. Computador portátil

Se debe contar con un computador portátil que cumpla con las siguientes características:

- 2 puertos USB.
- Sistema operativo Windows 10+.
- Conexión a internet.
- Navegador Google Chrome (versión 89+), Opera (versión 75+) o Microsoft Edge (versión 89+).

- 8 GB de RAM o más.
- 1 GB de almacenamiento disponible (recomendado).

Al computador se conectarán la cámara webcam y el microcontrolador Arduino, lo que permitirá la recepción y procesamiento de los datos de ambos dispositivos. La webcam proporcionará la transmisión de imágenes en tiempo real, mientras que el Arduino gestionará la información capturada por los sensores, facilitando su visualización y análisis en la interfaz del prototipo.



Figura 8. Conexión al computador de los dos cables USB del prototipo. Fuente: Autores.

2.2. Dispositivo móvil

Se debe contar con un dispositivo móvil, bien sea celular o tablet, que cumpla con las siguientes características:

- Sistema operativo Android (versión 6+) o iOS (versión 11+).
- Entrada de conexión para cable tipo USB-C, Micro-Usb o Lightning (iOS).



Figura 9. Conectores disponibles para la cámara serpiente. Fuente: Autores.

- Aplicación Sup-Anesok instalada.



Figura 10. QR para descargar la App Sup-Anesok, necesaria para utilizar la cámara serpiente. Fuente: Autores.

3. Uso de las herramientas

A continuación se presentan cada una de las herramientas disponibles para desarrollar una práctica en el prototipo.

- Pinza Grasper: El prototipo cuenta con 1 de estas herramientas.



Figura 11. Pinza Grasper disponible en el prototipo. Fuente: Autores.

- Pinza Maryland: El prototipo cuenta con 2 de estas herramientas.

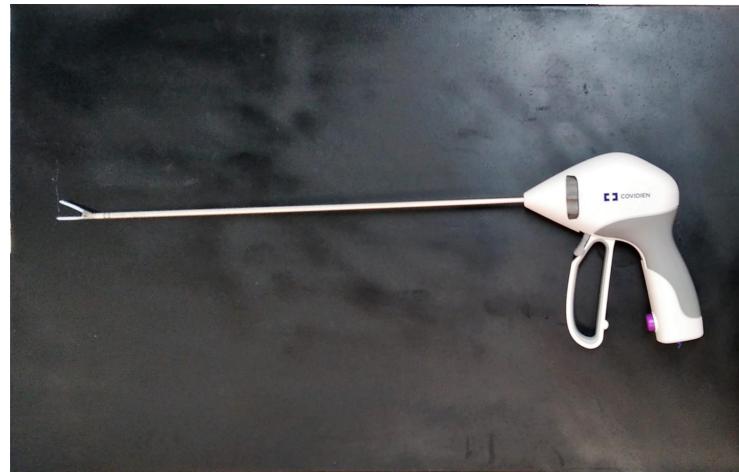


Figura 12. Pinza Maryland disponible en el prototipo. Fuente: Autores.

- Pinza Tijera: El prototipo cuenta con 2 de estas herramientas.

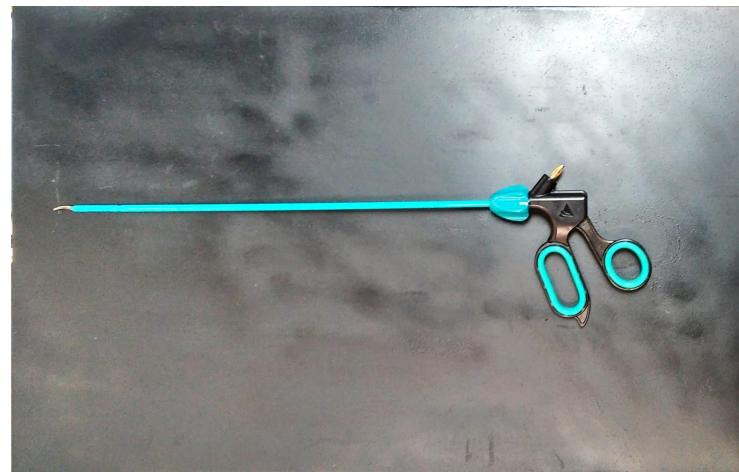


Figura 13. Pinza Tijera disponible en el prototipo. Fuente: Autores.

- Herramienta Laparoscópico: El prototipo cuenta con 1 de estas herramientas.



Figura 14. Laparoscópico disponible en el prototipo. Fuente: Autores.

