



UNIVERSIDAD MODELO

ESCUELA DE INGENIERIA

“DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE BAJA FIDELIDAD PARA LA DETECCIÓN DE CÁNCER CÉRVICO-UTERINO”

OPCIÓN DE TITULACIÓN

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN BIOMÉDICA

PRESENTADA POR

YATZITL DONAJÍ ARGUELLES SALGADO

Mérida, Yucatán

MAYO 2026

Tabla de contenido

RESÚMEN	3
Capítulo 1. Introducción	4
Capítulo 2. Justificación	8
Capítulo 3. Objetivos	13
Capítulo 4. Materiales y métodos	14
Capítulo 5. Resultados	15
Capítulo 6. Discusión	17
Capítulo 7. Conclusión	18
REFERENCIAS	19

RESUMEN

El presente trabajo describe el desarrollo de un simulador de baja fidelidad del cuello uterino diseñado para el entrenamiento clínico orientado a la detección del cáncer cérvico-uterino. El proceso incluyó la digitalización anatómica mediante imágenes médicas, el modelado tridimensional en Autodesk Fusion, para su posterior fabricación física mediante impresión 3D en PLA, implementando recubrimientos de silicona para reproducir características táctiles realistas. Este desarrollo busca brindar una nueva herramienta para la adquisición de habilidades en la exploración ginecológica en estudiantes y personal en formación, permitiendo prácticas seguras y repetibles.

Capítulo 1. Introducción

Este capítulo presenta el fundamento teórico y metodológico para el desarrollo de un simulador de baja fidelidad del cuello uterino orientado al entrenamiento en la detección del cáncer cérvico-uterino (CaCU). Se describe brevemente la evolución de la simulación médica y su clasificación según niveles de fidelidad, destacando la importancia del realismo anatómico y táctil en la formación clínica segura.

Asimismo, se aborda la anatomía y fisiopatología básica del cuello uterino, enfatizando la relevancia de la zona de transformación como principal sitio de aparición de lesiones precursoras y cáncer cervical. También se describen los cambios celulares y anatómicos asociados al desarrollo del CaCU, así como la importancia de la detección oportuna mediante pruebas de tamizaje, exploración clínica y reconocimiento visual de alteraciones cervicales.

Se revisan antecedentes de modelos ginecológicos desarrollados mediante impresión 3D y otros materiales, señalando limitaciones en durabilidad y comportamiento biomecánico, particularmente en aquellos elaborados con gelatina balística. Estas áreas de oportunidad justifican la necesidad de propuestas que integren materiales más estables y con mejor respuesta háptica.

1.1 Evolución de la simulación

La simulación médica ha evolucionado de manera significativa desde sus primeros registros en el siglo III a. C., cuando se empleaban materiales vegetales para imitar tejidos blandos con fines de entrenamiento en suturas. En el siglo XVIII surgió en París uno de los

primeros simuladores obstétricos documentados, conocido como El fantasma, construido a partir de una pelvis humana y un neonato, y empleado para enseñar técnicas de parto, contribuyendo a reducir la mortalidad materno-infantil (Neri, 2017).

Con el tiempo, el modelo de enseñanza maestro-aprendiz, como el propuesto por Halsted, fue complementado por simuladores progresivamente más complejos, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se impulsó el desarrollo de dispositivos capaces de reproducir características fisiológicas humanas (Are, 2016).

1.2 Clasificación de los simuladores

Actualmente, la simulación se clasifica en baja, media y alta fidelidad, dependiendo del nivel de realismo anatómico, funcional y contextual. La fidelidad táctil, incluyendo textura, temperatura y humedad, se reconoce como un componente crítico para la inmersión del estudiante y la validez educativa de los modelos anatómicos (Coro-Montanet et al., 2020).

Los simuladores de baja fidelidad representan una alternativa adecuada para el entrenamiento ginecológico debido a que permiten reproducir estructuras anatómicas específicas con suficiente detalle visual y táctil, sin alcanzar la complejidad y costo de los simuladores de media o alta fidelidad. En procedimientos como la exploración cervical y la toma de muestras citológicas, el reconocimiento de la anatomía normal y patológica depende en gran medida de la experiencia práctica repetida, por lo que estos modelos constituyen herramientas relevantes en la formación clínica.

