

**HERRAMIENTA DIGITAL DE SIMULACIÓN DE PROCESOS HIDRÁULICOS PARA
MÁQUINAS DE HEMODIÁLISIS GENIUS PREPARATOR, 4008 GENERAL Y 5008S DE
FRESENIUS MEDICAL CARE.**

Samantha Puin Ávila

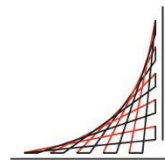
Práctica profesional

Tutor

**Msc. Pedro Antonio Aya Parra
Ing Javier Andrés Capador
Ing Jainsón Polo de la Hoz
Ing Cesar Iván Villamil**



**Universidad del
Rosario**



**ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
BOGOTÁ D.C
2021**

AGRADECIMIENTOS

En este proyecto se plasma la culminación de una de las etapas más importantes de mi vida, quiero agradecer a Dios por tantas bendiciones que me ha dado a lo largo de la carrera, también quiero agradecer a mi Mamá y a Laguion por haber estado conmigo siempre, apoyándome en todo momento, escuchándome y haciendo este sueño posible.

Quiero agradecer a mis profesores que me apoyaron durante toda la carrera, ya que de cada uno de ellos aprendí a formarme en lo profesional y también como persona.

Quiero agradecer a mis amigos y compañeros con quienes viví y compartí momentos inolvidables, siempre los llevaré en mi corazón, especialmente a **Camila Castellanos, Natalia Espitia, Emmanuel González, Juan Puentes** por haber estado para mí incondicionalmente, por su gran ayuda a lo largo de la carrera.

Gracias a **Daniel Alejandro Tovar** por estar conmigo, animarme, escucharme y apoyarme durante toda esta etapa.

Gracias a mi tutor **Pedro Antonio Aya Parra**, por las horas dedicadas para guiarme en el desarrollo de este proyecto, por su apoyo, sugerencias, comentarios y correcciones.

Por último, quiero dar las gracias a todo el equipo de servicio técnico de Fresenius Medical Care, en especial al Ingeniero **Cesar Iván Villamil** por haberme dado su voto de confianza de iniciar mi etapa laboral en esta prestigiosa empresa, por sus observaciones, comentarios y correcciones a lo largo de la práctica que me han ayudado a crecer tanto en lo personal como en lo profesional.

Al Ingeniero **Javier Andrés Capador** quien me inspira a aprender cada día más le extiendo mi gratitud por el tiempo que me brindó, su conocimiento aportado y su inmensa ayuda para sacar este proyecto adelante.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
1.INTRODUCCIÓN.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. General	10
2.2. Específicos.....	10
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Contexto del problema a solucionar.....	11
3.2 Fases del proyecto	12
3.2.1 Planteamiento de la necesidad.	12
3.2.2 Solución de la problemática	14
3.2.3 Diseño e Implementación.....	18
3.2.4 Evaluación.	20
4.RESULTADOS	21
4.1 Evaluación de conocimientos previos.....	21
4.2 Evaluación sobre el Riñón.....	23
4.3 Simulación Genius Preparator.....	24
4.3.1 Evaluación sobre Genius Preparator.....	25
4.4 Simulación 4008 todas las versiones.....	26
4.4.1 Evaluación sobre máquina 4008 todas las versiones.....	27
4.5 Simulación 5008S	28
4.5.1 Evaluación sobre máquina 5008S.....	29
4.6 Comparación de resultados antes y después de la capacitación:.....	30
5. DISCUSIÓN.....	33
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	35
7. CONCLUSIONES	36
8.REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla I.	15
Criterios de selección de la literatura	15
Tabla II.....	15
Manuales y artículos destacados	15
Tabla III.....	22
Kahoot de conocimientos previos	22
Tabla IV	23
Kahoot sobre el riñón, sus funciones y la diálisis	23
Tabla V.	25
Kahoot sobre Genius y Genius Preparator.....	25
Tabla VI.	27
Kahoot sobre máquina de hemodiálisis 4008 general.....	27
Tabla VII.	29
Kahoot sobre máquina de hemodiálisis 5008S	29
Tabla VIII.	32
Encuesta de satisfacción sobre simulación y capacitación máquinas de hemodiálisis	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo espiral.	12
Figura 2. Cronograma.....	13
Figura 3. Estructura de aprendizaje del programa.	14
Figura 4. Botones del panel de control Genius Preparator.....	16
Figura 5. Botones del panel de control máquina de hemodiálisis 4008 general	17
Figura 6. Botones del panel de control máquina de hemodiálisis 5008S.....	17
Figura 7. Modelo de capacitación	19
Figura 8. Porcentaje de acierto preguntas examen de conocimientos previos.	22
Figura 9. Porcentaje de acierto preguntas Kahoot sobre el riñón sus funciones y la diálisis.	23
Figura 10. Diseño de la simulación Genius Preparator de Fresenius Medical Care.	23
Figura 11. Porcentaje de acierto preguntas del Kahoot Genius y Genius Preparator.....	25
Figura 12. Diseño de la simulación de la máquina de hemodiálisis 4008 general.....	26
Figura 13. Porcentaje de acierto preguntas del Kahoot de la máquina de hemodiálisis 4008 general.....	27
Figura 14. Diseño de la simulación máquina 5008S de Fresenius Medical Care.	28
Figura 15. Porcentaje de acierto preguntas del Kahoot de la máquina de hemodiálisis 5008S	29
Figura 16. Resultados obtenidos en cada una de las categorías antes (A) y después (D) de la capacitación.	30
Figura 17. Gráfica de columnas de los resultados generales obtenidos antes y después de la capacitación	30
Figura 18. Diagrama de resultados por participante encuesta de satisfacción	31

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1: Cuestionario de conocimientos previos.....	38
Anexo 2: Cuestionario sobre el riñón	42
Anexo 3: Cuestionario Genius y Genius Preparator.....	44
Anexo 4: Cuestionario máquina de hemodiálisis 4008 general	46
Anexo 5: Cuestionario máquina de hemodiálisis 5008S general.....	48
Anexo 6: Encuesta de satisfacción	49
Anexo 7: Reconocimiento por asistencia a la capacitación	61

RESUMEN

La importancia de brindar capacitaciones viene de la necesidad que tienen las empresas de que los trabajadores adquieran conocimientos, herramientas, habilidades y actitudes que les ayuden a tener un buen desempeño en su trabajo, buscando mejorar la calidad, productividad, estabilidad, permanencia y también a generar un buen ambiente de trabajo [1].

El proceso de capacitación en tecnología biomédica se enmarca dentro de los aspectos más importantes a considerar, ya que estos brindan un apoyo para así evitar incidentes, eventos adversos y de la misma manera, prevenir errores y detectar anomalías que afecten al paciente durante su proceso de diálisis.

Fresenius Medical Care Colombia cuenta con un equipo de capacitación de servicio técnico integrado por dos ingenieros encargados de capacitar a nivel local y regional a todo el personal técnico de las unidades renales y de planta, sin embargo, con el fin de mejorar el aprendizaje de los trabajadores y generar conocimiento a largo plazo de manera sencilla, didáctica y efectiva, nace la necesidad de diseñar una herramienta digital de simulación de procesos hidráulicos de las máquinas de hemodiálisis de Fresenius Medical Care, con el propósito de que el personal técnico profundice sus conocimientos en esta área, y se cree la interacción técnico-equipo sin la necesidad de recurrir a los equipos, para así generar mayor confianza y optimizar tiempos de ejecución a la hora de realizar los mantenimientos.

Las simulaciones de los procesos hidráulicos de las máquinas fueron realizadas en el programa LabVIEW y el tiempo total de ejecución del proyecto fue de 16 semanas, el desarrollo del proyecto se llevó a cabo siguiendo el modelo espiral orientado al desarrollo de 4 fases crecientes, en donde cada una de estas fases permitió estructurar las tareas midiendo la complejidad de cada una de estas.

1. INTRODUCCIÓN

Fresenius Medical Care es una empresa líder proveedora de productos y servicios en toda la cadena de la diálisis para personas con enfermedad renal crónica. Esta empresa ofrece sus servicios a más de 346.500 pacientes en una red global de más de 4000 clínicas de diálisis y opera en 44 sitios de producción en todos los continentes proporcionando productos como máquinas de diálisis, dializadores y desechables relacionados.

Esta gran empresa Alemana fue fundada en 1462 por la familia Fresenius quienes se dedicaron a la producción de productos farmacéuticos hasta 1974, donde comenzaron a fabricar soluciones de infusión y desechables médicos.

Durante las décadas de 1980 hasta el 2000 Fresenius experimentó un creciente desarrollo, fabricando las primeras bolsas de solución de diálisis peritoneal con un innovador sistema estándar Safe y la opción PD Plus mejorando así, la terapia administrada a los pacientes. A lo largo de estas décadas, Fresenius comenzó también la producción de membranas de fibra sintética de polisulfona utilizadas para purificar la sangre, quienes hoy en día, establecen los estándares de calidad de los dializadores. Además, pensando en el bienestar de los pacientes y del medio ambiente, Fresenius hace crecer la diálisis domiciliaria a través de productos nuevos y mejorados desarrollando el material Biofine que es más delgado que la lámina del PVC generando menos residuos y con un diseño de fácil almacenamiento y uso [2].

En la década del 2000 Fresenius medical Care se convierte en la empresa líder en diálisis que atiende a más de 119.000 pacientes en sus propios centros de diálisis en el mundo e introduce en el mercado su nuevo sistema de terapia de diálisis 5008 que gana el premio "Innovationspreis der Deutschen Wirtschaft" por su innovación y adquiere el proveedor estadounidense de atención de diálisis Renal Care Group, Inc y funda una empresa para desarrollar y vender medicamentos para los pacientes con enfermedad renal crónica.

Actualmente, Fresenius Medical Care Colombia S.A cuenta con 37 clínicas NephroCare en todo el territorio nacional, 12 centros de Nefroprotección FMEPrever y 9 sedes de FMExpress en donde se atiende a más de 9.000 pacientes, 55.000 consultas en el programa de Nefroprotección y más de 50.000 tratamientos a pacientes con falla renal aguda. Esta gran empresa continúa creciendo y creando un futuro por el que valga la pena vivir para los pacientes, ampliando su cartera de productos con una tecnología innovadora para diálisis domiciliaria ofreciendo un tratamiento más individualizado a los pacientes con un servicio integral, de la más alta tecnología y un acompañamiento permanente de un equipo humano especializado, profesional, cálido y comprometido con la salud [2].

El área de servicio técnico de Fresenius Medical Care Colombia es una parte fundamental de la compañía, ya que, es la imagen de la empresa, esta área garantiza que la prestación de servicio se de en las mejores condiciones y busca mejorar continuamente la calidad de vida de los pacientes con enfermedad renal crónica prologando la vida útil de los equipos e infraestructura necesaria en las unidades renales del país, brindando mantenimiento y asistencia de forma efectiva y rápida para que estos siempre estén disponibles y funcionales para cuando el paciente lo requiera.

Para lograr esta misión, es necesario que los técnicos e ingenieros que prestan este servicio tengan pleno conocimiento de su labor, puesto que trabajando en equipo, aportando conocimientos y apoyándose mutuamente durante todo el proceso del mantenimiento, desde la solicitud de ingreso de los equipos o productos a reparar hasta el envío y transporte de los equipos vendidos, reparados o de los insumos vendidos se logra ganar la confianza de los clientes, ya que ellos saben que cada miembro del equipo de trabajo de mantenimiento está velando por el bienestar de cada paciente.

En Fresenius Medical Care Colombia se brindan diferentes tipos de capacitaciones a los técnicos e ingenieros, con el fin de realizar una transferencia de conocimientos que mejoren la eficiencia de los trabajadores para que alcancen índices altos de productividad y a su vez les ayuda a tener una mayor comprensión de las responsabilidades de su trabajo.

La importancia de realizar capacitaciones sobre el manejo de tecnología biomédica surge de la necesidad de brindar un apoyo para así evitar incidentes, eventos adversos y de la misma manera prevenir errores y detectar anomalías que afecten al paciente durante su proceso de diálisis [1].

