

**Optimización de Medio de Contraste en Estudios Tomográficos, Mediante el Sistema Dual
Flow: Innovación Tecnológica y Seguridad del Paciente en Centro de Diagnóstico Cedimed,
Medellín, Estudio Realizado en el Último Semestre del 2024**

Melissa Vargas Ramírez

Valentina Cardeño Quiroz

Mónica María Londoño Garcés

Directora

Catalina María Cortés Arroyave

Codirector

John Alexander Calderón Restrepo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud – ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2025

Agradecimientos

Este trabajo no solo representa la culminación de una etapa académica, sino también el reflejo de un camino lleno de aprendizajes, desafíos, sacrificios, crecimiento personal y profesional. Como estudiantes, hemos aprendido que detrás de cada imagen diagnóstica hay una vida, una historia y una responsabilidad que trasciende lo técnico. Por ello, hoy queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a quienes, de diversas maneras, nos acompañaron y aportaron a este proceso.

Agradecemos en primer lugar a Dios, por ser la guía constante que nos sostuvo en los momentos de incertidumbre y cansancio, y por regalarnos la fortaleza necesaria para seguir adelante. Su presencia nos dio esperanza y sentido, incluso cuando el camino parecía cuesta arriba.

A nuestras familias, gracias por ser el hogar al que siempre pudimos volver, aun en medio del cansancio y la incertidumbre. Gracias por su amor paciente, por acompañarnos sin exigir nada a cambio, por saber cuándo hablar y cuándo simplemente estar. Por los abrazos en silencio, los gestos que nos devolvieron la calma. Por creer en nosotras cuando el camino se volvía confuso, por sostenernos con fe cuando las fuerzas ya no alcanzaban. Ustedes no solo han sido testigos de este proceso, han sido parte fundamental de él. Cada logro lleva el sello invisible de su entrega y su ternura. Este triunfo también les pertenece, porque fue el amor de ustedes el que nos impulsó a

llegar hasta aquí.

A nuestros docentes, especialmente a John Calderón y Catalina Cortés, gracias por su compromiso, exigencia y guía constante. Sus enseñanzas no solo nos dejaron herramientas académicas, sino también una visión ética y humana de nuestra labor como profesionales de la salud. Gracias por creer en nuestro potencial y por impulsarnos a ir más allá.

A nuestros compañeros de carrera, gracias por la solidaridad, por el compartir cotidiano, por el apoyo en los trabajos, las prácticas, los momentos de estrés y las pequeñas victorias. En ustedes encontramos amistad, comprensión y una red de apoyo que hizo más llevadero este proceso formativo.

A nuestros amigos, gracias por su paciencia, por comprender nuestras ausencias, por entender nuestros silencios en medio de la carga académica y emocional. Gracias por quedarse incluso cuando no pudimos estar. Por cada mensaje de aliento, por cada abrazo oportuno, por cada gesto pequeño que fue un gran consuelo. Ustedes fueron refugio, fuerza y compañía silenciosa cuando más lo necesitábamos. En un camino que a veces se tornó solitario, su presencia fue un faro que nos recordó que no estábamos solas. Este logro también es de quienes supieron esperar, apoyar y celebrar con el alma.

Con el corazón lleno de gratitud, recordamos a aquellas personas que nos acompañaron en algún momento de este camino y que hoy ya no están con nosotras. Su partida dejó un vacío, pero también una huella imborrable en nuestras vidas. A ellas dedicamos este logro, como un homenaje silencioso a su memoria, que sigue siendo luz en nuestro andar.

A la institución Diagnóstico Cedimed, expresamos nuestro sincero agradecimiento por permitirnos desarrollar este trabajo en un entorno profesional de alta calidad. Gracias a sus directivos por abrirnos las puertas, al radiólogo entrevistado por compartir su experiencia y a los tecnólogos en imágenes diagnósticas, quienes con su conocimiento, dedicación y trabajo diario hacen posible la ejecución de procedimientos seguros, eficaces y de alta calidad.

Y, finalmente, queremos agradecer a nosotras mismas. A cada una de las que conformamos este equipo de trabajo. Nos conocimos desde el primer día, llenas de sueños e ilusiones, sin imaginar que algún día estaríamos enfrentando este reto juntas. Agradecemos habernos

encontrado, haber crecido de la mano, haber compartido no solo estudios, sino también temores, lágrimas, risas y muchas madrugadas. Por no rendirnos, por sostenernos mutuamente cuando alguna flaqueó, por creer en nuestras ideas y en nuestras capacidades. Hoy nos abrazamos con orgullo, con el corazón rebosante de gratitud, sabiendo que este logro también es fruto de nuestra resiliencia, compromiso y amor por lo que hacemos.