1.3 Anatomía del cuello uterino y epidemiología del CaCU

En el ámbito ginecológico, la simulación del cérvix constituye una herramienta esencial para la enseñanza de técnicas de tamizaje del CaCU. El cuello uterino comprende el exocérvix, revestido por epitelio escamoso, y el canal endocervical, revestido por epitelio columnar; la zona de transformación, donde converge la unión escamocolumnar, es el sitio donde se originan la mayoría de los carcinomas (Bhatla et al., 2021). El CaCU continúa siendo un problema prioritario de salud pública, con una incidencia global de 13 casos por cada 100,000 mujeres en 2020 (Hernández et al., 2022) y constituyendo la segunda causa de muerte en mujeres de 30 a 59 años en México en 2021. Debido a que las etapas iniciales suelen ser asintomáticas, la detección temprana mediante pruebas de tamizaje, como la citología cervical y la prueba de VPH, resulta fundamental para disminuir la morbimortalidad asociada.

Durante distintas etapas de la vida reproductiva, el cuello uterino presenta cambios fisiológicos relacionados con la edad, el estado hormonal y procesos inflamatorios o infecciosos. Entre las alteraciones más frecuentes se encuentran la ectopia cervical, metaplasia escamosa y displasias epiteliales, las cuales pueden progresar hacia lesiones intraepiteliales de bajo o alto grado. Estas modificaciones celulares suelen asociarse con infección persistente por el Virus del Papiloma Humano (VPH), considerado el principal factor etiológico del CaCU.

Por otro lado, las guías clínicas para la detección del CaCU destacan la importancia de realizar exploraciones ginecológicas periódicas y de capacitar adecuadamente al personal de salud en la identificación de características anatómicas normales y anormales del cuello uterino. En este contexto, la simulación médica representa una herramienta de gran valor para

fortalecer competencias clínicas relacionadas con la inspección visual, la toma de muestras relacionadas con la técnica y el reconocimiento de lesiones cervicales.

1.4 Antecedentes de modelos ginecológicos impresos en 3D

La simulación ginecológica experimentó un crecimiento importante durante la última década, impulsada por la necesidad de contar con herramientas didácticas que permitieron a los estudiantes practicar procedimientos de manera segura y reproducible. Entre los modelos más destacados se encontró el modelo LUCIA, elaborado por Parra et al. en 2019, el cual incluyó 20 modelos tridimensionales impresos que se usaron para capacitar a estudiantes en la identificación visual y táctil de alteraciones cervicales.

Estos modelos se fabricaron utilizando gelatina balística VYSE®, un material que imita propiedades generales de tejidos blandos. Sin embargo, los autores reportaron deficiencias importantes relacionadas con la rigidez insuficiente y la excesiva suavidad del material durante procedimientos como la obtención de muestras citológicas (Custom Collagen, 2022). Esta limitación demostró la necesidad de explorar materiales más estables que mantuvieran sus propiedades mecánicas en condiciones de uso repetido.

En años recientes, la tendencia internacional se orientó hacia el desarrollo de simuladores ginecológicos basados en impresión 3D para mejorar la exactitud anatómica y la accesibilidad. Modelos impresos de pelvis femenina demostraron ser útiles para el entrenamiento en exámenes ginecológicos al permitir visualizar relaciones espaciales que los simuladores tradicionales no reproducen adecuadamente (ThreeDimensional Medical Printing and Applications Journal, 2022).

Estudios recientes publicados entre 2024 y 2025 generaron modelos tridimensionales del canal cervical y lesiones de CaCU a partir de imágenes de resonancia magnética, con resultados positivos en la enseñanza de oncología ginecológica. Los estudiantes expuestos a estos modelos mostraron una mejor comprensión de la extensión tumoral, la localización de la zona de transformación y la correlación con cuadros clínicos (Li et al., 2025; Zhang et al., 2024).