Fresenius Medical Care Colombia cuenta con un equipo de capacitación de servicio técnico integrado por dos ingenieros encargados de capacitar a nivel local y regional a todo el personal técnico de las unidades renales y de planta, sin embargo, con el fin de mejorar el aprendizaje de los trabajadores y generar conocimiento a largo plazo de manera sencilla, didáctica y efectiva, se crea la necesidad de diseñar una herramienta digital de simulación de procesos hidráulicos de las máquinas de hemodiálisis de Fresenius Medical Care, con el propósito de que ellos profundicen sus conocimientos en esta área, y se cree la interacción técnico-equipo sin la necesidad de recurrir a los equipos para así generar mayor confianza y optimizar tiempos de ejecución a la hora de realizar los mantenimientos.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Desarrollar una herramienta digital que permita simular el proceso hidráulico de las máquinas de hemodiálisis Genius Preparator, 4008 general y 5008S de Fresenius Medical Care con el fin de aumentar el conocimiento del personal técnico de manera sencilla, didáctica y efectiva.

2.2. Específicos

- ❖ Recolectar información relevante mediante un proceso investigativo sobre el funcionamiento eléctrico e hidráulico de las máquinas de hemodiálisis de Fresenius Medical Care.
- ❖ Diseñar e implementar un modelo de simulación en el programa LabVIEW sobre el funcionamiento general y la parte hidráulica de las máquinas de hemodiálisis Genius Preparator, 4008 general Y 5008 Sa partir de los requerimientos establecidos por el **Ing. de soporte Senior Entrenador Local**, el **Ing. de Servicio Regional** y el **Ing. de Servicio Regional Bogotá**.
- ❖ Medir el impacto de forma cuantitativa de las capacitaciones dadas por el **Ing. de soporte Senior Entrenador Local** antes y después de utilizar las simulaciones de los sistemas hidráulicos de las máquinas de hemodiálisis de Fresenius Medical Care.

3. METODOLOGÍA

En esta sección se especificará el procedimiento y la metodología empleada en el desarrollo del proyecto final, el cual tuvo un tiempo de ejecución de 16 semanas en las cuales se establecieron 4 ciclos de trabajo para llevar a cabalidad los objetivos propuestos.

3.1 Contexto del problema a solucionar

Este proyecto se desarrolló a partir de una oportunidad de mejora del área de servicio técnico en la parte de entrenamiento sobre de los equipos de diálisis. Con la finalidad de establecer un conocimiento a largo plazo de manera sencilla, didáctica y efectiva se ve la necesidad de diseñar una herramienta digital de simulaciones de procesos hidráulicos de las máquinas de hemodiálisis de Fresenius Medical Care, con el propósito de que los Ingenieros encargados de capacitar puedan transmitir su conocimiento de forma dinámica, debido a que se implementan capacitaciones técnicas una vez inicia el contrato del empleado y sus actualizaciones en las diferentes áreas y máquinas se realizan cada tres años, por lo cual, este trabajo fomenta la constante realimentación y actualización de conocimientos.

La importancia de brindar capacitaciones responde a la necesidad que tienen las empresas de brindarle a sus trabajadores nuevos conocimientos, herramientas, habilidades y actitudes que les ayuden a tener un buen desempeño en su trabajo, buscando mejorar la calidad, productividad, estabilidad, permanencia y también a generar un buen ambiente de trabajo [2].

El proceso de capacitación en tecnología biomédica se enmarca dentro de los aspectos más importantes a considerar, ya que estas brindan un apoyo para así evitar incidentes, eventos adversos, prevenir errores y detectar anomalías que afecten al paciente durante su proceso de diálisis [3].

3.2 Fases del proyecto

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo siguiendo el modelo espiral orientado al desarrollo de 4 fases crecientes, en donde cada una de estas fases permite estructurar las tareas y medir la cantidad de información que se contempla manejar junto con el nivel de complejidad e importancia.

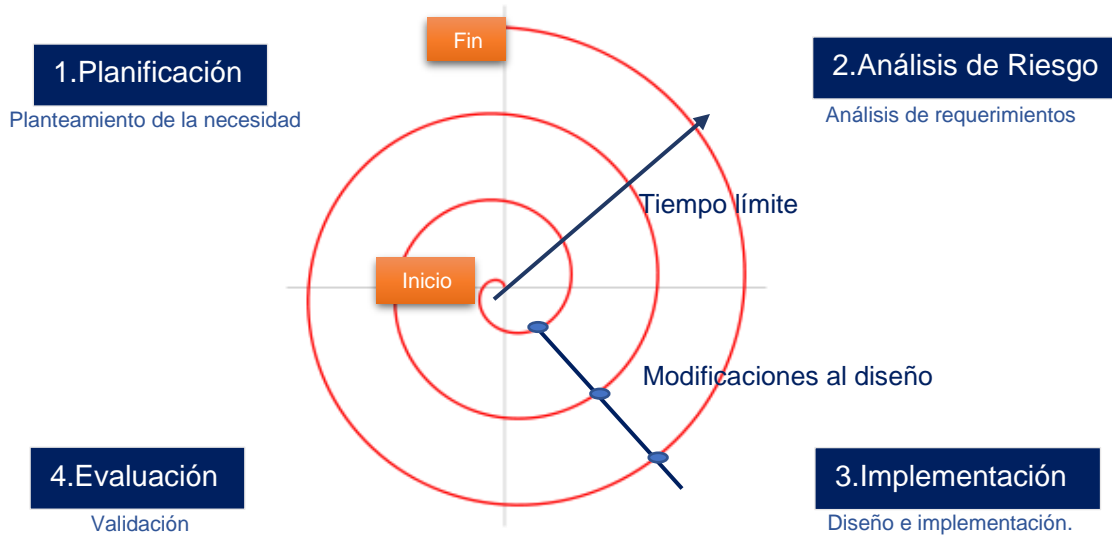


Figura 1. Modelo espiral. Modificado de [3]

3.2.1 Planteamiento de la necesidad.

Este ítem se determinan los objetivos generales del trabajo con el fin de planificar las tareas a desarrollar y así evitar la omisión de pasos importantes para el siguiente ciclo.

- ❖ Propósitos de la etapa:
 - Identificar la oportunidad de mejora del área de servicio técnico de Fresenius Medical Care Colombia S.A.
 - Plantear los objetivos del proyecto.
 - Identificar el programa en el que se desarrollará la simulación
 - Presentar el plan de desarrollo del proyecto.

Después de realizar una investigación detallada sobre las necesidades y oportunidades de mejora de Fresenius Medical Care Colombia en el área de servicio técnico, se llegó a la conclusión de que una forma de aumentar el conocimiento de los técnicos de forma didáctica al realizar capacitaciones, es por medio de simulaciones de las máquinas, ya que estas le dan una visión real del funcionamiento sin necesidad de recurrir a los equipos.

La importancia que aportan los materiales didácticos a las capacitaciones de los equipos de Fresenius Medical Care Colombia, es que proporcionan información y guían el aprendizaje aportando una base concreta para el pensamiento conceptual sobre cada sistema de los equipos, ya que, al propiciar la enseñanza didáctica, se incentiva el interés del trabajador y facilita la transmisión del conocimiento del capacitador, promoviendo el aprendizaje duradero y brindando una experiencia real que estimula la creatividad cognitiva del receptor, desempeñando un papel mediático entre la realidad y el técnico [4].

Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó que una forma de realizar las simulaciones de las máquinas de hemodiálisis, es por medio de LabVIEW, que es un entorno de desarrollo creado por National Instruments en 1976 que ofrece un enfoque de programación gráfica que ayuda a visualizar cada aspecto de su aplicación, incluyendo configuración del hardware, datos de medidas y depuración [5].

Las principales ventajas de este software son:

- Intuitivo lenguaje de programación que orienta a la persona a enfocarse en su objetivo sin pensar de más en el código.
- amplias herramientas de desarrollo y librerías de alto nivel para aplicaciones específicas.
- Depuración gráfica integrada y control del código de fuente.
- Posibilidad de crear aplicaciones genéricas sin programación.
- Ayuda contextual integrada junto con variedad de tutoriales.

Una vez identificada el programa en el que se llevarán a cabo las simulaciones, se presenta el plan de desarrollo del proyecto.

Actividad/Més 2021	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
PRIMERA ENTREGA				
Definición de los aspectos generales del proyecto				
SEGUNDA ENTREGA				
Definir los equipos de diálisis a simular				
Revisión de la literatura				
Diseño de simulaciones parte hidráulica de las máquinas de diálisis				
Diseño de evaluaciones para capacitación				
Revisión de las evaluaciones por parte del <i>Ing de soporte Senior entrenador Local</i>				
Medición del impacto de forma cuantitativa de las capacitaciones antes y después de las simulaciones.				
Entrega de Metodología y Resultados				
TERCERA ENTREGA				
Discusión de resultados				
Conclusiones				
Presentación final				

Figura 2. Cronograma

3.2.2 Solución de la problemática

Con base a la necesidad de mejora establecida, se propone la segunda fase del modelo espiral que busca recolectar información relevante para llevar a cabo la oportunidad de mejora.

❖ Propósitos de la etapa:

- Aprender a simular en el programa LabVIEW.
- Recolectar información de los equipos de diálisis Genius Preparator, 4008 general y 5008 de Fresenius Medical Care.
- Diseñar el esquema de simulaciones no funcionales de las máquinas de diálisis.

Para aprender a programar en LabVIEW, fue necesario leer el manual técnico del programa y tomar un curso introductorio para obtener conocimientos básicos necesarios sobre su entorno, estructuras de ejecución, los fundamentos de la programación gráfica y las herramientas comunes del software.

Este aprendizaje se llevó a cabo por medio de un modelo de cascada en el que se muestra el aprendizaje de forma secuencial y se concibe como un conjunto de etapas que se ejecutan una tras otra, siguiendo un flujo de ejecución de arriba hacia abajo de tal manera que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la etapa anterior, como se muestra a continuación:



Figura 3. Estructura de aprendizaje del programa.

Una vez obtenido el conocimiento sobre el programa LabVIEW y cada una de sus funciones, se prosiguió a realizar una revisión detallada de la literatura, con el fin de encontrar manuales técnicos y artículos relacionados con el funcionamiento general, hidráulico y eléctrico de las máquinas de hemodiálisis de Fresenius Medical Care. Para esto, se manejaron algunos criterios de inclusión expuestos en la siguiente tabla I.

Tabla I.
Criterios de selección de la literatura

Criterios de inclusión	Criterios de Exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Manuales con actualizaciones desde el 2015 • Instrucciones de operación máquinas Genius Preparator, 4008 todas las versiones y 5008S de Fresenius. • Instrucciones de usuario. • Importancia de los materiales didácticos en las capacitaciones • Importancia de capacitar a los trabajadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Manuales anteriores al 2015 • Informes • Hoja suplementaria • Artículos que no poseen suficiente información. • Artículos sobre la enseñanza didáctica en niños • Artículos sobre el entorno laboral.

La búsqueda de los artículos se realizó por medio de Google Scholar y los manuales a través de TechNet que es una intranet de la compañía en donde se pueden encontrar todos los documentos técnicos y manuales de todos los equipos de Fresenius Medical Care; y por medio de lógica booleana mostrada a continuación se encontraron artículos que cumplieran con los criterios de selección nombrados en la tabla II.

1. (“Entrenamiento” **AND** “Empleo” **AND** “Instruccional” **AND** “Materiales”)
2. (“servicio” **AND** “manual” **OR** hidráulico” **OR** eléctrico) **AND** (“5008S” **OR** “4008 General” **OR** “Genius Preparator”)

Tabla II.
Manuales y artículos destacados.

Título	Finalidad
4008 Manual de servicio [6]	Instruir sobre el manejo, limpieza y funcionamiento general, hidráulico y eléctrico de la máquina de hemodiálisis 4008 general de Fresenius.
5008S Manual de servicio [6]	Instruir sobre el manejo, limpieza y funcionamiento general, hidráulico y eléctrico de la máquina de hemodiálisis 5008S de Fresenius.
Genius Preparator manual [6]	Instruir sobre el manejo, limpieza y funcionamiento general, hidráulico y eléctrico de la máquina Genius Preparator.
Instrucciones de operación máquina de hemodiálisis 4008 [6]	Enseñar detalladamente las partes y las instrucciones de operación de la máquina 4008 general de Fresenius
5008S Instrucciones de operación máquina de hemodiálisis [6]	Enseñar detalladamente las partes y las instrucciones de operación de la máquina 5008S de Fresenius
Genius Preparator Instrucciones de uso [6]	Dar una descripción funcional del equipo, su diseño, instalación, limpieza y operación.
Capacitaciones como herramienta de mejora del servicio. [7]	La importancia de capacitar a los empleados para mejorar el desempeño en las organizaciones y lograr un mejor rendimiento.
Importancia de los materiales didácticos en el aula [8]	Probar la importancia de utilizar materiales didácticos en el aula para la mejora del aprendizaje
Efectos del entrenamiento de los empleados [9]	Demostrar que capacitar a los empleados facilita el entendimiento de las funciones y aumenta su participación
Retos de la innovación didáctica[10]	Como implementar materiales didácticos en la enseñanza sin incrementar los costos de la infraestructura.

