

# IMPACTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR EN LOS CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES DE ANGIOLOGÍA

Sonia Marcela Sánchez Lozano\*  
Liseth Vargas Requenet\*

## Resumen

**Introducción:** estudio en curso que busca crear un simulador angiográfico para la desaparición de riesgos en tecnólogos de radiología e imágenes diagnósticas. La angiografía es un examen imaginológico que permite visualizar las arterias del corazón y evaluar con fines de tratamiento enfermedades del árbol vascular.

**Método:** investigación que pertenece al campo del desarrollo tecnológico, actualmente en etapa experimental con dos momentos: uno exploratorio donde se manipulan materiales para la construcción del simulador; y otro experimental encaminado a poner a prueba las características del objeto terminado.

**Resultados:** hasta el momento se cuenta con resultados parciales de las pruebas realizadas con los siguientes materiales: carboximetilcelulosa (CMC), gel balístico y alcohol polivinílico.

**Palabras clave:** simulador, angiografía; carboximetil celulosa; cuerpo humano; arterias.

\* Estudiantes de VI Semestre de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas.

# QUALITY OF LIFE AND SELF CARE IN PERIMENOPAUSIC WOMEN THAT WORK IN A UNIVERSITY IN PERERIA, YEAR 2008

## Abstract

**Introduction:** it is an ongoing study on the creation of a simulator for angiographic examination and practice, knowledge and skills of students in a safe area on the angiogram: imaging is a test to visualize the heart arteries and contributes to evaluate and treat diseases of the vascular tree.

**Method:** the research belongs to the field of technological development, currently in development, was proposed in an exploratory two moments where materials are manipulated to build the simulator, another pilot aimed to test the characteristics of the finished object.

**Result:** so far, with partial results of tests carried out with materials: CMC, ballistic gel, polyvinyl alcohol.

**Keywords:** simulation. angiography. carboxymethyl cellulose. human body arteries.

## Introducción

La angiografía es un examen imaginológico invasivo, que ayuda al diagnóstico y tratamiento de enfermedades del árbol vascular. Utiliza la fluoroscopia como tecnología de diagnóstico por imágenes, y un material de contraste para producir imágenes de los principales vasos sanguíneos en todo el cuerpo (1).

Este procedimiento generó cambios sustanciales en la medicina, porque permite estudios con alta resolución espacial y facilita la evaluación de pequeñas estructuras vasculares de difícil caracterización con los equipos convencionales. Entre sus ventajas se puede anotar: reducción del tiempo del estudio, medio de contraste (minimiza el daño renal) y tiempo de caracterización de las lesiones existentes en el segmento vascular estudiado (1).

Se propone un proyecto de investigación para la construcción del prototipo de un simulador angiográfico de distintos materiales y polímeros, con apariencia de las arterias y que transporte un material con una densidad similar a la de la sangre, para realizar prácticas radiológicas en el campo de la hemodinamia en un laboratorio de radiología.

La clínica Shaio de Bogotá cuenta con un simulador para procedimientos angiográficos donado por la Johnson & Johnson creador del sistema, para difundir la capacitación de médicos en entrenamiento para operaciones de grandes proporciones” (2).

Luis Ignacio Calderón, jefe de hemodinamia de la Clínica Shaio, afirma que diariamente se revisan entre 12 y 15 casos de pacientes tratados con éxito en enfermedades como el endurecimiento de las arterias del corazón,

cardiopatías congénitas, arterioesclerosis, entre otras (2).

El proyecto de investigación está enmarcado dentro del área de desarrollo tecnológico, y busca crear un objeto (4) que facilite el avance en procesos de enseñanza y aprendizaje en hemodinamia, con la ayuda de otras áreas del conocimiento como medicina, ingeniería y química (5).

## Materiales y métodos

**Materiales.** *Gel balístico:* imita el tejido vivo (7) y sirve para probar la potencia de balas de fuego. Compuesto en su mayor parte por agua.

*Glicerina:* nombre genérico (glicerina) nombre químico (glicerol) (8).