Respecto a los materiales, un estudio de 2022 comparó diferentes materiales sintéticos mediante análisis por elementos finitos para aproximar las propiedades mecánicas reales del cérvix y la vagina. Los resultados mostraron que las siliconas de grado médico y los elastómeros ofrecieron un comportamiento más cercano al tejido humano en términos de resistencia a la presión, elasticidad y deformación, contrastando con la rigidez variable y degradación rápida de la gelatina balística (Sadeghi et al., 2022).

Capítulo 2. Justificación

El cáncer CaCU continúa siendo un problema relevante de salud pública, con una incidencia global significativa y una alta carga de mortalidad en mujeres en edad productiva en México (Hernández-Álvarez et al., 2022). La detección oportuna depende en gran medida de la correcta exploración clínica y del reconocimiento de características anatómicas normales y patológicas del cuello uterino. Por ello, el fortalecimiento del entrenamiento práctico en ginecología es fundamental.

Las alteraciones cervicales precursoras del cáncer suelen desarrollarse progresivamente a partir de cambios celulares en la zona de transformación del cérvix, donde convergen el epitelio escamoso y columnar. La identificación temprana de estas modificaciones requiere que el personal en formación sea capaz de reconocer visual y táctilmente variaciones anatómicas relacionadas con inflamación, lesiones intraepiteliales y cambios asociados al Virus del Papiloma Humano (VPH) (OMS, 2024; OPS, 2024). Sin embargo, el acceso limitado a prácticas clínicas supervisadas y la necesidad de garantizar la seguridad del paciente representan desafíos importantes durante la enseñanza de procedimientos ginecológicos.

La simulación clínica ha demostrado mejorar la adquisición de habilidades técnicas en entornos seguros, reduciendo riesgos al paciente y favoreciendo la práctica repetida (Cerón-Apipilhuasco et al., 2019). Además, la fidelidad anatómica y táctil es un factor determinante en la efectividad educativa de los simuladores (Coro-Montanet et al., 2020). Si bien existen modelos impresos en 3D para entrenamiento ginecológico (Parra et al., 2019; Zhang et al., 2024), algunos presentan limitaciones en cuanto a durabilidad y comportamiento biomecánico, especialmente aquellos elaborados con gelatina balística (Riveros Duque & Montoya Perdomo, 2018). Estudios recientes sugieren que el uso de siliconas y elastómeros ofrece propiedades mecánicas más cercanas al tejido cervical real (Sadeghi et al., 2022).

Si bien existen modelos impresos en 3D para entrenamiento ginecológico (Parra et al., 2019; Zhang et al., 2024), algunos presentan limitaciones en cuanto a durabilidad y comportamiento biomecánico, especialmente aquellos elaborados con gelatina balística

(Riveros Duque & Montoya Perdomo, 2018). Estudios recientes sugieren que el uso de siliconas y elastómeros ofrece propiedades mecánicas más cercanas al tejido cervical real (Sadeghi et al., 2022).

La propuesta se diferencia de otras soluciones existentes al combinar una estructura anatómica rígida impresa en PLA con recubrimientos de silicona para simular textura y elasticidad, e integrar potencialmente sensores de presión para registrar la interacción del usuario. Esta combinación busca mejorar la estabilidad estructural, la fidelidad háptica y la posibilidad de evaluación objetiva del desempeño, aspectos que no siempre están presentes de manera conjunta en modelos previos.

Los beneficios esperados de su implementación incluyen una herramienta accesible, replicable y de menor costo que los simuladores comerciales, capaz de mejorar la formación práctica de estudiantes y personal en entrenamiento. De manera indirecta, el fortalecimiento de estas competencias podría contribuir a una detección más oportuna del CaCU, impactando positivamente en la calidad de la atención ginecológica.

La simulación ginecológica ha experimentado un crecimiento importante durante la última década, impulsada por la necesidad de contar con herramientas didácticas que permitan a los estudiantes practicar procedimientos de manera segura y reproducible. En el ámbito específico de la detección del cáncer cérvico-uterino (CaCU), diversos autores han desarrollado modelos anatómicos que facilitan la identificación de características normales y anormales del cuello uterino. Entre ellos destaca el modelo LUCIA, elaborado por Parra et al.

en 2019, el cual incluyó 20 modelos tridimensionales impresos para capacitar a estudiantes en la identificación visual y táctil de alteraciones cervicales (Pérez, 2019).