Para cerrar el ciclo de la solución a la problemática y contando con un mayor conocimiento sobre cada máquina en general, se procede a realizar el diseño de las simulaciones de la parte hidráulica de las máquinas de hemodiálisis Genius Preparator, 4008 general y 5008S de Fresenius Medical Care, de acuerdo a la información encontrada en los manuales.

Para diseñar las simulaciones de cada máquina de hemodiálisis se tuvo en cuenta el diseño de los esquemáticos dados en los manuales y las explicaciones sobre el funcionamiento brindadas por el **Ing de soporte Senior Entrenador Local**. Además, para dinamizar aún más la enseñanza, cada interfaz de simulación constará de diferentes botones con los que el ingeniero capacitador podrá interactuar, llevar el ritmo de la explicación pausando la simulación cuando él lo requiera y tener una mejor visión de cada fragmento del sistema hidráulico de cada máquina.

A continuación, se observan los diferentes paneles de control de las simulaciones de las máquinas en su función de tratamiento de diálisis. En las figuras de la 4 a la 6 se observa el panel de control de las diferentes máquinas de hemodiálisis.

En la figura 4 se encuentra el panel de control del Genius Preparator que consta de 3 botones, inicio, llenado y drenaje.



Figura 4. Botones del panel de control Genius Preparator

(Continúe en la siguiente página)

En la figura 5 se encuentra el panel de control de la máquina 4008 general en su función de diálisis que se compone de 7 botones descritos como: toma de agua, desgasificación, mezcla, drenaje, sistema cerrado, Bypass y salida del aire.



Figura 5. Botones del panel de control máquina de hemodiálisis 4008 general

En la figura 6 se observa el panel de control de la máquina 5008S que se compone de 8 botones en su función de diálisis descritos como: toma de agua, desgasificación, mezcla, sistema cerrado, drenaje, bypass, Hemodiafiltración y salida del aire.



Figura 6. Botones del panel de control máquina de hemodiálisis 5008S.

3.2.3 Diseño e Implementación.

La tercera fase del modelo se presentan avances significativos en el desarrollo de la solución final con el propósito de satisfacer los objetivos propuestos.

❖ Propósitos de la etapa:

- Realizar correcciones en el diseño de las simulaciones.
- Finalizar las simulaciones funcionales de las máquinas de diálisis Genius Preparator, 4008 general y 5008 de Fresenius Medical Care.
- Diseñar evaluaciones y encuestas de satisfacción para los técnicos e ingenieros a asistentes a la capacitación.
- Realizar una capacitación sobre las máquinas de hemodiálisis al personal de Fresenius Medical Care Colombia ubicado en la zona franca Intexzona.

En esta fase previa a la final, se realizan las correcciones de diseño, se finaliza la programación de las simulaciones en LabVIEW y se examinan detalles de la interfaz y del código de las simulaciones, con el fin de que sea posible abarcar todas las opciones de la máquina en la función de diálisis para que en las futuras capacitaciones no se pierdan detalles de su funcionamiento. Por otra parte, se diseña el instrumento de evaluación del proyecto que consta de una capacitación en donde se exponen las diferentes simulaciones de las máquinas, a su vez se realizan varios exámenes en la plataforma de Kahoot para evaluar el conocimiento adquirido de los asistentes durante la capacitación, y por último se elabora una encuesta de verificación de criterios enfocada directamente hacia los ingenieros a cargo del proyecto que comprende preguntas que pretenden medir de forma cuantitativa el nivel de satisfacción con el proyecto.

Posteriormente se realizó la capacitación sobre las máquinas de hemodiálisis a los trabajadores de Fresenius Medical Care ubicados en Intexzona, en esta capacitación, se explicó el funcionamiento de las máquinas por medio de las simulaciones realizadas anteriormente en LabVIEW, para así poder medir si el material didáctico era efectivo para la adquisición de nuevos conocimientos.

La capacitación se realizó abarcando los aspectos más importantes sobre el riñón y el funcionamiento del sistema hidráulico de las máquinas en la función de diálisis. En la figura 7 se encuentra de manera detallada el desarrollo del modelo de la capacitación.

(Continúe en la siguiente página)

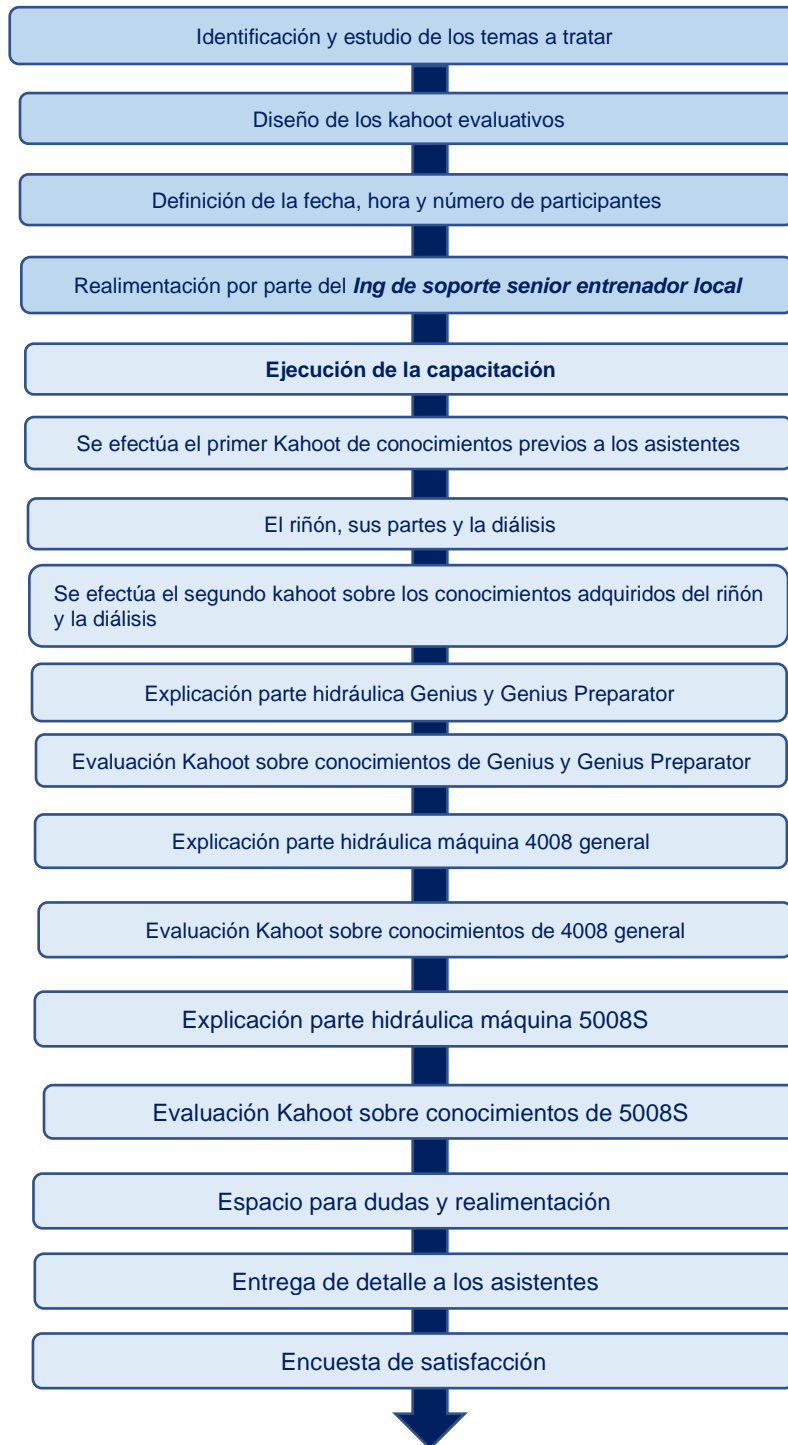


Figura 7. Modelo de capacitación

Todos los asistentes a la capacitación tenían diferentes conocimientos sobre el funcionamiento de las máquinas dado que esta se realizó para todos los trabajadores independientemente de su función. Para evaluar el conocimiento de las personas antes de la actividad, se realizó un Kahoot que es una plataforma gratuita que permite la creación de cuestionarios de evaluación. El primer Kahoot realizado, fue de conocimientos previos que constaba de 12 preguntas, 8 de selección múltiple y 4 de falso verdadero sobre los temas a tratar en la capacitación, esto con el fin de conocer la percepción de los trabajadores de la empresa sobre las máquinas de hemodiálisis y el sistema renal humano. Cabe mencionar, que este cuestionario se hizo de forma anónima por medio de un nickname para mantener la confidencialidad.

Una vez terminado el kahoot de conocimientos previos, se inició la capacitación hablando sobre el sistema renal humano, la diálisis y los tipos de diálisis, una vez finalizada la explicación sobre el tema, se llevó a cabo el segundo Kahoot que constó de 5 preguntas, 4 de selección múltiple y 1 de falso verdadero; en la capacitación, al finalizar un tema inmediatamente iniciaba el kahoot del tema tratado, cada uno de estos constaron de 5 preguntas sobre el tema, esto con el fin de mantener el dinamismo de la actividad y la atención de los participantes.

Una vez finalizada la capacitación, se llevó a cabo la entrega de un detalle a cada participante por su asistencia y se implementó una encuesta de satisfacción sobre la actividad. Esta encuesta constó de 5 preguntas de selección múltiple en la que se estableció una escala de 1 al 5, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo” con el fin de evaluar la utilidad de las simulaciones expuestas a la hora de capacitar el personal, si la capacitación les permitió adquirir nuevo conocimiento y si les gustaría que se implementaran en más equipos biomédicos.

A su vez, se realizó una encuesta de verificación de criterios para los ingenieros a cargo del proyecto; esta constó de 5 preguntas de opción múltiple para evaluar si la herramienta de mejora para las capacitaciones de servicio técnico era la adecuada. También se estableció una escala del 1 al 5, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo”.

3.2.4 Evaluación.

La evaluación o fase final del ciclo permite hacer una realimentación general, se analizan los resultados obtenidos en las pruebas y se mide el impacto del proyecto.

- ❖ Propósitos de la etapa:
 - Analizar los resultados de las evaluaciones y encuestas de satisfacción realizadas a los técnicos e ingenieros a cargo.
 - Evaluar el desempeño del proyecto.

4.RESULTADOS

La información encontrada en los artículos demostró la importancia de capacitar a los empleados y la necesidad de usar materiales didácticos durante el proceso; ya que la capacitación continua del personal permite a los empleados planear, mejorar y realizar de manera más eficiente sus actividades, de tal forma que se realice la labor profesional con los mejores estándares de calidad.

Los materiales didácticos son aquellos que favorecen el desarrollo de las habilidades durante el aprendizaje. Estos materiales brindan información relevante para el receptor con la que pueden establecer semejanzas y diferencias, resolver problemas y enfatizar los temas para de esta manera comprender la información con mayor facilidad.

Dentro de los artículos encontrados no se encontró información específica sobre la importancia de utilizar material didáctico para capacitar al personal técnico, sin embargo, a continuación, se evidencia que, las simulaciones hidráulicas de los equipos de hemodiálisis potencian la enseñanza y el aprendizaje de los trabajos, puesto que el equipo de trabajo profundizó sus conocimientos sobre las máquinas asemejando sus conocimientos reales con lo visto en la simulaciones y con base en eso comprendieron a profundidad los planos y la forma de operación de cada máquina, dando una visión real de los equipos y resolviendo dudas sobre su funcionamiento hidráulico.

El área de servicio técnico ubicado en Intexzona de la empresa, se compone de 12 personas en total, sin embargo, la asistencia del personal a la capacitación fue de 5 personas que ocupaban diferentes cargos como lo eran ingenieros, técnicos y personal de servicios generales. La participación del personal a cada una de las actividades realizadas fue menor o cercana al 50% de los trabajadores de servicio técnico.

Además de lo anterior, se realizaron 5 cuestionarios en la plataforma Kahoot para cada una de las etapas de la capacitación, todos los resultados de los cuestionarios se pueden encontrar en los anexos.