Las anteriores herramientas, excepto el laparoscopio, se encuentran en la base porta-herramientas del prototipo, que se evidencia a continuación.



Figura 15. Base-soporte para las herramientas en el prototipo. Fuente: Autores.

Estas herramientas se manipulan similarmente a unas tijeras de papelería. A continuación se muestra un ejemplo de cómo agarrar una de estas pinzas; las demás herramientas, a excepción del laparoscopio, se sujetan de la misma manera.



Figura 16. Agarre de las pinzas. Fuente: Autores.

En cuanto al laparoscopio, éste se ubica en el agujero de la mitad de la tapa de la cavidad y su manipulación se asemeja a la de un lápiz.

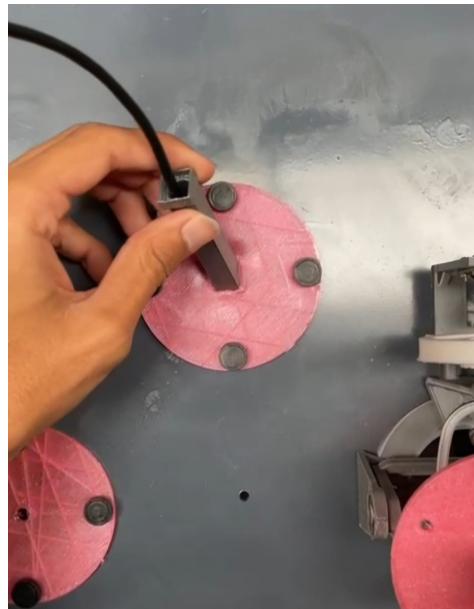


Figura 17. Agarre del laparoscopio. Fuente: Autores.

4. Inicialización de la práctica

4.1. Configuración del simulador

- Encienda el computador y el celular o la tablet.
- Ubique los ejercicios que va a desarrollar en la práctica dentro de la cavidad del prototipo (fig 18), utilizando la abertura de la misma. Asegúrelos sobre la cinta con velcro, ya que la parte inferior de cada ejercicio cuenta con la pieza correspondiente de velcro. Es recomendable posicionarlos cerca de la herramienta que realizará el seguimiento (tracking) para optimizar su movilidad y facilitar su manipulación durante el ejercicio.

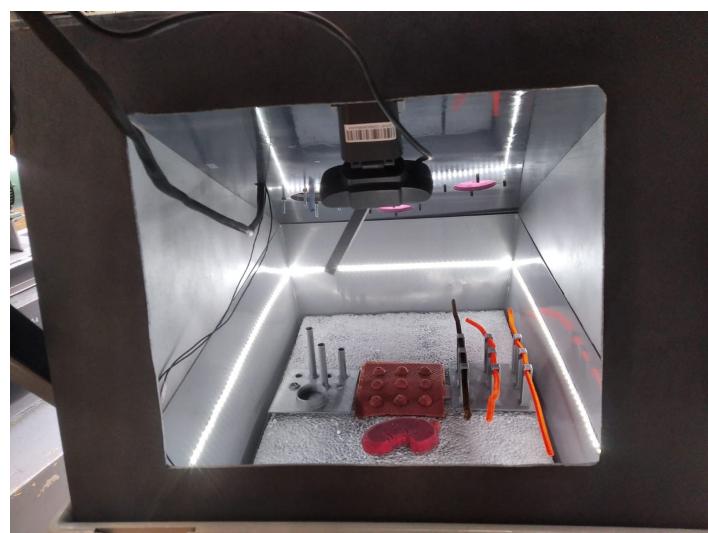


Figura 18. Ejercicios a desarrollar en la práctica. Fuente: Autores

- Como se mencionó en el *Módulo 2* del presente manual, abra la aplicación en el celular o tablet utilizando el código QR dispuesto anteriormente. Ahora, inserte el conector de la cámara serpiente en el puerto del celular o tablet (fig 19), esto le permitirá visualizar las imágenes captadas a través de la cámara serpiente.



Figura 19. Conexión de cámara serpiente a puerto del celular. Fuente: Autores.

- Seguidamente, alineé la herramienta utilizada en el sistema de tracking con el “cero” del sistema. Esto se logra acomodando los componentes del sistema de forma que visualmente se vean nivelados y, luego, se inserta la herramienta en el agujero lo que más permita el sistema.
- Después, abra la interfaz en el computador e inserte los cables conectores del Arduino y de la webcam en los puertos USB del computador (fig 20). Asegúrese de que estén correctamente conectados, ya sea verificando el sonido característico de la conexión o mediante la iluminación de los indicadores LED dentro de la carcasa del prototipo.