Este trabajo es el resultado de muchas manos, voces y voluntades que se entrelazaron para hacerlo posible. Como futuras tecnólogas en radiología e imágenes diagnósticas, reafirmamos nuestro compromiso con una disciplina que exige rigor técnico, sensibilidad humana y una profunda vocación de servicio. Con humildad, gratitud y esperanza, damos este paso convencidas de que cada imagen que adquirimos es una oportunidad para cuidar vidas y transformar realidades.

Gracias a todos los que fueron parte de este camino.

Con amor,

Melissa, Valentina, Mónica

Resumen

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagen médica que utiliza rayos X y procesamiento computacional para obtener cortes transversales detallados del cuerpo, permitiendo una visualización precisa de estructuras anatómicas y posibles patologías. Su principio se basa en la rotación de un tubo de rayos X alrededor del paciente, capturando múltiples proyecciones que son reconstruidas digitalmente para generar imágenes en 2D o 3D. En muchos casos, se emplean medios de contraste yodados para mejorar la diferenciación de tejidos y evaluar la vascularización de órganos y lesiones. Sin embargo, su uso puede estar asociado a la nefropatía inducida por medios de contraste (NIC), una complicación que puede comprometer la función renal, especialmente en pacientes con factores de riesgo. Para mitigar este problema, se ha desarrollado el Sistema Dual Flow, una tecnología diseñada para optimizar la administración del contraste mediante su dilución con solución salina, reduciendo así los efectos adversos y favoreciendo la seguridad del paciente.

Este estudio tiene como objetivo analizar el impacto del Sistema Dual Flow en la optimización de la administración del medio de contraste en tomografía computarizada, evaluando su eficacia en términos de seguridad, calidad diagnóstica y eficiencia en el flujo de trabajo. La investigación se llevará a cabo en Cedimed, Medellín, durante el segundo semestre de 2024, con una muestra (n) de 100 pacientes sometidos a tomografía contrastada de abdomen. Se adoptará una metodología mixta, combinando un enfoque cuantitativo para analizar parámetros técnicos y clínicos, y un enfoque cualitativo para evaluar la percepción de profesionales de la salud.

Los resultados esperados incluyen la identificación de beneficios clave del Sistema Dual Flow en la reducción de riesgos relacionados con el uso del medio de contraste, la mejora en la calidad de las imágenes diagnósticas y la optimización del protocolo de administración. Este estudio

buscará generar evidencia científica que contribuya a la toma de decisiones en la práctica radiológica y a la implementación de estrategias que fortalezcan la seguridad del paciente en los estudios tomográficos realizados en centros de diagnóstico radiológico.

Palabras clave: Optimización, dosis, contraste, Dual Flow, Seguridad del paciente.

Abstract

Computed Tomography (CT) is a medical imaging technique that uses X-rays and computer processing to obtain detailed cross-sectional images of the body, allowing for precise visualization of anatomical structures and potential pathologies. The principle behind CT is based on the rotation of an X-ray tube around the patient, capturing multiple projections that are digitally reconstructed to generate 2D or 3D images. In many cases, iodinated contrast agents are used to enhance tissue differentiation and assess the vascularization of organs and lesions. However, their use may be associated with contrast-induced nephropathy (CIN), a complication that can impair renal function, especially in patients with risk factors. To mitigate this issue, the Dual Flow System has been developed—a technology designed to optimize contrast administration by diluting it with saline solution, thereby reducing adverse effects and enhancing patient safety.

This study aims to analyze the impact of the Dual Flow System on optimizing contrast media administration in computed tomography by evaluating its effectiveness in terms of safety, diagnostic quality, and workflow efficiency. The research will be conducted at Cedimed, Medellín, during the second half of 2024, with a sample (n) of 100 patients undergoing contrast-enhanced abdominal CT scans. A mixed-method approach will be adopted, combining a quantitative component to analyze technical and clinical parameters, and a qualitative component to assess the perceptions of the healthcare professionals.

