

1. Introducción. La involución uterina es un proceso que consiste en que el útero vuelve a su tamaño habitual después del parto, la evaluación del útero a través de la palpación es importante para encontrar los síntomas que pueda presentar la madre, también el progreso de la inflamación uterina puede dar indicios en caso de que la placenta no se haya extraído por completo, este examen es fundamental durante el tiempo que la paciente está en observación después del parto. Lo anterior es valorado por personal capacitado, por lo que se requiere práctica, sin embargo, no existen simuladores para la palpación de involución uterina y los estudiantes de enfermería deben realizar estas prácticas con pacientes reales.

Por ello, es importante integrar tecnología que permita a los estudiantes de enfermería contar con herramientas que ayuden a recrear entornos reales donde se realizan estas prácticas. Con la realidad virtual, el usuario se sumerge en un entorno donde sus sentidos se intensifican mostrando un consultorio médico virtual a través del Oculus Rift (visión) e interactuando con objetos virtuales para alcanzarlos y sentir su forma con el Touch 3D Stylus (retroalimentación táctil). Otra parte fundamental es la deformación de los objetos, al tocarlos, el usuario puede percibir que está interactuando con un cuerpo blando (profundidad) y deducir cuánta fuerza aplicar al dispositivo háptico. Este simulador virtual con retroalimentación táctil es un primer acercamiento para los estudiantes previo a las prácticas reales, fue probado por profesores de la ESEO y las opiniones fueron variadas de acuerdo con su experiencia, en general, se interesaron y vieron un futuro en los simuladores virtuales.



Figura 1. Palpación uterina en el puerperio [1].

2. UTERHAP. De acuerdo con el asesoramiento brindado por la jefa Departamento de Formación en Enfermería Obstétrica de la Superior de Enfermería y Obstetricia del Instituto Politécnico (ESEO - IPN), quien menciona que la práctica para la palpación de la involución uterina se realiza en los últimos semestres de la carrera de enfermería en persona.

Para la práctica de la palpación, se requiere una mano para ejercer fuerza sobre el útero y la otra solo para sujetar, por lo que se decidió utilizar solo un dispositivo háptico. En la Figura 1 se muestra la forma de realizar la palpación uterina postparto.

2.1 Arquitectura del simulador. La arquitectura del simulador para la palpación de la involución uterina se basa en el trabajo de [2] con algunas modificaciones, como se muestra en la Figura 2, que también utiliza dispositivos hápticos. Las flechas en el diagrama indican la comunicación entre los bloques, el usuario recibe la salida de video a través del Oculus y con el dispositivo háptico envía y recibe retroalimentación táctil. El funcionamiento de cada bloque se describe a continuación.

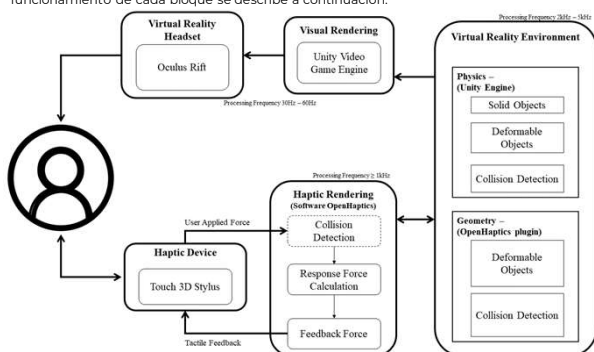


Figura 2. Arquitectura del simulador mediante bloques de funcionamiento.

2.1 Entorno de realidad virtual (VRE). La parte más importante está en el funcionamiento del simulador, donde el consultorio médico y los suministros médicos sirven como herramienta visual para el usuario. Los modelos virtuales toman características físicas (masa, gravedad, detección de colisiones) para interactuar con ellos, para ello se utilizó el motor de físicas de Unity [3]. El motor de Unity permite calcular colisiones entre objetos, en este caso, al ser un mundo virtual, es necesario identificar la posición de los objetos en ese espacio.

También se utilizó el plugin 3D Systems OpenHaptics obtenido del AssetStore [4], que permite efectos hápticos como fricción estática y dinámica, amortiguación, rigidez y penetrar objetos virtuales con características físicas previamente configuradas, los objetos con estas cualidades son: modelos de útero (ver Figura 3) considerando las fases del puerperio: inmediata (primeras 24 h) y mediata (día 2 a 7), mientras los días pasan, el tamaño del útero disminuye.

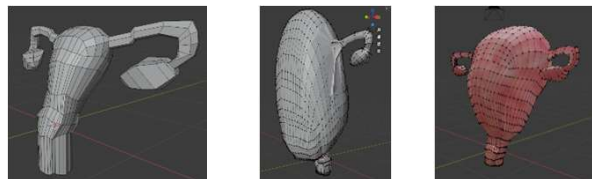


Figura 3. Modelos de útero: puerperio inmediato y mediato.