4.1 Evaluación de conocimientos previos

La primera evaluación de conocimientos previos realizada antes de la capacitación, constó de 12 preguntas, 8 de selección múltiple y 4 de falso o verdadero de los temas a tratar sobre conocimientos teóricos sobre el sistema renal humano y conocimientos sobre los sistemas hidráulicos de las máquinas de hemodiálisis. Este examen fue realizado por 5 participantes por medio de la plataforma gratuita Kahoot con un tiempo de duración de 9 minutos entre el total de participantes.

A continuación, se muestra la tabla III con las preguntas del examen y la figura No 8 con los resultados obtenidos por cada pregunta.

Tabla III.
Kahoot de conocimientos previos

Examen de conocimientos previos		
Número	Pregunta	Respuesta
1	¿Cuál es la función de los glomérulos?	Filtrar el plasma
2	Las toxinas de tamaño pequeño y mediano se filtran por	Convección y ultrafiltración
3	La hemofiltración utiliza líquido dializante	NO
4	El intercambiador de calor calienta el agua a la temperatura del cuerpo humano	NO
5	Una de las funciones del riñón es evitar la anemia	SI
6	¿Los glóbulos rojos son de mayor tamaño que los desechos metabólicos?	SI
7	¿Por qué es importante desgasificar el agua en las máquinas de hemodiálisis	Para evitar un desbalance en el "Balancin Chamber"
8	¿Para que sirve la máquina UV del Genius?	Para mantener los niveles microbiológicos estándar
9	¿Para que sirve el detectos de fugas de sangre?	Detecta si hay un escape de glóbulos rojos en la máquina
10	El líquido dializante pasa:	Por fuera de las fibras del dializador
11	¿A qué se le llama riñón artificial?	Dializador
12	¿Qué pasa si la máquina detecta que el dializante no tiene una temperatura y conductividad adecuada?	Se activa el circuito de Bypass

EXÁMEN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

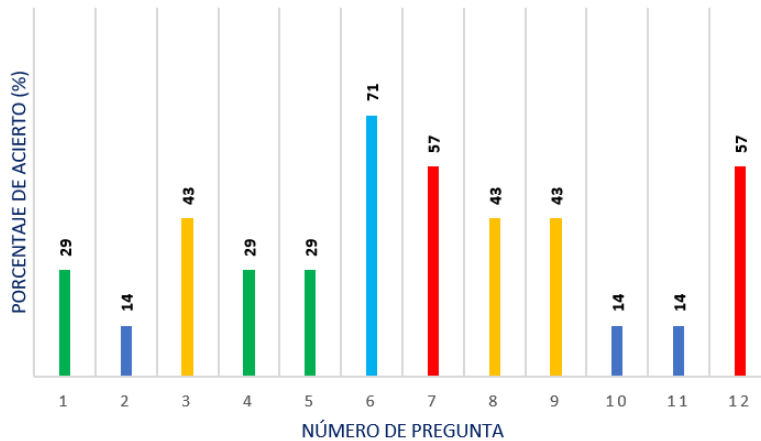


Figura 8. Porcentaje de acierto preguntas examen de conocimientos previos.

La tabla III indica cada pregunta junto con su respuesta correcta, en la figura 8 se muestra el gráfico de barras con el porcentaje de acierto de cada pregunta del kahoot, siendo la pregunta No 6 correspondiente a una pregunta de teoría “¿Los glóbulos rojos tienen mayor tamaño que los desechos metabólicos?” la de mayor porcentaje de acierto. Las preguntas 2, 10 y 11 fueron las preguntas con un porcentaje de acierto mucho menor, esto se debe a que eran preguntas que requerían un conocimiento teórico específico sobre los temas a tratados en la capacitación.

4.2 Evaluación sobre el Riñón

Una vez finalizada la evaluación de conocimientos previos a los 5 participantes, se inició la capacitación hablando sobre el riñón, sus funciones y la diálisis. Al terminar de explicar la teoría mencionada, se prosiguió a realizar el kahoot sobre el tema visto.

A continuación, se muestra la tabla IV con las preguntas del examen y la figura No 9 con los resultados obtenidos por cada pregunta.

Tabla IV
Kahoot sobre el riñón, sus funciones y la diálisis

Examen de conocimientos previos		
Número	Pregunta	Respuesta
1	¿Qué conforma el aparato urinario?	2 Riñones, 2 Ureteres, 1 Vejiga, 1 Ureter
2	¿Qué son las nefronas?	Unidad funcional de cada riñón
3	¿Cuál es la función de los glomérulos?	Filtrar el plasma
4	Nombre una molécula que se elimine por la orina	Urea
5	Una de las funciones del riñón es evitar la anemia	SI

EL RIÑÓN, SUS FUNCIONES Y LA DIÁLISIS

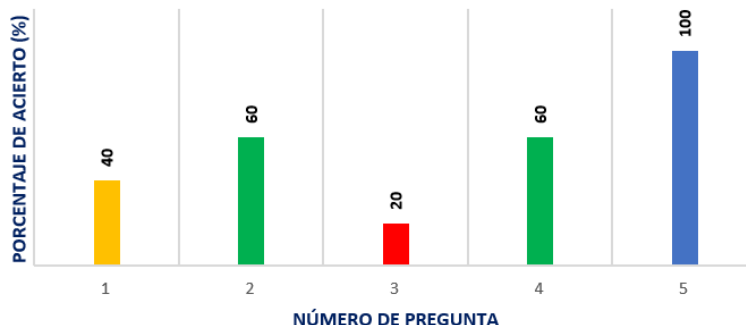


Figura 9. Porcentaje de acierto preguntas Kahoot sobre el riñón sus funciones y la diálisis.

En la tabla IV se indica cada pregunta junto con su respuesta correcta, en la figura 9 se muestra el porcentaje de acierto de cada pregunta del Kahoot, siendo la pregunta No 5 correspondiente a una pregunta de teoría “¿Una de las funciones del riñón es evitar la anemia?” la de mayor porcentaje de acierto, evidenciando la generación de nuevo conocimiento, puesto que, en el examen de conocimientos previos, la mayoría de los participantes no conocían las funciones renales.

4.3 Simulación Genius Preparator

En la figura 10, se muestra la simulación realizada en LabVIEW sobre la máquina de hemodiálisis Genius Preparator, basada en el esquemático encontrado en el manual en donde se puede observar en el costado izquierdo los nombres de cada parte del sistema hidráulico del Genius Preparator. En esta simulación también se encuentra el panel de control mencionado anteriormente con sus respectivos botones de inicio, llenado y drenaje.

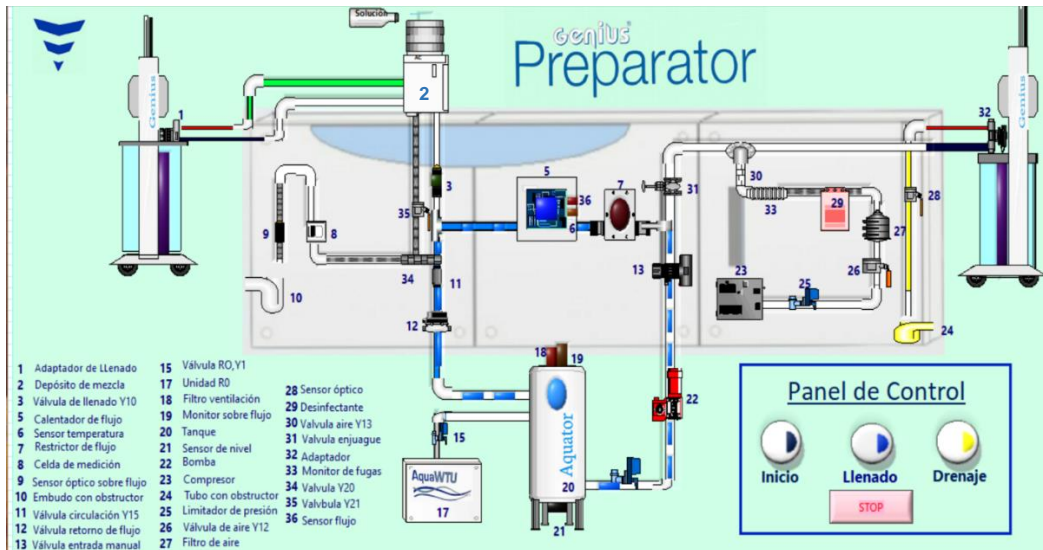


Figura 10. Diseño de la simulación Genius Preparator de Fresenius Medical Care.

El sistema hidráulico del Genius Preparator funciona por medio de un AquaWTU por donde entra el agua ultra pura al sistema, contiene también un tanque Aquator en el que se observa un monitor de sobre flujo y un filtro de ventilación al igual que un sensor de nivel.

El agua ultra pura esta siempre circulando a través del circuito cerrado, desde el tanque aquator (20), pasando por la bomba (22), el restrictor de flujo (7), sensor de temperatura (5) y regresando por la válvula de retorno de flujo (12).

Si la máquina de hemodiálisis Genius se conecta al adaptador de llenado (1), se enciende la lámpara UV que se encarga de mantener los niveles microbiológicos estándar y al mismo tiempo, el agua ultra pura a temperatura del cuerpo humano fluye a través de la válvula de llenado Y10 (3) hacia la cámara de mezcla (2), en donde la persona encargada prepara el líquido dializante. El líquido dializante previamente preparado ingresa al tubo de vidrio de 90L del Genius para llevarlo hacia la sala de cuidados intensivos y conectarlo al paciente.

Cuando la máquina de hemodiálisis esta lista para drenar el líquido dializante sucio, la máquina Genius se conecta al adaptador de drenaje (32), se enciende la lámpara UV y por medio del compresor (23) se evapora el desinfectante (29) que llega al tanque del Genius para realizar la desinfección de la máquina. Se abre el sensor óptico de drenaje (28) por el que sale el líquido dializante sucio y de esta manera finalizar la desinfección de la máquina.

4.3.1 Evaluación sobre Genius Preparator

Una vez terminado el tema sobre el riñón, sus funciones y la diálisis, se procede a hablar sobre las máquinas de hemodiálisis Genius y Genius Preparator para posteriormente evaluar el tema.

A continuación, se muestra la tabla V con las preguntas del examen y la figura No 11 con los resultados obtenidos por cada pregunta.

Tabla V.
Kahoot sobre Genius y Genius Preparator

Examen de conocimientos previos		
Número	Pregunta	Respuesta
1	¿Para qué sirve la lámpara UV del Genius?	Para mantener los niveles de microbiología estandar
2	¿La cámara de mezcla prepara el líquido dializante?	SI
3	¿Qué capacidad contiene un tanque Genius?	90L
4	¿Por qué no se mezcla el líquido sucio con el líquido limpio al momento de la diálisis	Por la diferencia de densidad
5	La temperatura del Genius Preparator se ajusta en	El Genius Preparator en el calentador de flujo.

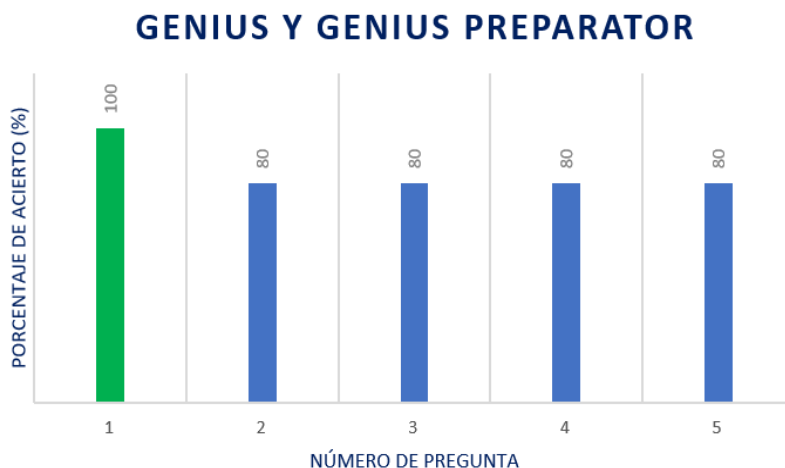


Figura 11. Porcentaje de acierto preguntas del Kahoot Genius y Genius Preparator.