Figura 20. Conexión de Arduino y webcam a puertos del computador. Fuente: Autores.

- Ajuste la webcam para que la visualización sea clara y centrada en el área de práctica.



Figura 21. Webcam instalada en el prototipo. Fuente: Autores.

4.2. Comprobación del software de simulación

- A continuación, proceda a iniciar el simulador (fig 22) para visualizar el video de la webcam. Si la transmisión de video es correcta quiere decir que la interfaz está funcionando adecuadamente.



Figura 22. Interfaz de prototipo - Inicio de simulación. Fuente: Autores.

- Para comenzar la práctica en el simulador, seleccione el botón de “Iniciar” en la webapp. Este botón se iluminará en rojo (fig 23) indicando que la práctica ha comenzado.

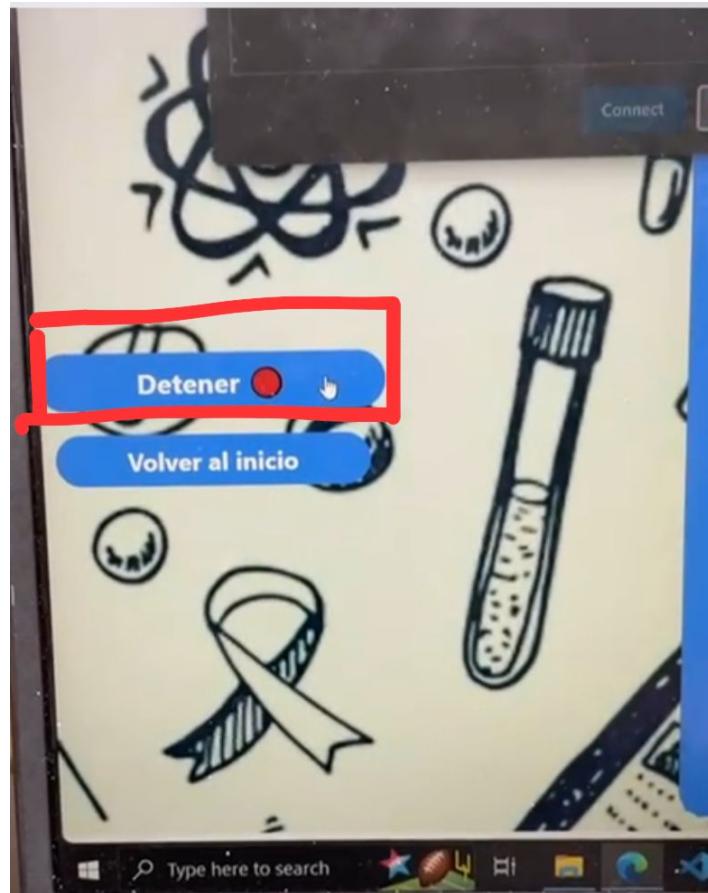


Figura 23. Interfaz de prototipo - Inicio de grabación. Fuente: Autores.

- La primera vez que realice la práctica se le solicitará permiso para acceder a la cámara y al puerto al que se conectó el arduino de su computador (fig 24). Asegúrese de aceptar estos permisos para proceder con el simulador.