Estos modelos se fabricaron utilizando gelatina balística VYSE®, un material que imita propiedades generales de tejidos blandos; sin embargo, los autores reportaron deficiencias importantes relacionadas con la rigidez insuficiente y la excesiva suavidad del material durante procedimientos como la obtención de muestras citológicas (Custom Collagen, 2022). Esta limitación demuestra la necesidad de explorar materiales más estables que mantengan sus propiedades mecánicas en condiciones de uso repetido.

La gelatina balística ha sido ampliamente utilizada en el desarrollo de modelos anatómicos debido a su similitud con la densidad, textura y resistencia del tejido humano, producto de la relación entre sus componentes principales: agua y gelatina. Riveros Duque y Montoya Perdomo (2018) señalan que este material proporciona características mecánicas comparables a la piel y músculos en simulaciones ecográficas veterinarias, lo que demuestra su versatilidad. No obstante, su fragilidad ante manipulación clínica intensiva ha motivado la búsqueda de alternativas más duraderas, como siliconas y elastómeros biomédicos.

En años recientes, la tendencia internacional se ha orientado hacia el desarrollo de simuladores ginecológicos basados en impresión 3D para mejorar la exactitud anatómica y la accesibilidad. Por ejemplo, modelos impresos de pelvis femenina han demostrado ser útiles para el entrenamiento en exámenes ginecológicos al permitir visualizar relaciones espaciales que los simuladores tradicionales no reproducen adecuadamente. Estos modelos, al ser de bajo

costo y fácil replicación, se han convertido en herramientas prometedoras para instituciones educativas (ThreeDimensional Medical Printing and Applications Journal, 2022).

De manera similar, estudios más recientes publicados entre 2024 y 2025 han generado modelos tridimensionales del canal cervical y lesiones de CaCU a partir de imágenes de resonancia magnética, con resultados positivos en la enseñanza de oncología ginecológica. Los estudiantes expuestos a estos modelos muestran una mejor comprensión de la extensión tumoral, la localización de la zona de transformación y la correlación con cuadros clínicos (Li et al., 2025; Zhang et al., 2024).

Por otro lado, la literatura también destaca la necesidad de mejorar la fidelidad biomecánica de los simuladores. Un estudio de 2022 comparó diferentes materiales sintéticos utilizando análisis por elementos finitos para aproximar las propiedades mecánicas reales del cérvix y la vagina. Los resultados mostraron que las siliconas de grado médico y los elastómeros ofrecen un comportamiento más cercano al tejido humano, especialmente en términos de resistencia a la presión, elasticidad y deformación, contrastando con la rigidez variable y degradación rápida de la gelatina balística. Esto refuerza la importancia de seleccionar materiales adecuados para garantizar una experiencia háptica realista durante la exploración.

Asimismo, se han desarrollado modelos especializados como simuladores de cérvix hemorrágico, utilizados para entrenar respuestas a escenarios de urgencia ginecológica, y modelos personalizados basados en casos reales de CaCU que permiten planificar

procedimientos diagnósticos y terapéuticos con mayor precisión (ThreeDimensional Medical Printing and Applications Journal, 2024). Estos avances reflejan una evolución hacia simuladores que no solo replican la anatomía básica, sino que también incorporan variaciones patológicas relevantes para la formación clínica.

Capítulo 3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Desarrollar un simulador de media fidelidad del cuello uterino para el entrenamiento en la exploración clínica orientada a la detección del cáncer cérvico-uterino.

3.2 Objetivos específicos.

- a.* Diseñar digitalmente un modelo tridimensional del cuello uterino a partir de imágenes médicas (TC y RM), utilizando el software Autodesk Fusion, durante la fase de diseño del proyecto.
- b.* Fabricar el componente físico del simulador mediante impresión 3D en material PLA, basado en el modelo digital previamente validado.
- c.* Desarrollar e integrar un sistema visual empleando silicona y colorante vegetal para simular diferencias macroscópicas entre tejido sano y patológico.
- d.* Comprobar el funcionamiento del simulador mediante retroalimentación de especialistas en el área médica en la fase de Puesta en Marcha del simulador.