La tabla V indica cada pregunta junto con su respuesta correcta; en la figura 11 se muestra el porcentaje de acierto de cada pregunta del Kahoot, siendo la pregunta No 1 correspondiente a una pregunta sobre el Genius “¿Para qué sirve la lámpara UV del Genius?” la de mayor porcentaje de acierto, evidenciando la generación de nuevo conocimiento, puesto que, en el examen de conocimientos previos, la mayoría de los participantes pensaban que la lámpara UV del Genius eliminaba toda la microbiología del dializante, sin embargo, en todas las preguntas en general se presenta un gran porcentaje de acierto, evidenciando un alto nivel de aprendizaje alcanzado por medio de la simulación.

4.4 Simulación 4008 todas las versiones

La figura 12 muestra la simulación realizada en LabVIEW sobre la máquina de hemodiálisis 4008 general. Esta simulación se basó en el esquemático del manual de servicio y en ella se puede encontrar los nombres de los diferentes elementos que componen la máquina, junto con el panel de control compuesto de 7 botones nombrados anteriormente en la solución a la problemática.

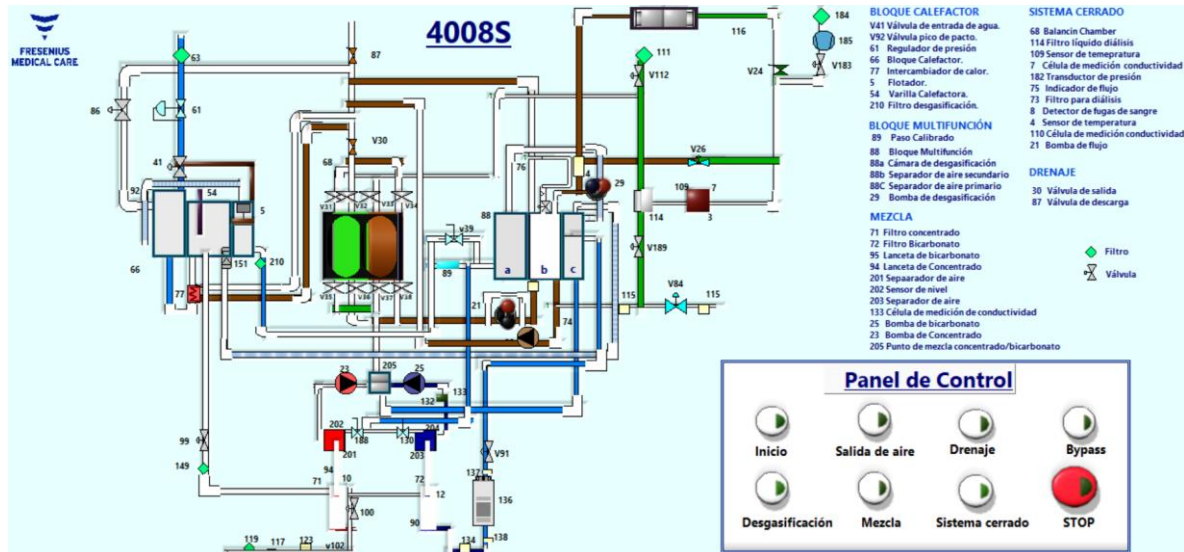


Figura 12. Diseño de la simulación máquina 4008 general de Fresenius Medical Care.

El sistema hidráulico de la máquina de hemodiálisis 4008 en general, empieza con la entrada de agua en donde se encuentra el filtro (63), pasa por medio de una válvula manorreductora de presión y continúa el agua hacia el bloque calefactor (66). El agua transita a través de un intercambiador de calor que ayuda a calentar el agua, posteriormente, el agua llega al segundo bloque en donde se encuentra con la resistencia calefactora (54) encargada de calentar el agua a la temperatura del cuerpo humano y por último llega a la cámara (66c) en donde se encuentra el flotador que es el encargado de enviar una señal a la válvula 41 para que dependiendo del nivel de agua continúe el flujo de agua hacia el bloque calefactor.

El agua calentada continúa su recorrido a través del filtro (210) y llega al paso calibrado (89) en donde por medio de una presión negativa se desgasifica el agua. Una vez desgasificada el agua, esta fluye a través del bloque multifunción (88) en donde se encuentra con una bomba que termina de desgasificar el agua.

Los gases extraídos del agua fluyen hacia la atmósfera (66) y el agua previamente calentada y desgasificada sigue su recorrido hacia la cámara de mezcla en donde se mezcla la solución ácida y solución básica creando así el líquido dializante.

El líquido dializante preparado fluye a través del balancín chamber o corazón de la máquina (68) hacia el filtro de endotoxinas (114), la célula de conductividad y temperatura (109) hasta el dializador o riñón artificial en donde este líquido dializante limpio se ensucia, pasa a través de un detector de fugas de sangre, hacia la cámara (88b), sigue su camino hacia el balancín chamber para mantener un equilibrio y sale hacia el drenaje.

4.4.1 Evaluación sobre máquina 4008 todas las versiones

Una vez terminado el tema sobre el Genius y Genius Preparator, se procedió a evaluar la máquina 4008 de forma general .

A continuación, se muestra la tabla VI con las preguntas del examen y la figura No 13 con los resultados obtenidos por cada pregunta.

Tabla VI.
Kahoot sobre máquina de hemodiálisis 4008 general

Examen de conocimientos previos		
Número	Pregunta	Respuesta
1	¿Por qué es necesario desgasificar el agua?	Para evitar un desbalance en el "Balancin Chamber"
2	El dializador funciona por medio de	Difusión
3	¿Qué es el 2Balancin Chamber"	Es el Corazón de la máquina
4	Los Globulos rojos tienen un tamaño mayor al de las moléculas que el cuerpo elimina	SI
5	El intercambiador de calor se encarga de calentar el agua a la temperatura corporal	NO

4008 GENERAL

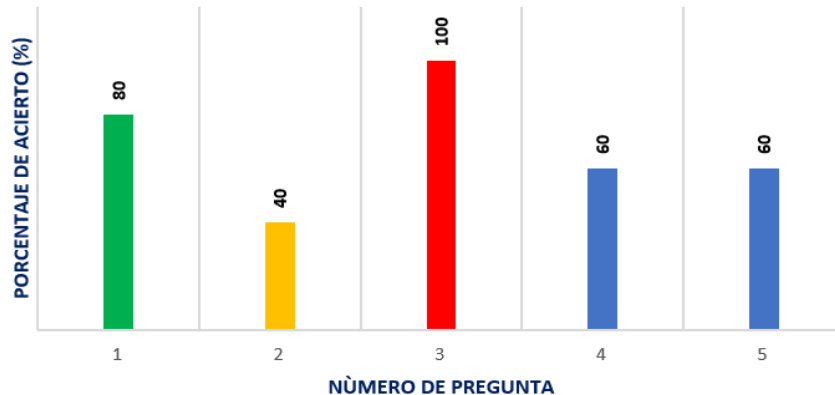


Figura 13. Porcentaje de acierto preguntas del Kahoot de la máquina de hemodiálisis 4008 general.

La tabla VI indica cada pregunta junto con su respuesta correcta, en la figura 13 se muestra el porcentaje de acierto de cada pregunta del Kahoot, siendo la pregunta No 3 correspondiente a una parte fundamental de la máquina de hemodiálisis “¿qué es el “balancín chamber”?” con un puntaje perfecto. Esto se debe a que en la capacitación se hizo énfasis en el corazón de la máquina resaltando su función en la máquina de hemodiálisis y describiéndolo detalladamente por medio de la simulación realizada para la máquina 4008 en general.

4.5 Simulación 5008S

La figura 14 muestra la simulación realizada en LabVIEW sobre la máquina de hemodiálisis 5008S. Esta simulación se basó en el esquemático del manual de servicio y en ella se puede encontrar los nombres de los diferentes elementos que componen la máquina junto con el panel de control compuesto de 8 botones nombrados anteriormente en la solución a la problemática.

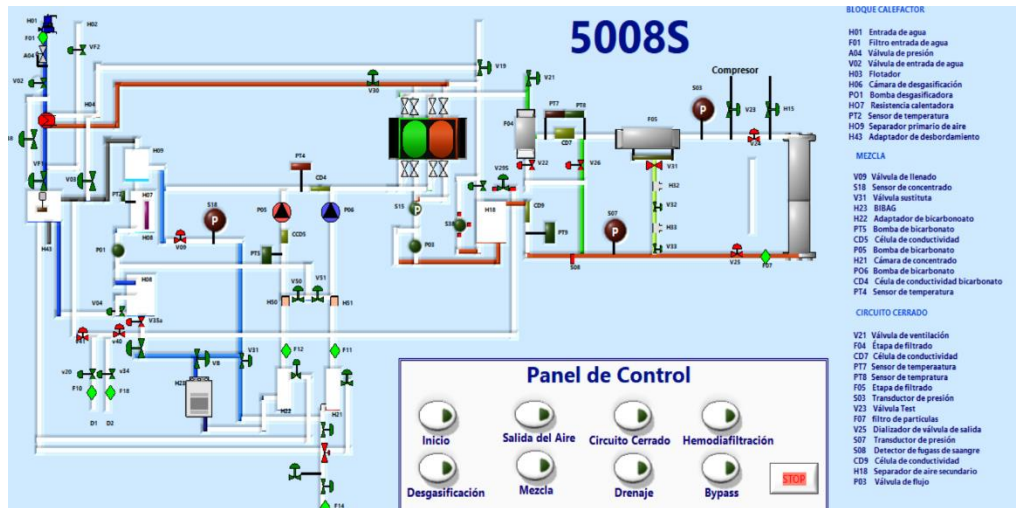


Figura 14. Diseño de la simulación máquina 5008S de Fresenius Medical Care.

El funcionamiento hidráulico de la máquina de hemodiálisis 5008S es similar a la máquina 4008 sin embargo, este tipo de terapia además de tener hemodiálisis, contiene otra terapia llamada hemodiafiltración que se encarga de eliminar moléculas y sustancias de mayor tamaño que no se alcanzan a filtrar por medio del dializador.

El funcionamiento hidráulico de esta máquina empieza en la entrada de agua H01 pasa por el filtro F01 y la válvula de presión A04, luego continua su camino a través de la válvula de entrada de agua V02, el intercambiador de calor y llegando hacia el primer bloque en donde se encuentra el flotador (H03) que se encarga de enviar una señal a la válvula V02 para que permita o no el flujo del agua.

El agua fluye hacia la segunda y tercera cámara H08 en donde se encuentra con la resistencia calefactora que se encarga de calentar el agua a la temperatura del cuerpo humano, el agua calentada fluye a través de la cámara de desgasificación en donde los gases separados por medio de una presión negativa son expulsados hacia la atmósfera y el agua calentada y desgasificada continua su recorrido hacia la cámara de mezcla.

El agua fluye a través del bibag (H23), se crea el líquido dializante con una solución ácida (H21) y solución básica (H22) para finalmente mezclarse. El líquido dializante previamente preparado continua su recorrido a través del balancín chamber hacia el filtro de endotoxinas (F04) y la célula de medición de conductividad y temperatura (CD7, PT7 y PT8), sigue a través del filtro DIASAFE y finalmente llega al dializador o riñón artificial en donde el líquido dializante limpio se ensucia debido a la hemodiálisis del paciente.

Finalmente, el líquido dializante sucio fluye hacia la cámara (H18) para posteriormente pasar por el balancín chamber e ir hacia el drenaje.

Para la terapia de hemodiafiltración, al paciente no solo se le realiza hemodiálisis, sino que también se realiza hemofiltración creando así la hemodiafiltración.

En la hemofiltración, el líquido dializante pasa a través del segundo filtro de endotoxinas (F05), se abre la válvula de hemodiafiltración y se conecta directamente al paciente para eliminar todas las moléculas de gran tamaño que no se logren eliminar por el dializador.

4.5.1 Evaluación sobre máquina 5008S

Una vez terminado el tema sobre la máquina de hemodiálisis 4008 general, se procedió a evaluar la máquina 5008S.

A continuación, se muestra la tabla VII con las preguntas del examen y la figura No 15 con los resultados obtenidos por cada pregunta.

Tabla VII.
Kahoot sobre máquina de hemodiálisis 5008S

Examen de conocimientos previos		
Número	Pregunta	Respuesta
1	Los dos tratamientos de la máquina de hemodiálisis 5008S son:	Hemodiálisis y Hemofiltración
2	¿La hemofiltración utiliza líquido dializante?	NO
3	Las toxinas de tamaño mediano se filtran por	Convección y Ultrafiltración
4	para que sirve el filtro diasafe	Purifica el dializante

En la tabla VII se indica cada pregunta junto con su respuesta correcta, en la figura 15 se muestra el porcentaje de acierto de cada pregunta del Kahoot, siendo las preguntas No 1 y 4 correspondientes a una pregunta sobre una parte fundamental de la máquina de hemodiálisis “Los dos tratamientos de la máquina de hemodiálisis 5008S son” y “¿Para qué sirve el filtro Diasafe?” las cuales tienen una puntuación perfecta, esto se debe al énfasis en los procesos hidráulicos de la máquina vistos en la simulación. También se encuentra un porcentaje de acierto alto en las demás preguntas, demostrando el conocimiento adquirido durante la capacitación.