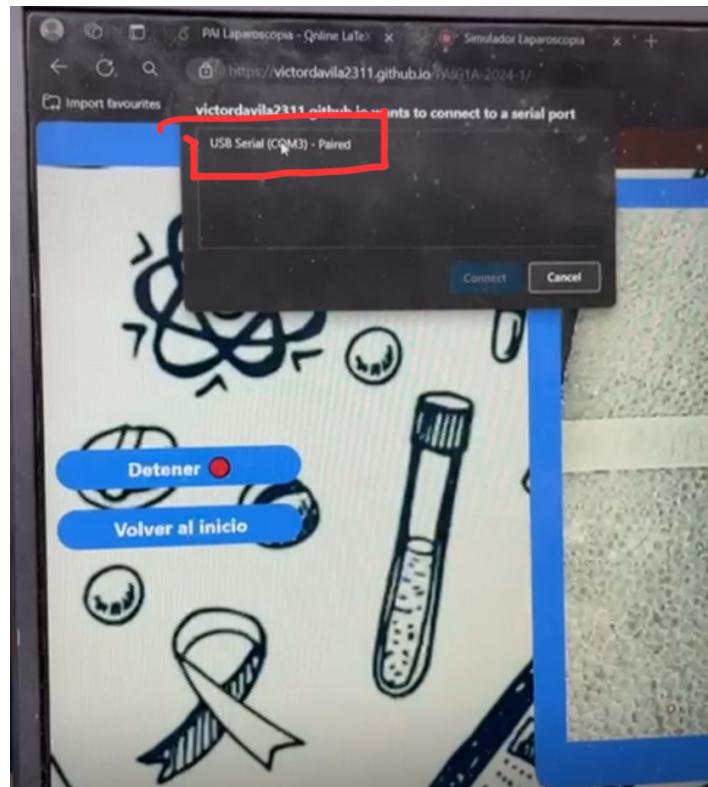


Figura 24. Notificación de permiso para acceso al Arduino. Fuente: Autores

4.3. Inicio de ejercicios de cirugía laparoscópica

- Elija las herramientas con las que va a practicar. Estas se encuentran en la base-soporte en la parte frontal del prototipo (fig 25).



Figura 25. Sistema de herramientas en el prototipo. Fuente: Autores

- Inserte las herramientas en los agujeros de la tapa de la cavidad y comience a realizar las pruebas

(fig 26).

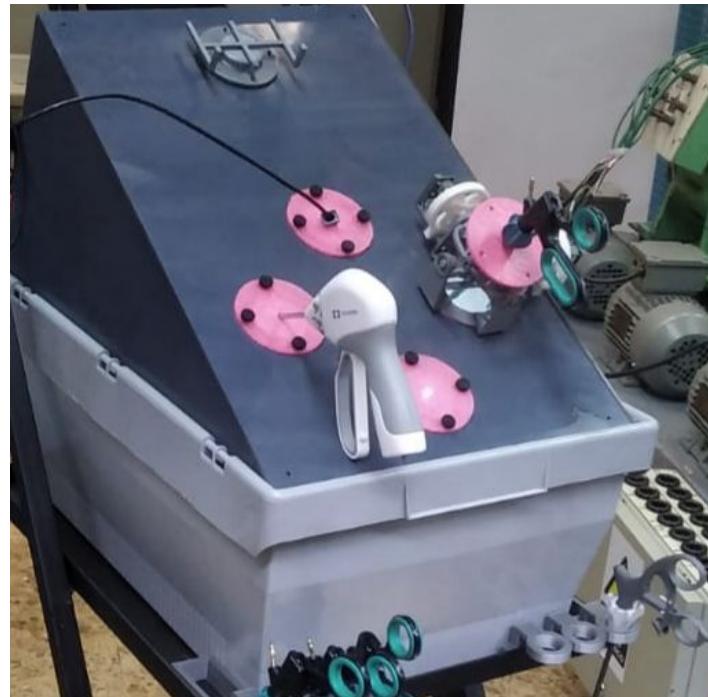


Figura 26. Ubicación de herramientas para inicio de simulación. Fuente: Autores.

4.4. Finalización de la práctica

- Una vez que haya terminado la práctica, seleccione el botón “Detener”. Esto generará un archivo de descarga en formato TXT (fig 27) que contendrá los datos del sistema de tracking de la herramienta Maryland.