3. Resultados preliminares. Para realizar las pruebas preliminares, 5 voluntarias asistieron a la presentación del simulador para palpación de involución uterina. Todas las participantes son enfermeras y profesoras de ESEO - IPN, con edades comprendidas entre los 33 y 50 años, expertas en palpación uterina durante el puerperio. Para estas pruebas, el equipo utilizado fue un portátil ASUS con procesador Intel i7-9750H @ 2.50 GHz, 16 Gb. RAM, tarjeta gráfica Nvidia GeForce RTX 2060, 1 puerto HDMI y 4 puertos USB 3.0. Además, se utilizaron un visor Oculus Rift y el dispositivo táctil Touch 3D Stylus.

Para practicar, el usuario debe estar sentado frente a la computadora, ponerse el Oculus Rift y sostener el Touch 3D Stylus con la mano dominante antes de comenzar la simulación (ver Figura 4). Se instruyó al usuario sobre las acciones que podía realizar dentro del entorno virtual: observar el consultorio del médico moviendo la cabeza, con el dispositivo háptico tocando la zona abdominopélica y al aplicar presión podía sentir diferentes rigideces según la fase del puerperio.

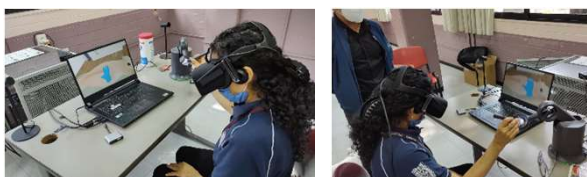


Figura 4. Usuario realizando la palpación uterina en UTERHAP.

Al final de la práctica, se realizó un breve cuestionario a los participantes donde la respuesta podría ser: de acuerdo, indiferente o en desacuerdo. Aunque los participantes compartieron su experiencia mediante una comparación de la práctica real con esta simulación. Se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 5.

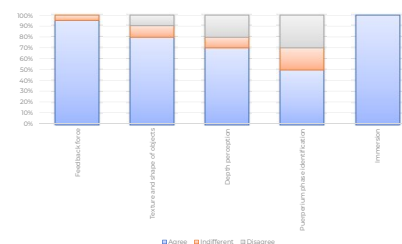


Figura 5. Resultados del cuestionario realizado a los participantes al finalizar las pruebas.

4. Conclusiones y trabajo futuro. Tanto en medicina como en ingeniería, es importante contar con herramientas que ayuden a los estudiantes a adquirir las habilidades necesarias. En este caso, el uso de dispositivos hápticos con retroalimentación táctil y un visor de realidad virtual sumerge al usuario en un entorno virtual para realizar prácticas virtuales que son confiables a lo que se haría en una práctica real.

El aporte de este trabajo es simular la palpación de la involución uterina utilizando modelos virtuales con propiedades táctiles que se pueden sentir con un dispositivo háptico y la recreación de un entorno médico virtual con elementos que permitan a la usuaria sumergirse en eso con un auricular. Al mismo tiempo, se sensibiliza al médico sobre cómo se debe realizar esta práctica sin molestar ni dañar a pacientes reales. Incluso realizar esta práctica en cualquier momento y tantas veces como sea necesario independientemente de la cantidad de personas que estén observando el proceso de exploración uterina. El trabajo desarrollado se destaca porque no existía un simulador de este tipo, sin embargo, se identifican áreas de oportunidad que pueden permitir mejoras a este trabajo:

- Mejora gráfica. Optimizar la relación entre la calidad de los gráficos y el rendimiento del simulador.
- Parámetros táctiles mejorados. Realice más pruebas con enfermeras para afinar aún más las características hápticas.
- Integración de cualquier dispositivo háptico. El simulador admite dispositivos compatibles con 3D Systems OpenHaptics, pero se podrían agregar otros.

5. Agradecimientos. Gracias al Dr. José Velázquez López por su apoyo y asesoramiento para el desarrollo tecnológico de este proyecto. A la M. en D. Flor de María Cruz García de la ESEO por su asesoramiento en la investigación de aspectos médicos. Además, al personal de ESEO que dio su opinión al utilizar el simulador durante las pruebas.

Referencias

- [1] A. A. Díaz, "Complicaciones Puerperales: Atonía uterina," Universidad de Valladolid. Facultad de Enfermería de Valladolid, Valladolid, 2015.
- [2] E. Ricardez, J. Noguez, L. Neri, D. Escobar-Castillejos and L. Muñoz, "SutureHap: Use of a physics engine to enable force feedback generation on deformable surfaces simulations," International Journal of Advanced Robotic Systems, vol. 15, no. 1, p. 83, January 2018.
- [3] Unity Technologies, "Unity," 2021. [Online]. Available: <https://unity.com/>. [Accessed 2021].
- [4] Unity Technologies, "3D Systems Openhaptics® Unity Plugin," Unity Asset Store, 2019. [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/3d-systems-openhaptics-unity-plugin-134024>. [Accessed 2021].