Figura 15. Porcentaje de acierto preguntas del Kahoot de la máquina de hemodiálisis 5008S

En la tabla VII se indica cada pregunta junto con su respuesta correcta, en la figura 15 se muestra el porcentaje de acierto de cada pregunta del Kahoot, siendo las preguntas No 1 y 4 correspondientes a una pregunta sobre una parte fundamental de la máquina de hemodiálisis “Los dos tratamientos de la máquina de hemodiálisis 5008S son” y “¿Para qué sirve el filtro Diasafe?” las cuales tienen una puntuación perfecta, esto se debe al énfasis en los procesos hidráulicos de la máquina vistos en la simulación. También se encuentra un porcentaje de acierto alto en las demás preguntas, demostrando el conocimiento adquirido durante la capacitación.

4.6 Comparación de resultados antes y después de la capacitación:

Antes de realizar la capacitación, se hizo un examen de conocimientos previos de 12 preguntas que trataban de abarcar el conocimiento general sobre los temas a tratar. A medida que avanzó la capacitación se realizaron diferentes cuestionarios en donde se repitieron preguntas del primer examen, esto con el fin de medir el aprendizaje durante la capacitación.

En la figura 16, se encuentra un gráfico de columnas de los resultados clasificados por categorías obtenidos en el examen de conocimientos (A) y el promedio de las preguntas realizadas durante la capacitación (D). Se observa un incremento en el porcentaje de acierto en los exámenes siguientes en todas las categorías. Para la categoría de teoría se observa un aumento del 34% al 60%, en los conocimientos sobre el Genius y Genius Preparador un incremento del 43% al 84%, en los conocimientos sobre la parte hidráulica de las máquinas 4008 general del 35% al 72% y la categoría del 5008S un aumento del 38% al 90%.

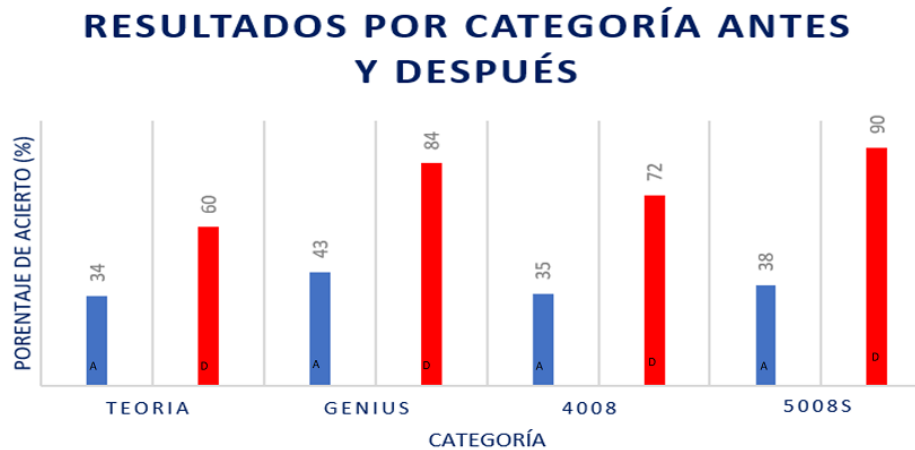


Figura 16. Resultados obtenidos en cada una de las categorías antes (A) y después (D) de la capacitación.

En la figura 17 se observan los resultados generales que se obtuvieron tanto en el primer examen como en un promedio general de las siguientes evaluaciones, el aumento de estos resultados coincide con el propósito de la capacitación y de las simulaciones que era mejorar el nivel de conocimiento general en cuanto a teoría y al funcionamiento hidráulico de las máquinas de hemodiálisis de Fresenius Medical Care.

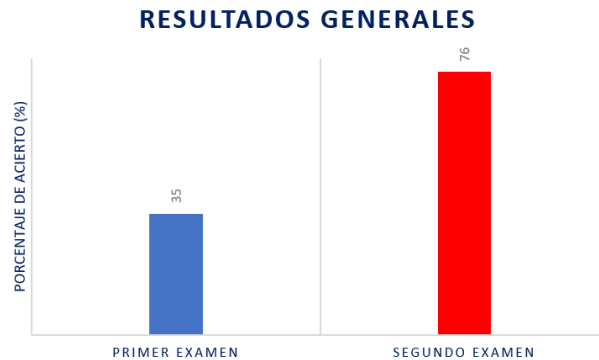


Figura 17. Gráfica de columnas de los resultados generales obtenidos antes y después de la capacitación

4.7 Resultados encuesta de satisfacción:

Además de los exámenes anteriormente realizados, al finalizar la capacitación se llevó a cabo una encuesta de satisfacción en Google Forms para todos los participantes y el **Ing de soporte senior entrenador local** con la finalidad de medir el nivel de satisfacción con las simulaciones realizadas, el impacto que tienen al momento de capacitar el personal y si recomendarían la implementación de este material para todos los equipos de Fresenius Medical Care.

Esta encuesta constaba de 4 preguntas de selección múltiple para evaluar cada ítem de 1 a 5 siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo y una pregunta abierta para obtener sugerencias, mejoras y recomendaciones para las siguientes capacitaciones.

A continuación, se muestra la tabla VIII con las preguntas del examen y la figura No 18 con la calificación de los evaluadores por cada pregunta.

Tabla VIII.
Encuesta de satisfacción sobre simulación y capacitación máquinas de hemodiálisis

Encuesta de Satisfacción	
Número	Pregunta
1	Las simulaciones son un método didáctico para el aprendizaje de las máquinas de Hemodiálisis
2	La capacitación permitió la adquisición de nuevos conocimientos
3	Las simulaciones brindan información clara
4	De 1 a 5, que tanto recomendaría la implementación de este tipo de capacitaciones en Fresenius

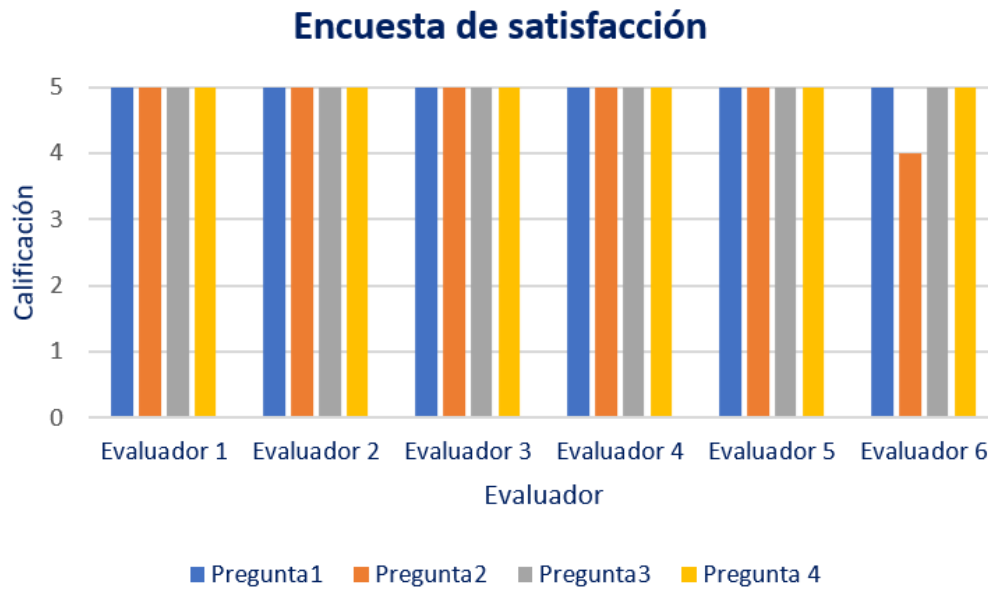


Figura 18. Diagrama de resultados por participante encuesta de satisfacción.

5. DISCUSIÓN

La herramienta digital de simulaciones presentada y desarrollada como proyecto tiene como finalidad que el **Ingeniero de soporte Senior Entrenador Local** pueda transmitir su conocimiento de manera didáctica, sencilla y efectiva, para así establecer un conocimiento a largo plazo en las personas a capacitar.

El desarrollo de la capacitación se dividió en dos partes importantes, la primera correspondió a la implementación de un examen de conocimientos previos, y la segunda parte al desarrollo de la capacitación de cada una de las máquinas seguido de su correspondiente examen. De acuerdo con los resultados mostrados en la evaluación de conocimientos previos, se evidenció que a pesar de que la capacitación dada era para todos los empleados de servicio técnico de Fresenius Medical Care ubicados en Intexzona, todos bajo su experiencia llevaban un nivel de conocimiento diferente, esto se demostró debido a que algunas preguntas tenían un mayor porcentaje de acierto que otras, sin embargo, el porcentaje de acierto promedio para todo el examen de conocimientos previos fue de 37%, demostrando la necesidad de complementar y generar nuevos conocimientos a largo plazo.

La capacitación se llevó a cabo en cuatro etapas, cada una de ellas se distribuyó con la misma metodología, que consistió en explicar el tema por medio de exposiciones que mostraron la simulación del funcionamiento hidráulico de las máquinas, para después realizar un examen sobre el tema expuesto.

En la primera etapa se abarcaron los temas sobre el riñón, las partes de este órgano y la diálisis. A medida que la capacitación avanzó, se evidenció un aumento de conocimiento general por parte de todos los asistentes, que se vio reflejado al momento de realizar el segundo examen, ya que el porcentaje de acierto del promedio de preguntas sobre el tema tratado incrementó al 60%, demostrando la adquisición del aprendizaje por medio de la capacitación.

En la segunda etapa, que se trató sobre conocimientos del Genius y Genius preparator, se utilizó una simulación como método de enseñanza, esto con la finalidad de que los participantes observaran el funcionamiento hidráulico de esta máquina de hemodiálisis de una forma didáctica; al momento de presentar el examen después de la explicación, se demostró un incremento en el porcentaje de acierto general de las preguntas a un 41%.

La tercera etapa, se abarcaron los temas generales de la máquina de hemodiálisis 4008 general y se utilizó una simulación como método de enseñanza del funcionamiento hidráulico de la máquina, con el objetivo de que los participantes se hicieran una visión real de su funcionamiento; al momento de presentar el examen después de la explicación, se incrementó en el porcentaje de acierto general de las preguntas a un 37%.

Para finalizar con la capacitación, en la cuarta etapa se trataron temas generales sobre la máquina de hemodiálisis 5008S y su funcionamiento hidráulico, este se ilustró por medio de una simulación para explicar de forma clara y precisa su mecanismo, al realizar la evaluación de conocimientos después de la explicación, se aumentó el porcentaje de acierto general de las preguntas del 52%.

Este proyecto no solo aumentó los conocimientos de los trabajadores de servicio técnico de Fresenius Medical Care Colombia en Intexzona, sino que también, las simulaciones ayudaron a tener una visión real del funcionamiento hidráulico de las máquinas sin la necesidad de recurrir a los equipos; de igual manera, tuvieron una gran acogida en el personal de servicio técnico en general, obteniendo resultados favorables en la encuesta de tal forma que se espera se realicen en más equipos de Fresenius Medical Care.

6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Las simulaciones realizadas como herramienta didáctica para el proceso de capacitación de Fresenius Medical Care se pueden sumar al proceso de inducción que se realiza para el personal nuevo en la empresa.

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta de validación y al creciente requerimiento de profundizar los conocimientos del área de servicio técnico generando interacción técnico-equipo sin la necesidad de recurrir a los equipos, es posible plantearse 3 trabajos futuros: uno a corto plazo (2 meses), mediano plazo (6 meses) y a largo plazo (más de 12 meses).

El objetivo a corto plazo, el cual se desarrollará en los meses restantes de la pasantía, busca terminar las simulaciones de los procesos hidráulicos del resto de los equipos de Fresenius Medical Care. El cumplimiento de esta tarea facilitará el material didáctico al **Ingeniero de soporte Senior Entrenador Local** para las futuras capacitaciones.