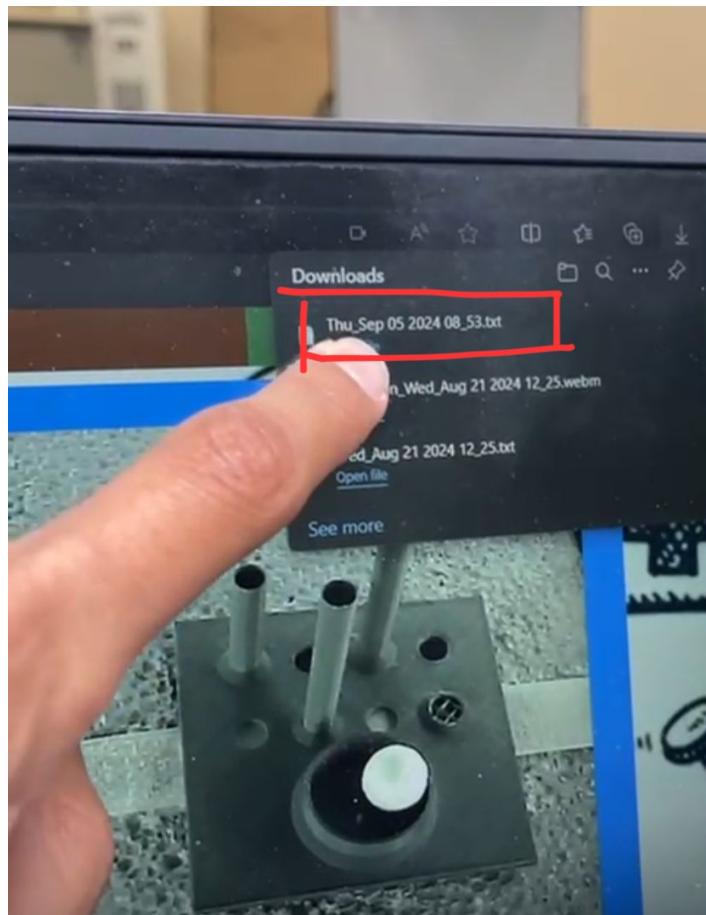


Figura 27. Descarga automática del archivo txt con datos de tracking. Fuente: Autores.

- Después de finalizar la práctica, también tiene la opción de descargar el video registrado con la webcam, el cual muestra el proceso realizado (fig 28). Esto es opcional y permite revisar visualmente la práctica si así lo desea.

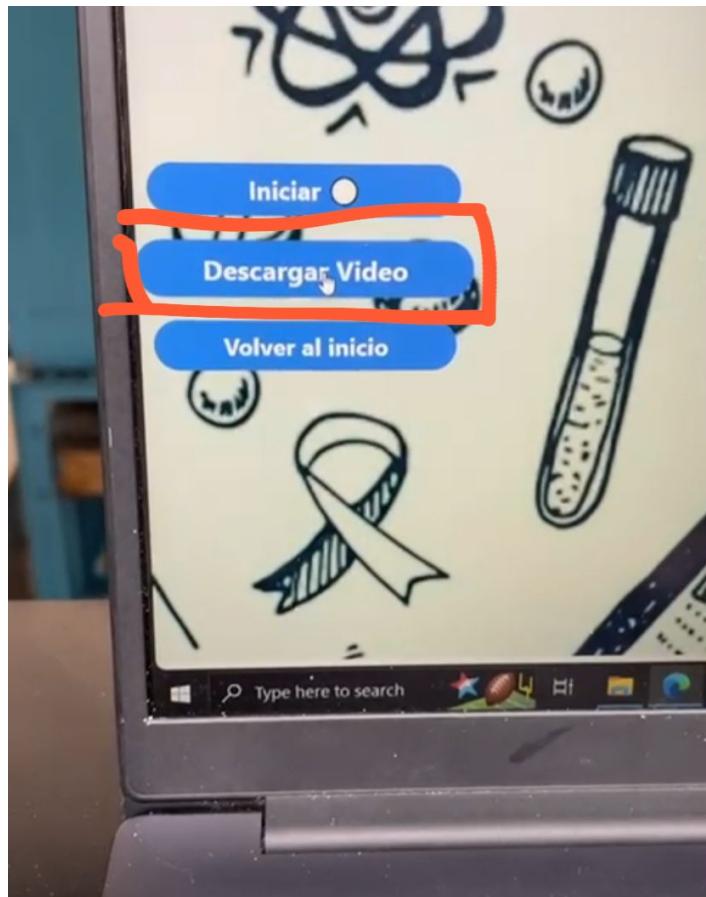


Figura 28. Interfaz de prototipo - Descargar video. Fuente: Autores.

5. Ejercicios

A continuación se presentan las diferentes opciones de ejercicios disponibles para desarrollar en el simulador.

- “Riñón de silicona”: Para este ejercicio sitúe el riñón dentro de la cavidad sobre el velcro adhesivo y con la pinza Tijera realice cortes sobre la superficie del mismo.



Figura 29. Prueba del riñón de silicona para practicar cortes en el simulador. Fuente: Autores.

- “Aritos y bolitas”: Para este ejercicio ubique el material que se muestra a continuación dentro de la cavidad sobre el velcro adhesivo y utilizando la herramienta Grasper agarre las bolitas de icopor y colóquelas en la parte superior de las columnas, luego haciendo uso de la herramienta Maryland tome los aros y páselos por encima de las bolitas para insertarlos en las columnas.



Figura 30. Prueba de “aritos y bolitas” para practicar agarre y movimiento en el simulador. Fuente: Autores.

- “Piedritas”: Para este ejercicio acomode el material que se muestra a continuación dentro de la cavidad en sobre el velcro adhesivo y utilizando la pinza Tijera realice un corte en una de las burbujas de modo que se pueda visualizar y acceder a la “piedrita” en su interior, después haciendo uso de la herramienta Grasper agarre la piedrita y llévela hasta el recipiente dispuesto al lado del material.