Capítulo 4. Materiales y métodos

La metodología empleada para el desarrollo del simulador de baja fidelidad del cuello uterino se estructuró como un proceso continuo que inició con la digitalización anatómica y con el objetivo de finalizarlo con la evaluación de su desempeño. En primera instancia, se recopilaron imágenes médicas de la anatomía ginecológica obtenidas mediante tomografías y resonancias magnéticas, las cuales se utilizaron para identificar las características morfológicas del cuello uterino, esto debido a que César-Juárez, et al, (2018) recomiendan este paso permitiendo obtener un prototipo de manera rápida. A partir de esta información, se elaboró un modelo tridimensional mediante Autodesk Fusion, definiendo las dimensiones, curvaturas y espesores necesarios para su reproducción física (Figura 1).

Con el modelo digital completo, se procedió a la impresión en 3D utilizando filamento PLA, brindando estabilidad estructural y precisión geométrica. Posteriormente, a las piezas impresas, se recubrió mediante el uso de silicona para replicar la elasticidad y textura del tejido cervical. Este proceso, mediante la aplicación de capas controladas de silicona, se va asegurando la uniformidad y adherencia del recubrimiento en el mismo.

En la fase de integración, se colocó el gel balístico en el interior del modelo de cérvix con el fin de simular la consistencia del tejido blando. La integración de estos elementos se debe tener la consideración de su ubicación para evitar interferencias con la estructura anatómica y con la movilidad del recubrimiento de silicona. Finalmente, el prototipo se someterá a una evaluación por parte de médicos especialistas en ginecología, quienes realizarán pruebas de exploración y brindarán retroalimentación relacionada con el realismo

anatómico, la respuesta táctil, la funcionalidad de la fidelidad y el desempeño general del simulador. Esta retroalimentación permitirá determinar el grado de fidelidad alcanzado y definir posibles ajustes para la optimización del dispositivo.

Capítulo 5. Resultados

El modelo tridimensional realizado por Autodesk Fusion obtuvo una representación anatómica precisa del cuello uterino, incluyendo sus variaciones estructurales más comunes (Figura 1). El diseño contempla diferentes modelos que simulen condiciones cervicales típicas y con las fases del cáncer cervicouterino.

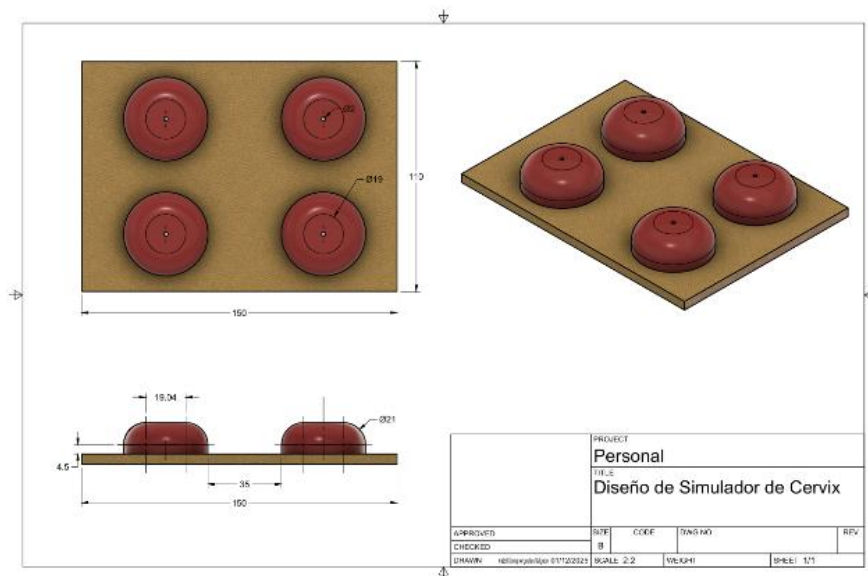


Figura 1. Representación del primer diseño de las variantes del CCu presentados en el cuello uterino en Autodesk Fusion.