A mediano plazo se plantea la evaluación y realimentación constante de los técnicos a través del diseño de una herramienta didáctica de medición de conocimientos, esto con el fin de generar conocimiento a largo plazo en los trabajadores de Fresenius Medical Care.

El objetivo a largo plazo se proyecta hacia el desarrollo de simulaciones del funcionamiento eléctrico de los equipos de Fresenius Medical Care y también sobre los posibles errores de cada uno de estos; Con el fin de dar una mejor visión a los técnicos sobre el funcionamiento de los mismos, aumentar su conocimiento de forma didáctica y optimizar los tiempos de mantenimiento de cada equipo biomédico.

7. CONCLUSIONES

La búsqueda de información sobre la importancia de capacitar al personal y utilizar elementos didácticos en el proceso fue de gran utilidad debido a que de acuerdo a esos estudios se llegó a determinar la trascendencia del proyecto en la empresa y en su equipo de trabajo.

Actualmente existen diversos métodos didácticos al momento de la enseñanza, sin embargo, la mayoría de estos se implementan en el aula de clases y no al momento de capacitar a los trabajadores de la empresa dejando ver la importancia de su implementación en esta área.

El desarrollo e implementación de las simulaciones de los procesos hidráulicos de las máquinas de hemodiálisis demostraron ser una herramienta de gran importancia en cuanto al mejoramiento de las capacitaciones del área de servicio técnico, debido no solo a su gran éxito en la encuesta de validación, sino a que hubo un aumento significativo en los exámenes realizados durante la capacitación, indicando un incremento de conocimiento general de los participantes sobre cada equipo de diálisis de Fresenius Medical Care.

Antes de realizar la capacitación y presentar las simulaciones, fue de gran importancia obtener una idea general sobre la percepción de conocimientos que los asistentes tenían sobre el conocimiento de las máquinas de hemodiálisis para de esta manera, identificar los diferentes temas a enfatizar en el modelo de capacitación y adaptar su enseñanza hacia las simulaciones.

Las simulaciones tuvieron una gran acogida por parte del equipo de servicio técnico de Fresenius Medical Care Colombia, obteniendo resultados favorables en la encuesta en la que se evidencia que la herramienta satisface las necesidades de diseño y funcionalidad, y además evidenciando la necesidad de que estas se realicen en más equipos de la empresa. Lo anterior demuestra su utilidad y efectividad a la hora de capacitar al personal y la importancia de tener material didáctico a la hora de aprender y enseñar.

8. REFERENCIAS

- [1] Fresenius Medical Care Colombia, 2021. *Home*. [en línea] Freseniusmedicalcare.com. Disponible en: <<https://www.freseniusmedicalcare.com/en/home/>> [Acceso 11 April 2021].
- [2] Trabajo, P., 2021. *La importancia de la capacitación para las y los trabajadores.* [en línea] gob.mx. Disponible en: <<https://www.gob.mx/profedet/es/articulos/la-importancia-de-la-capacitacion-para-las-y-ytrabajadores?idiom=es#:~:text=La%20capacitaci%C3%B3n%20juega%20un%20papel,trabajo%20que%20se%20les%20encomienda.>> [Acceso 11 April 2021].
- [3] Importancia del material didáctico, 2021. *La importancia de los materiales didácticos dentro del aula.* [en línea] Educacionmilenio's Blog. Disponible en: <<https://educacionmilenio.wordpress.com/2010/06/15/la-importancia-de-los-materiales-didacticos/>> [Acceso 11 April 2021].
- [4] Capacitaciones didácticas, 2021. *Capacitar al personal.* [en línea] Importancia. Disponible en: <<https://www.importancia.org/capacitar-al-personal.php>> [Acceso 11 April 2021].
- [5] LabVIEW, 2021. *¿Qué es LabVIEW?*. [en línea] Ni.com. Disponible en: <<https://www.ni.com/es-co/shop/labview.html>> [Acceso 11 April 2021].
- [6] TechNet, 2021. *techNet - Fresenius Medical Care.* [en línea] Technet2.fmc-ag.com. Disponible en: <<https://technet2.fmc-ag.com/?login&app=espc&func=start>> [Acceso 11 April 2021].
- [7] training as a tool, 2021. [en línea] Reader.elsevier.com. Disponible en: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2077188615000633?token=A432B00BC1AE367AFC5D19E675B9A020221E4DDE42D1C1488A5A4A41F3B60E5E8FF38FE96C46942CC39A7E924006C582&originRegion=us-east-1&originCreation=20210411212141>> [Acceso 11 April 2021].
- [8] Perceived efficacy of instructional materials, 2021. [en línea] Journals.sagepub.com. Disponible en: <<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2158244014538431>> [Acceso 11 April 2021].
- [9] Effects of Training on Employee Performance, 2021. [en línea] Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Ali-Halawi-3/publication/325420167_Effects_of_Training_on_Employee_Performance/links/5b348cd74585150d23dc01e8/Effects-of-Training-on-Employee-Performance.pdf> [Acceso 11 April 2021].
- [10] Ayala, J., 2021. *The Fundamental Challenge for Didactic Innovation — Observatory of Educational Innovation.* [en línea] Observatory of Educational Innovation. Disponible en: <<https://observatory.tec.mx/edu-bits-2/the-fundamental-challenge-for-didactic-innovation>> [Acceso 11 April 2021].

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario de conocimientos previos

1-Quiz **Cuál es la función de los Glomérulos**

1 of 12 < >

	<input type="checkbox"/> Mantener el pH	✗	0
	<input checked="" type="checkbox"/> Filtrar el plasma	✓	2
	<input type="checkbox"/> Eliminar las moléculas	✗	2
	<input type="checkbox"/> Formar la Orina	✗	1
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	2

🕒 120s time limit

Correct answers



29%

Avg. answers time

🕒 54.62s

Players answered

👤 5 of 7

2-Quiz **Las toxinas de tamaño pequeño y mediano se filtran por:**

2 of 12 < >

	<input type="checkbox"/> Difusión	✗	4
	<input checked="" type="checkbox"/> Convección y Ultrafiltración	✓	1
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	2

🕒 20s time limit

Correct answers



14%

Avg. answers time

🕒 14.95s

Players answered

👤 5 of 7

3-Quiz **La Hemofiltración utiliza líquido dializante**

3 of 12 < >

	<input type="checkbox"/> SI	✗	2
	<input checked="" type="checkbox"/> NO	✓	3
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	2

🕒 20s time limit

Correct answers



43%

Avg. answers time

🕒 10.22s

Players answered

👤 5 of 7

4 -True or false **El intercambiador de calor calienta el agua a la temperatura del cuerpo humano**

4 of 12 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> True	✗	3
	<input checked="" type="checkbox"/> False	✓	2
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	2

🕒 20s time limit

Correct answers



29%

Avg. answers time

🕒 11.4s

Players answered

👤 5 of 7

5 -True or false **Una de las funciones del riñón es evitar la anemia**

5 of 12 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> True	✓	2
	<input checked="" type="checkbox"/> False	✗	3
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	2

🕒 20s time limit

Correct answers



29%

Avg. answers time

🕒 10.08s

Players answered

👤 5 of 7

6 -True or false **Los glóbulos rojos son de mayor tamaño que los desechos metabólicos**

6 of 12 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> True	✓	5
	<input checked="" type="checkbox"/> False	✗	0
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	2

🕒 20s time limit

Correct answers



71%

Avg. answers time

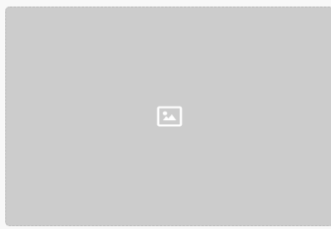
🕒 8.97s

Players answered

👤 5 of 7

7-Quiz ¿Por qué es importante desgasificar el agua en las máquinas de hemodiálisis?

7 of 12 < >



<input type="checkbox"/>	Para evitar que se formen piedras	✗	1
<input type="checkbox"/>	Para evitar que se oxide la máquina	✗	0
<input type="checkbox"/>	Para evitar un daño en el dializador	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	Para evitar un desbalance en el "Balancin Chamber"	✓	4
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	2

20s time limit

Correct answers



57%

Avg. answers time

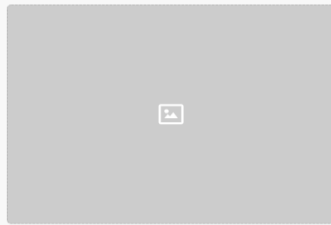
15.44s

Players answered

5 of 7

8-Quiz Para que sirve la lámpara UV del Genius

8 of 12 < >



<input type="checkbox"/>	Para eliminar todos los virus y bacterias	✗	2
<input type="checkbox"/>	Para calentar el agua y evitar que al paciente le de hipotermia	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	Para mantener los niveles microbiológicos estándar	✓	3
<input type="checkbox"/>	Funciona como detector del nivel de dializante del Genius.	✗	0
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	2

20s time limit

Correct answers



43%

Avg. answers time

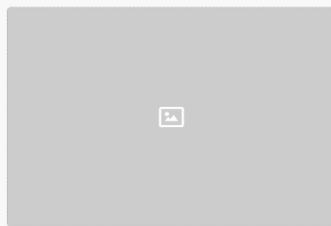
15.25s

Players answered

5 of 7

9-Quiz Para que sirve el detector de fugas de sangre

9 of 12 < >



<input type="checkbox"/>	Detecta si hay un escape de urea en la máquina	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Detecta si hay un escape de glóbulos rojos en la máquina	✓	3
<input type="checkbox"/>	Detecta si hay un escape de dializador en la máquina	✗	0
<input type="checkbox"/>	Revisa que los niveles de temperatura y conductividad sean adecuados	✗	0
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	3

20s time limit

Correct answers



43%

Avg. answers time

16.32s

Players answered

4 of 7

10 -Quiz **El líquido dializante pasa**

10 of 12 < >

<input checked="" type="checkbox"/> Por dentro de las fibras del dializador	✗ 	4
<input checked="" type="checkbox"/> Por fuera de las fibras del dializador	✓ 	1
<input type="checkbox"/> No answer	✗ 	2

⌚ 20s time limit

Correct answers



14%

Avg. answers time

⌚ 12.54s

Players answered

👤 5 of 7

11 -Quiz **¿A qué se le llama riñón artificial?**

11 of 12 < >

<input checked="" type="checkbox"/> Máquina de hemodialisis	✗ 	4
<input checked="" type="checkbox"/> "Balancin Chamber"	✗ 	0
<input checked="" type="checkbox"/> Dializador	✓ 	1
<input checked="" type="checkbox"/> Líquido de diálisis	✗ 	0
<input type="checkbox"/> No answer	✗ 	2

⌚ 20s time limit

Correct answers



14%

Avg. answers time

⌚ 11.74s

Players answered

👤 5 of 7

12 -Quiz **¿Qué pasa si la máquina detecta que el dializante no tiene una temperatura y conductividad adecuada?**

12 of 12 < >

<input checked="" type="checkbox"/> Se activa el circuito de Bypass	✓ 	4
<input checked="" type="checkbox"/> Se daña la máquina	✗ 	0
<input checked="" type="checkbox"/> Se crea un desbalance en el balancin chamber	✗ 	0
<input checked="" type="checkbox"/> Se crean burbujas de aire	✗ 	1
<input type="checkbox"/> No answer	✗ 	2

⌚ 20s time limit

Correct answers



57%

Avg. answers time

⌚ 14.73s

Players answered

👤 5 of 7

Anexo 2: Cuestionario sobre el riñón

4 -Quiz Una molécula que se elimine por la orina

1 of 5 < >

	<input type="checkbox"/> hematocrito	✗	0
	<input type="checkbox"/> Glóbulos rojos	✗	1
	<input type="checkbox"/> nefrona	✗	1
	<input checked="" type="checkbox"/> Urea	✓	3
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	0

⌚ 20s time limit

Correct answers

60%

Avg. answers time

6.7s

Players answered

5 of 5

1-Quiz Qué conforma el aparato Urinario

2 of 5 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> 2 Riñones 2 Uréteres 1 Vejiga 1 Uretra	✓	2
	<input type="checkbox"/> 2 Riñones 1 Ureter 1 vejiga 1 Uretra	✗	3
	<input type="checkbox"/> 1 Riñón 2 Uréteres 1 Vejiga 1 Uretra	✗	0
	<input type="checkbox"/> 2 Riñones 1 Ureter 2 vejigas 1 Uretra	✗	0
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	0

⌚ 30s time limit

Correct answers

40%

Avg. answers time

16.95s

Players answered

5 of 5

2-Quiz ¿Qué son las nefronas?