*Alcohol polivinílico:* es un material biodegradable; polímero sintético soluble en agua; su reactividad y degradabilidad lo hacen potencialmente útil en biomedicina, agricultura y áreas de tratamiento (9).

*CMC (carboximetilcelulosa):* nombre genérico: tixotrol (10). Nombre químico carboximetil celulosa (11).

*Tixotrol:* es un éter celulósico modificado a base de polímeros, producido en diferentes viscosidades y grados tixotrópicos; permite altos rendimientos técnico-económicos como espesantes de pinturas a base de agua, resanadores de tableros de yeso y recubrimientos texturizados (12).

*Manguera:* tubo hueco, flexible, usualmente cilíndrico (13), diseñado para transportar fluidos. La manguera utilizada fue transparente y con un diámetro de 0.5 cm.

**Método.** Estudio en desarrollo tecnológico en dos fases, las cuales se exponen a continuación:

*Fase exploratoria.* Se examinaron diferentes materiales: gel balístico, CMC, alcohol polivinílico; se identificaron materiales adecuados para la fabricación del corazón, arterias y el cuerpo humano, en la búsqueda de características semejantes a la realidad.

Indicadores de variabilidad controlados para cada uno de los materiales: Consistencia: la propiedad material relacionada con la rigidez de los cuerpos. Durabilidad: duración de un objeto; Transparencia: pasa fácilmente la luz (traslúcido el paso de la luz deja las formas irreconocibles y opaco no deja pasar apreciablemente la luz) (14); Homogeneidad: en este proceso se refiere a la presentación en una mezcla de las mismas propiedades en toda la sustancia (15). Aspecto: apariencia de los objetos según la vista (16).<sup>16</sup> Viscosidad: resistencia de un líquido al movimiento o flujo (17).

**Fase experimental.** En esta etapa se propone realizar la evaluación del funcionamiento del simulador en cuanto al transporte del material elegido y su

capacidad de funcionamiento. Cuenta con dos variables:

**Variable independiente:** es el objeto que se pondrá a prueba, es decir, el prototipo del modelo angiográfico.

**Variables dependientes:** se refiere a las pruebas técnicas que se le realizarán al prototipo: circulación de la sangre, calidad de fluidos, resistencia de las mangueras, entre otros.

**Técnica para la recolección de datos:** observación directa; permite el análisis del comportamiento de cada material ensayado.

El instrumento para el registro de cada uno de los materiales estudiados consta de: *fecha*, (día del ensayo); *características*, (cualidades de los materiales estudiados); *observaciones*, (apreciaciones durante los ensayos).

## Resultados

Hasta el momento se tienen resultados parciales de la fase exploratoria.

**Cuadro 1.** Observación del gel balístico

Fecha	Material	Característica	Observaciones
27-04-10	Gel balístico	Transparencia Homogeneidad Consistencia semidura	No resiste las mangueras cuando se le hace presión. Tiene una buena transparencia en cuanto la visualización de las mangueras.
04-05-10	Gel balístico	Aspecto liso Mohoso Consistencia semilíquida Color turbio Viscoso	El gel balístico eliminó el agua con la cual fue hecho y redujo su tamaño además de volverse mohoso.

La observación a la muestra en un intervalo de una semana, mostró cambios en la transparencia, consistencia, viscosidad, aspecto, homogeneidad y durabili-

dad, por lo cual no cumplía con las condiciones requeridas para la construcción de esta parte del simulador.

**Cuadro 2.** Observación del CMC

Fecha	Material	Característica	Observaciones
27-04-10	CMC	Transparencia Homogeneidad Consistencia semilíquida Viscoso	Presentó burbujas después de puesto en el recipiente.  Se llevó a refrigeración y no tuvo cambios en su estado líquido, por lo tanto no se presta para lograr semejanza con el cuerpo humano.
04-05-10	CMC	Viscoso. Mohoso.	Estuvo a temperatura ambiente, las burbujas desaparecieron, lo cual permitió una mejor transparencia de la sustancia, pero comenzó a formar moho.