En la fase de fabricación, se anticipa que la impresión 3D mediante filamento PLA proporcionó piezas estructuralmente estables y con dimensiones reproducibles. Asimismo, el recubrimiento con silicona permitió tener una consistencia sólida y la elasticidad del tejido cervical, elemento fundamental para la percepción táctil durante la exploración. La incorporación interna de gel balístico contribuyó a obtener una consistencia más realista, generando una resistencia al tacto similar a la descrita en modelos anatómicos de tejidos blandos. Sin embargo, en la figura 2 se muestra el molde por el que se usó para la obtención de los cérvix, observando una parte cóncava en la parte inferior para obtener la parte redondeada deseada de lo que es el cérvix.

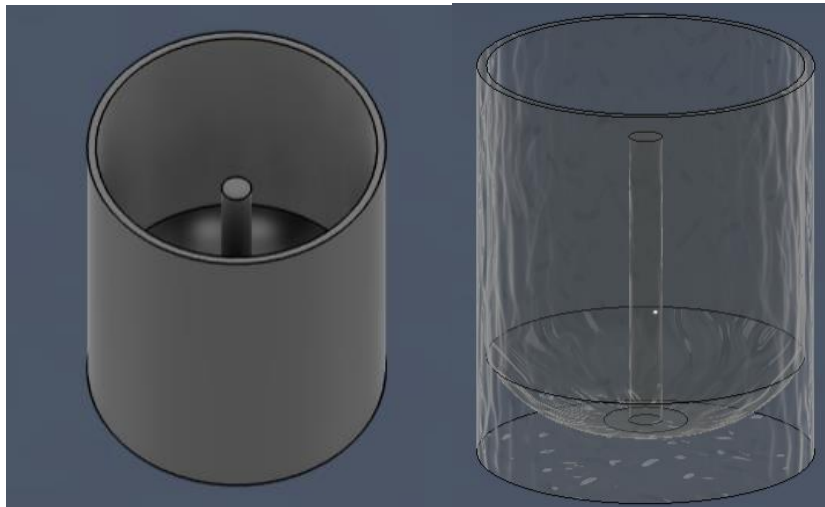


Figura 2. Diseño en Fusion 3D del molde del cervix.

Se espera que la evaluación futura con especialistas en ginecología proporcione información valiosa sobre el nivel de realismo anatómico y funcional del prototipo. Se proyecta que esta retroalimentación permita definir ajustes en la textura, dureza, estabilidad de

los materiales y precisión de las dimensiones anatómicas, contribuyendo así al perfeccionamiento del simulador para su uso educativo.

Capítulo 6. Discusión

Aunque el simulador aún se encuentra en fase de desarrollo, es posible anticipar el aporte que este dispositivo podría tener en el ámbito educativo y clínico. De acuerdo con la literatura disponible, los simuladores de fidelidad media han demostrado ser herramientas útiles para mejorar la adquisición de habilidades táctiles y procedimentales en áreas como ginecología, cirugía menor y exploraciones físicas dirigidas. Su uso permite disminuir riesgos al paciente, estandarizar prácticas y favorecer el aprendizaje progresivo en entornos controlados.

Se espera que la combinación de impresión 3D para la estructura anatómica y recubrimientos de silicona para simular la textura cervical permita obtener un modelo capaz de representar con mayor realismo las propiedades físicas del cuello uterino, como su firmeza, elasticidad y resistencia a la palpación. Asimismo, el empleo de gel balístico podría aportar una consistencia interna que aproxime las sensaciones percibidas en un examen clínico real, tal como lo sugieren estudios previos en modelos anatómicos de tejidos blandos. La posible integración de sensores de presión busca añadir una dimensión adicional al proceso de aprendizaje, permitiendo cuantificar la fuerza ejercida por los estudiantes durante la exploración. Esto podría brindar datos objetivos para evaluar el desempeño y corregir técnicas

inadecuadas, lo cual coincide con tendencias actuales en simulación médica orientada a la evaluación formativa.

En comparación con trabajos ya publicados, el modelo esperado podría ofrecer beneficios significativos, especialmente en cuanto a accesibilidad y costo. Muchos simuladores comerciales presentan precios elevados y componentes de difícil sustitución, por lo que un prototipo modular, replicable y fabricado con materiales de bajo costo podría convertirse en una alternativa viable para instituciones con recursos limitados.