3 of 5 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> Unidad funcional de cada riñón	✓	3
	<input type="checkbox"/> bolsas donde se recibe la orina	✗	0
	<input type="checkbox"/> Unas moléculas a eliminar	✗	2
	<input type="checkbox"/> sustancias generadas por los músculos	✗	0
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	0

⌚ 30s time limit

Correct answers

60%

Avg. answers time

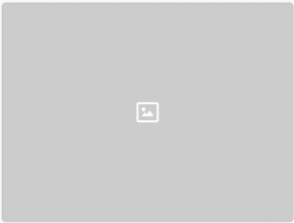
13.54s

Players answered

5 of 5

3 -Quiz **Cuál es la función de los Glomerulos**

4 of 5 < >



<input type="checkbox"/>	Ser eliminados por la orina	✗	2
<input checked="" type="checkbox"/>	Filtrar el plasma	✓	1
<input type="checkbox"/>	Mantener el pH	✗	1
<input type="checkbox"/>	Es el canal por el que la orina sale del cuerpo	✗	1
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	0

🕒 20s time limit

Correct answers

20%

Avg. answers time

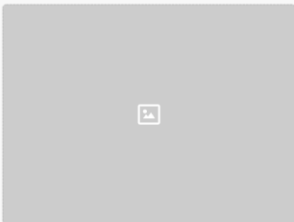
10.04s

Players answered

5 of 5

5 -True or false **Una de las funciones del riñón es evitar la anemia**

5 of 5 < >



<input checked="" type="checkbox"/>	True	✓	5
<input type="checkbox"/>	False	✗	0
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	0

🕒 20s time limit

Correct answers

100%

Avg. answers time

2.12s

Players answered

5 of 5

Anexo 3: Cuestionario Genius y Genius Preparator

1-Quiz ¿Para qué sirve la lámpara UV del Genius?

1 of 5 < >

<input type="checkbox"/>	Para mantener los niveles de microbiología a niveles estandar	✓	5
<input checked="" type="checkbox"/>	Para calentar el agua del Genius	✗	0
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	0

30s time limit

Correct answers

100%

Avg. answers time

5.5s

Players answered

5 of 5

2-True or false La cámara de mezcla prepara el líquido dializante

2 of 5 < >

<input checked="" type="checkbox"/>	True	✓	4
<input type="checkbox"/>	False	✗	1
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	0

30s time limit

Correct answers

80%

Avg. answers time

8.19s

Players answered

5 of 5

3-Quiz ¿Qué capacidad de agua contiene un tanque Genius?

3 of 5 < >

<input type="checkbox"/>	50Litros	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/>	90Litros	✓	4
<input type="checkbox"/>	30 Litros	✗	0
<input type="checkbox"/>	100Litros	✗	0
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	0

20s time limit

Correct answers

80%

Avg. answers time

4.25s

Players answered

5 of 5

4-Quiz ¿Por qué no se mezcla el líquido sucio con el nuevo líquido dializante al momento de la diálisis?

4 of 5 < >

	<input type="checkbox"/> por la diferencia de volumen	✗	0
	<input type="checkbox"/> por la diferencia de temperatura	✗	0
	<input checked="" type="checkbox"/> Por la diferencia de densidad	✓	4
	<input type="checkbox"/> porque el líquido usado se evacua por un drenaje	✗	1
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	0

⌚ 30s time limit

Correct answers

80%

Avg. answers time

11.05s

Players answered

5 of 5

5-Quiz La temperatura del líquido dializante se ajusta en:

5 of 5 < >

	<input type="checkbox"/> El Genius cuando esta conectado al paciente	✗	1
	<input checked="" type="checkbox"/> El Genius Preparator por medio de calentador de flujo	✓	4
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	0

⌚ 30s time limit

Correct answers

80%

Avg. answers time

9.51s

Players answered

5 of 5

Anexo 4: Cuestionario máquina de hemodiálisis 4008 general

1-Quiz ¿Por qué es necesario desgasificar el agua?

1 of 5 < >

<input type="checkbox"/>	Para evitar que se formen piedras	✗	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Para evitar un desbalance en el "Balancín Chamber"	✓	4
<input type="checkbox"/>	Puede oxidar la máquina	✗	0
<input type="checkbox"/>	para evitar un daño en el dializador	✗	0
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	0

30s time limit

Correct answers

80%

Avg. answers time

13.71s

Players answered

5 of 5

2-Quiz El dializador funciona por medio de

2 of 5 < >

<input checked="" type="checkbox"/>	Difusión simple	✓	2
<input checked="" type="checkbox"/>	Osmosis	✗	2
<input type="checkbox"/>	Fagocitosis	✗	0
<input type="checkbox"/>	Succión	✗	1
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	0

30s time limit

Correct answers

40%

Avg. answers time

12.08s

Players answered

5 of 5

3-Quiz ¿Qué es el "Balancín Chamber"?

3 of 5 < >

<input type="checkbox"/>	El que desgasifica el agua	✗	0
<input type="checkbox"/>	El que se encarga de calentar el agua	✗	0
<input checked="" type="checkbox"/>	El corazón de la máquina.	✓	5
<input type="checkbox"/>	El riñón artificial	✗	0
<input type="checkbox"/>	No answer	✗	0

30s time limit

Correct answers

100%

Avg. answers time




6.8s

Players answered

5 of 5

4 - True or false **Los glóbulos rojos tienen un tamaño mayor a las moléculas que el cuerpo elimina**

4 of 5 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> True	✓ 	3
	<input type="checkbox"/> False	✗ 	2
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	0

🕒 30s time limit

Correct answers

 60%

Avg. answers time

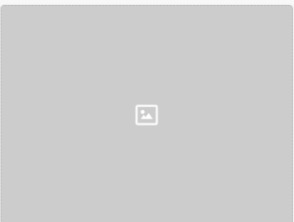


🕒 5.94s

Players answered

👤 5 of 5

5 - True or false **El intercambiador de calor se encarga de calentar el agua a la temperatura corporal**

5 of 5 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> True	✗ 	1
	<input type="checkbox"/> False	✓ 	4
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	0

🕒 20s time limit

Correct answers

 80%

Avg. answers time

🕒 4.79s

Players answered

👤 5 of 5

Anexo 5: Cuestionario máquina de hemodiálisis 5008S general

1-Quiz **Los dos tratamientos de la máquina 5008S son:**

1 of 4 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> Hemodiálisis y Hemodiafiltración	✓	<div style="width: 100%;"></div>	5
	<input type="checkbox"/> Solo Hemodiálisis	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0
	<input type="checkbox"/> Solo Hemofiltración	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0
	<input type="checkbox"/> Diálisis y Hemodiálisis	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0

⌚ 20s time limit

Correct answers



Avg. answers time

⌚ 6.67s

Players answered

👤 5 of 5

2-Quiz **¿La Hemofiltración utiliza líquido dializante?**

2 of 4 < >

	<input type="checkbox"/> SI	✗	<div style="width: 20%;"></div>	1
	<input checked="" type="checkbox"/> NO	✓	<div style="width: 80%;"></div>	4
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0

⌚ 20s time limit

Correct answers



Avg. answers time

⌚ 4.57s

Players answered

👤 5 of 5

3-Quiz **Las toxinas de tamaño mediano se filtran por:**

3 of 4 < >

	<input type="checkbox"/> Difusión	✗	<div style="width: 20%;"></div>	1
	<input checked="" type="checkbox"/> Convección y Ultrafiltración	✓	<div style="width: 80%;"></div>	4
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0

⌚ 20s time limit

Correct answers



Avg. answers time

⌚ 7.96s

Players answered

👤 5 of 5

4-Quiz **Para que sirve el filtro diasafe**

4 of 4 < >

	<input checked="" type="checkbox"/> Purificar el dializante y el líquido de sustitución	✓	<div style="width: 100%;"></div>	5
	<input type="checkbox"/> Balancea la máquina	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0
	<input type="checkbox"/> Elimina el dializante sucio	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0
	<input type="checkbox"/> Desgasifica el agua	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0
	<input type="checkbox"/> No answer	✗	<div style="width: 0%;"></div>	0

⌚ 20s time limit

Correct answers



Avg. answers time

⌚ 11.2s

Players answered

👤 5 of 5

Anexo 6: Encuesta de satisfacción

No se pueden editar las respuestas

Encuesta de satisfacción

Proyecto de grado Samantha Puin Ávila

A continuación se presentan una serie de preguntas de acuerdo con los resultados y la capacitación realizada. Califique de 1 a 5, siendo 1 totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo

*Obligatorio

Nombre *

Yovany Martínez Mora

Las simulaciones son un método didáctico para el aprendizaje de las máquinas de Hemodiálisis *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

La capacitación permitió la adquisición de nuevos conocimientos *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Las simulaciones brindan información clara *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

De 1 a 5, que tanto recomendaría la implementación de este tipo de capacitaciones en Fresenius. *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

¿Qué recomendaciones tienes para las próximas capacitaciones?

.....

Encuesta de satisfacción

Proyecto de grado Samantha Puin Ávila

A continuación se presentan una serie de preguntas de acuerdo con los resultados y la capacitación realizada.
Califique de 1 a 5, siendo 1 totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo

*Obligatorio

Nombre *

Enrique

Las simulaciones son un método didáctico para el aprendizaje de las máquinas de Hemodiálisis *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

La capacitación permitió la adquisición de nuevos conocimientos *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Las simulaciones brindan información clara *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

De 1 a 5, que tanto recomendaría la implementación de este tipo de capacitaciones en Fresenius. *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

¿Qué recomendaciones tienes para las próximas capacitaciones?

.....

Encuesta de satisfacción

Proyecto de grado Samantha Puin Ávila

A continuación se presentan una serie de preguntas de acuerdo con los resultados y la capacitación realizada. Califique de 1 a 5, siendo 1 totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo

***Obligatorio**

Nombre *

Oscar Darío Arenas Céspedes

Las simulaciones son un método didáctico para el aprendizaje de las máquinas de Hemodiálisis *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

La capacitación permitió la adquisición de nuevos conocimientos *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Las simulaciones brindan información clara *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

De 1 a 5, que tanto recomendaría la implementación de este tipo de capacitaciones en Fresenius. *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

¿Qué recomendaciones tienes para las próximas capacitaciones?

Hablar un poco más pausado

.....

Enviado: 26/3/21 12:00

Encuesta de satisfacción

Proyecto de grado Samantha Puiñ Ávila

A continuación se presentan una serie de preguntas de acuerdo con los resultados y la capacitación realizada. Califique de 1 a 5, siendo 1 totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo

***Obligatorio**

Nombre *

Javier Capador

Las simulaciones son un método didáctico para el aprendizaje de las máquinas de Hemodiálisis *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

La capacitación permitió la adquisición de nuevos conocimientos *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Las simulaciones brindan información clara *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

De 1 a 5, que tanto recomendaría la implementación de este tipo de capacitaciones en Fresenius. *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

¿Qué recomendaciones tienes para las próximas capacitaciones?

.....

Enviado: 26/3/21 12:06

Encuesta de satisfacción

Proyecto de grado Samantha Puiñ Ávila

A continuación se presentan una serie de preguntas de acuerdo con los resultados y la capacitación realizada. Califique de 1 a 5, siendo 1 totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo

*Obligatorio

Nombre *

Doris González

Las simulaciones son un método didáctico para el aprendizaje de las máquinas de Hemodiálisis *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

La capacitación permitió la adquisición de nuevos conocimientos *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Las simulaciones brindan información clara *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

De 1 a 5, que tanto recomendaría la implementación de este tipo de capacitaciones en Fresenius. *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

¿Qué recomendaciones tienes para las próximas capacitaciones?

Quizás más tiempo disponible

Enviado: 26/3/21 13:42

Nombre *

CEsar Villamil

Las simulaciones son un método didáctico para el aprendizaje de las máquinas de Hemodiálisis *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

La capacitación permitió la adquisición de nuevos conocimientos *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Las simulaciones brindan información clara *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

De 1 a 5, que tanto recomendaría la implementación de este tipo de capacitaciones en Fresenius. *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

¿Qué recomendaciones tienes para las próximas capacitaciones?

Permitir la participación del público, para que interactúen más y no sea monótono.
.....

Enviado: 28/3/21 13:46

Anexo 7: Reconocimiento por asistencia a la capacitación