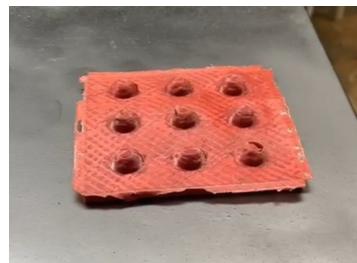


Figura 31. Prueba de “piedritas” para practicar corte, agarre y movimiento en el simulador. Fuente: Autores.

- “Hilo y agujeros”: Para este ejercicio disponga el material que se evidencia a continuación dentro de la cavidad sobre el velcro adhesivo y haciendo uso de la pinza Grasper agarre uno de los limpiapipas e insértelo a través de los agujeros, siguiendo la trayectoria que sea de su preferencia (los limpiapipas son flexibles, así que se pueden doblar).

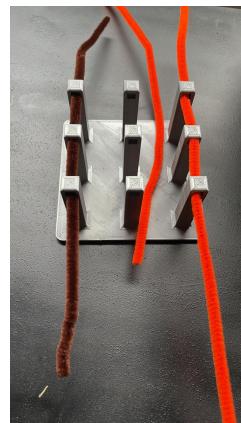


Figura 32. Prueba de “hilo y agujeros” para practicar agarre y movimiento en el simulador. Fuente: Autores.

En la sección de información de la webapp se encuentra un video en el que se puede observar la explicación gráfica y detallada de cada una de las pruebas anteriormente mencionadas.

Todas estas pruebas se realizarán haciendo uso de las respectivas herramientas y de las cámaras serpiente (laparoscopio) y web para la visualización del interior de la cavidad.

6. Revisión post-práctica

Una vez finalizada la práctica y habiendo descargado tanto el archivo que contiene los datos del tracking como el video grabado, se puede proceder a visualizarlos en la webapp, como se indica a continuación.

Para visualizar el video de grabación, se diríjase a la pestaña “Grabaciones” en la parte superior de la webapp, en esta pestaña cargue el video por medio de la opción “Cargar grabación” y seleccione el archivo de extensión *WEBM*, después de esto podrá visualizar el video en el reproductor que aparece en la pestaña. Si quiere visualizar otro video, se seleccione la opción “Limpiar visor” y cargue otra grabación.



Figura 33. Visualización de un video de grabación en la webapp. Fuente: Autores.

Asimismo, para visualizar la información del tracking, diríjase a la pestaña “Datos” en la parte superior de la webapp y seleccione la opción “Escoger archivo” para cargar el archivo de extensión *TXT* que contiene la información a visualizar. Después de subir este archivo, en la pantalla podrá

visualizar la trayectoria recorrida por la punta de la herramienta, así como también los movimientos en *x*, en *y*, en *z*, en *alpha* y en *gamma* (estos últimos 2 son grados de libertad). Si quiere hacer la revisión de otro archivo de tracking puede seleccionar la opción “Escoger archivo” nuevamente.

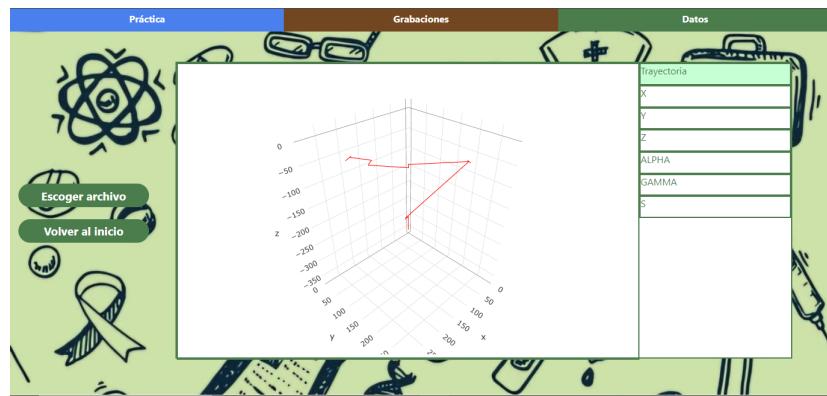


Figura 34. Visualización de un archivo de tracking en la webapp. Fuente: Autores.

En la sección de información de la webapp se encuentra un video en el que se puede observar la explicación gráfica y detallada de ejemplos de cada uno de los casos anteriores.