El CMC o carboximetilcelulosa también fue observado en dos momentos con un

intervalo de tiempo de una semana. Se notaron cambios en la consistencia.

**Cuadro 3.** Observación del alcohol polivinílico

Fecha	Material	Característica	Observaciones
27-04-10	Alcohol polivinílico y bórax	Estado solido Resistente Grumoso Poco transparente	Después de refrigerado presentó buenas características, pues su espesor hace ue tenga una muy buena resistencia frente a la manguera que fue introducida en ella. Aunque su transparencia no es la ideal, permite ver los fluidos que pasan por la manguera.
04-05-10	Alcohol polivinílico y bórax	Consistencia dura. Redujo un poco su tamaño.	Su aspecto sigue siendo el mismo que al inicio, presenta muy buenas condiciones frente a la temperatura ambiente.

La observación del alcohol polivinílico durante el mismo período de tiempo de los ensayos anteriores, mostró que mantiene la consistencia, homogeneidad, transparencia, viscosidad, pero presentó reducción en el tamaño.

En este punto de la investigación se propuso hacer mezclas de materiales del gel balístico con el CMC y del alcohol polivinílico y se encontró:

**Cuadro 4.** Observación del gel balístico y CMC

Fecha	Material	Característica	Observaciones
27-04-10	Gel balístico y cmc	Resistencia Homogeneidad Buena consistencia Semitransparente	Presentó un buen aspecto frente a las características dadas, en una temperatura ambiente después de refrigerado.
04-05-10	Gel balístico y cmc	El moho hace que se pierda la transparencia.	Su aspecto es mohoso, las otras características siguen siendo apropiadas.

**Cuadro 5.** Observación para alcohol polivinílico y CMC

Fecha	Material	Característica	Observaciones
27-04-10	CMC y alcohol polivinílico	Consistencia dura Semitransparente Resistente Homogéneo	Después de refrigerado presentó una buena consistencia y resistencia a la temperatura ambiente.
04-05-10	CMC y alcohol polivinílico	Consistencia semidura	Al ser palpado presenta un aspecto baboso el cual hace que su consistencia pase a ser semidura.

En ambos casos se observó que los materiales presentan una deficiencia en la durabilidad, con afectación de la transparencia del objeto. Aunque la consistencia y resistencia se mantienen, carecer de las otras características los hacen inviables para el propósito de esta investigación.

## Discusión

Ninguno de los materiales con los cuales se experimentó, logró las características esperadas; sin embargo, fue interesante el proceso de exploración y búsqueda a partir de la observación, ensayo y error.

En el proceso exploratorio se detectó la necesidad de otros materiales, como la glicerina utilizada en el gel balístico; el

bórax, empleado en el alcohol polivinílico, y el agua como diluyente de los materiales.

Es importante el cuidado con los materiales, luego de su preparación y proceso de secado.

Como conclusión: para la realización de la etapa exploratoria, fue necesario consultar sobre otros materiales y sus características. Estos materiales deben cumplir particularidades como viscosidad, transparencia, homogeneidad, solidez, resistencia.

El prototipo debe de ser una estructura que se asemeje al cuerpo humano, arterias que se puedan visualizar y por las cuales se transporte un material parecido

a la sangre, resistente al ambiente y transparente, con un motor que realice las funciones del corazón.

## Agradecimientos

Por su contribución, apoyo y colaboración incondicional, a la Dra. Olga Lucía Ángel, asesora metodológica y al Dr. Carlos Eduardo Martínez Niño, asesor temático.