En comparación de la metodología implementada en el simulador LUCIA, este simulador, implementará la parte de impresión 3D, brindando una mejor robustez en las partes externas del cérvix, mientras que, en la parte del centro, se encontrará flexible con material de silicona, como ya antes mencionado.

Capítulo 7. Conclusión

El simulador de baja fidelidad del cuello uterino represente una alternativa para el entrenamiento en exploración ginecológica orientada a la detección del cáncer cérvico-uterino. Se proyecta que su diseño anatómico detallado, su textura simulada y la posible incorporación de sensores contribuyan a mejorar las habilidades táctiles y procedimentales de los usuarios.

REFERENCIAS

- Bhatla, N., Aoki, D., Sharma, D. N., & Sankaranarayanan, R. (2021). Cancer of the cervix uteri. En *International Encyclopedia of Public Health* (2.^a ed.). Elsevier.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK568392/>
- Coro-Montanet, G., et al. (2020). Indicadores para medir fidelidad en escenarios simulados. *Educación Médica*, 23(3), 141. <https://doi.org/10.33588/fem.233.1058>
- Custom Collagen. (2022). Ballistic gelatin. <https://customcollagen.com/ballistic-gelatin/>
- Hernández-Álvarez, M. A., et al. (2022). Factores asociados a complicaciones en la atención obstétrica. *Salud Pública de México*.
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2015). Guía de práctica clínica: Detección, diagnóstico y referencia oportuna del cáncer cérvico-uterino (Guía de Evidencias y Recomendaciones No. 146GER). IMSS.
<https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/146GER.pdf>
- Instituto Nacional del Cáncer. (s.f.). ¿Qué significan los cambios en el cuello uterino? Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, Institutos Nacionales de la Salud. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/educacion-para-pacientes/significado-cambios-en-cuello-uterino.pdf>
- Park, J., Lee, S., & Kim, H. (2023). Development of a 3D-printed cervical hemorrhage simulator for gynecological emergency training. *Journal of Medical Education Simulation*, 7(2), 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.medsim.2023.02.004>
- Parra, S., Oden, M., Schmeler, K., Richards-Kortum, R., & Rice360 Student Team. (2019). Low-cost instructional apparatus to improve training for cervical cancer screening and prevention. *Obstetrics & Gynecology*, 133(3), 559–567.
<https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003140>
- Riveros Duque, S., & Montoya Perdomo, C. (2018). Desarrollo de un modelo anatómico en gel balístico para la práctica ecográfica en caninos: comparación con la realidad [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Sadeghi, H., Shah, M., Patel, S., & Wiegel, J. (2022). Biomechanically compliant gynecologic training simulator: Material characterization and finite element analysis. *Simulation in Healthcare*, 17(3), 173–181. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000601>
- Three-Dimensional Printing in Medicine. (2022). Three-dimensional pelvis model for teaching gynecological pelvic examination: A pilot study. *3D Printing in Medicine*, 8(1), Article 12. <https://doi.org/10.1186/s41205-022-00139-7>

- Zhang, J., Liu, X., Huang, Y., Kong, L., Su, M., & Hu, Z. (2025). 3D reconstructed models based on real cervical cancer cases for undergraduate gynecological oncology education: A pre- and post-test study. *3D Printing in Medicine*, 11(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s41205-025-00256-z>
- Zhang, L., Wang, J., Liu, P., & Sun, H. (2024). Evaluating the value of individualized 3D-printed models for examination, diagnosis and treatment planning of cervical cancer. *3D Printing in Medicine*, 9(1), 22.

© Derechos de autor

Por este medio declaro que este trabajo de titulación:

“<DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE MEDIA FIDELIDAD PARA LA
DETECCIÓN DE CÁNCER CÉRVICO-UTERINO >”

es de mi propia autoría, a excepción de las citas y referencias que he empleado para fundamentar mis argumentos, a las cuales he dado crédito a sus autores relacionados en la sección Referencias. Asimismo, afirmo que este trabajo no ha sido presentado previamente con este nombre para la obtención de otro título profesional o grado académico equivalente.