---

## REFERENCIAS

---

- 1 Gutiérrez, J, E. *Angiografía E Intervencionismo Vascular Periférico*. Radiología E Imágenes Diagnósticas. [En línea]. En: Google libros. 2006.. Disponibilidad de acceso: <http://books.google.com.co/books?id=P8xUQwKL6coC&pg=PA410&dq=historia+AND+angiografia&lr=#v=onepage&q=&f=false>. Citado: 1 Septiembre de 2009.
- 2 Castillo Lenis, P. *Simulador de realidad virtual*. [En línea]. El espectador.. Disponibilidad de acceso: <http://www.elspectador.com/noticias/salud/articulo-simulador-de-realidad-virtual-clinica-shaio> Citado : 1 de Junio de 2009.
- 3 Sánchez Cegarra, J. Metodología. *De la Investigación Científica y Tecnológica*. [En línea]. En: Google libros. Madrid, Editorial Díaz Santos, 2004. P. 21. Fecha de la cita: noviembre 2009. Disponibilidad de acceso: [http://books.google.com.co/books?id=8SA8KZyurk4C&pg=PA247&lpg=PA247&dq=metodologia+en+proyectos+de+innovacion+tecnologica&source=web&ots=idgmDqqb8r&sig=mrugfQDP2eo70nmdMBOuhEKVR70&hl=es&sa=X&oi=book\\_result&resnum=2&ct=result#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.co/books?id=8SA8KZyurk4C&pg=PA247&lpg=PA247&dq=metodologia+en+proyectos+de+innovacion+tecnologica&source=web&ots=idgmDqqb8r&sig=mrugfQDP2eo70nmdMBOuhEKVR70&hl=es&sa=X&oi=book_result&resnum=2&ct=result#v=onepage&q&f=false).
- 4 Bushong S, C. *Manual de Radiología para técnicos*. La Imagen Radiográfica. 8 ed. España. El sevier. 2005.
- 5 Wikipedia. Gel balístico. [ En línea]. Disponibilidad de acceso: [http://es.wikipedia.org/wiki/Gel\\_bal%C3%ADstico](http://es.wikipedia.org/wiki/Gel_bal%C3%ADstico). Citado abril 2010.
- 6 Word Lingo. *Traslation location globalization*. Glicerol. [ En línea] Disponibilidad de acceso: <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Glycerol>. citdo abril 2010.
- 7 Google. Alcohol polivinílico. [ En línea] Disponibilidad de acceso: [http://www.tesisenxarxa.net/TESIS\\_UPC/AVAILABLE/TDX-0531102-082602/03INTRODUCCION.pdf](http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0531102-082602/03INTRODUCCION.pdf)
- 8 Clasificados.st. España. Tixotrol. [ En línea] Disponibilidad de acceso: <http://es.clasificados.st/contacto/1123765/El+Salvador/San+Salvador/TIXOTROL-Es-un-eter-celulosico-modificado-a-base.html>. citado abril 2010.
- 9 Quiminet. Com. Carboximetilcelulosa.[ En línea]. Disponibilidad de acceso: [http://www.quiminet.com/ar7/ar\\_zgtzgtgthsA-la-carboximetilcelulosa-y-sus-aplicaciones.htm](http://www.quiminet.com/ar7/ar_zgtzgtgthsA-la-carboximetilcelulosa-y-sus-aplicaciones.htm). Citado abril 2010.
- 10 Clasificados.st. España. [ En línea]Disponibilidad de acceso: <http://es.clasificados.st/contacto/1123765/El+Salvador/San+Salvador/TIXOTROL-Es-un-eter-celulosico-modificado-a-base.html>. Citado marzo 2010.
- 11 Wikipedia. Manguera. [ En línea] Disponibilidad de acceso: <http://es.wikipedia.org/wiki/Manguera>. Citado marzo 2010.
- 12 Guyton, A, C. *Manual del tratado de fisiología médica*. 9 ed. México: Mc. Graw Hill Interamericana, 1997.
- 13 Wikipedia. *Transparencia*. [ En línea] Disponibilidad de acceso: <http://es.wikipedia.org/wiki/Transparencia>. Citado marzo 2010.
- 14 Wikipedia. *Homogeneización*. [En línea]. Disponibilidad de acceso: <http://es.wikipedia.org/wiki/Homogeneizaci%C3%B3n>
- 15 Definición.de. Aspecto. [ En línea] Disponibilidad de acceso: <http://definicion.de/aspecto/>. Citado febrero 2010.