The expected outcomes include identifying the key benefits of the Dual Flow System in reducing risks associated with contrast media use, improving diagnostic image quality, and optimizing the contrast administration protocol. This study seeks to generate scientific evidence that supports

decision-making in radiological practice and the implementation of strategies that strengthen patient safety in CT imaging procedures performed in diagnostic radiology centers.

Keywords: Optimization, Dose, Contrast, Dual Flow, Patient Safety.

Tabla de Contenido

Introducción.....	18
Justificación.....	22
Objetivos.....	29
Objetivo General.....	29
Objetivos Específicos.....	29
Marco Teórico.....	30
Partes del Tomógrafo.....	34
Reacciones Alérgicas.....	45
Reacciones Alérgicas a los Medios de Contraste Yodados: La Importancia de la Predisposición del Paciente.....	45
La Predisposición del Paciente como Factor Clave.....	46
Factores de Riesgo del paciente.....	46
Ausencia de Dependencia de la Dosis.....	47
Medios de Contraste Modernos y Bajo Riesgo.....	47
Manejo Basado en el Paciente.....	47
Manual de inyector con Sistema Dual Flow.....	56
Preparación del Equipo.....	56
Carga de Jeringas.....	56
Verificación del Sistema.....	58

Configuración del Modo Dual Flow	58
Definir Proporciones	58
Ajustar Parámetros Clave.....	62
Establecer PSI (Límite de Presión) Según Catéter del Paciente.....	62
Inicio del Procedimiento	63
Conectar al Paciente al Sistema de Inyección	63
Iniciar Secuencia	63
Monitoreo en Tiempo Real	63
Finalización.....	64
Limpieza	64
Marco Legal.....	65
Consideraciones Éticas	75
Metodología.....	77
Instrumento Tipo Encuesta	78
¿Qué es una Encuesta?.....	78
Tipos de Encuesta	78
Según el Medio de Aplicación	79
Según el Momento de Aplicación	79
Según el Tipo de Preguntas	80
Según el Objetivo de la Información.....	80
Métodos de Encuesta	80

¿Qué es una Encuesta en Salud?	81
¿Cuál es el Objetivo de una Encuesta en Salud?.....	82
Encuesta Nacional de Salud 2006 (ENS-2006), Ciudad de México.....	83
Objetivos de la ENS-2006.....	83
Metodología.....	83
Instrumentos Utilizados.....	84
Resultados Destacados	84
Importancia e Impacto.....	84
Encuesta Nacional de Salud de España 2017 (ENSE 2017).....	85
Objetivos Principales.....	85
Metodología.....	85
Instrumentos Utilizados.....	86
Resultados Destacados	86
Importancia.....	86
Método de Investigación de Sampieri.....	87
Fundamentos del Método.....	87
Componentes Clave del Método	87
Tipos de Enfoque Propuestos.....	88
Aplicabilidad en Investigaciones en Salud.....	88
Importancia y Vigencia	89

	12
Entrevista	91
¿Qué es una Entrevista?	91
Tipos de entrevista	91
Cómo se Hacen las Entrevistas	92
Guiones para Entrevistas	92
Métodos y Consideraciones para la Entrevista.....	93
La Entrevista como Herramienta de Investigación en Salud.....	93
Aportes de la Entrevista en Contextos Sanitarios.....	94
Enfoque Semiestructurado en Salud	94
Consideraciones Éticas y Metodológicas	95
Guion Entrevista Médico Radiólogo	95
Análisis y Gráficas.....	99
Influencia en la Calidad de las Imágenes Tomográficas.....	114
Cambios en la Opacificación Vascular	114
Reducción de Artefactos por Hiperdensidad.....	115
Impacto en los Tiempos De Adquisición.....	115
Análisis Entrevista.....	124
Discusión	127
Conclusiones.....	131
Recomendaciones	134
Referencias Bibliográficas.....	136

Apéndices	141
-----------------	-----

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Factores de riesgo reportados para desarrollar nefropatía inducida por medios de contraste</i>	19
Tabla 2 <i>Generaciones de tomógrafos.....</i>	37
Tabla 3 <i>Número CT en diferentes medios.....</i>	38
Tabla 4 <i>Referencia orientativa de inyección del sistema Dual Flow</i>	61
Tabla 5 <i>Lineamientos normativos de accesibilidad, disponibilidad, calidad en la salud y la radiología</i>	70
Tabla 6 <i>Datos demográficos del instrumento tipo encuesta.....</i>	98
Tabla 7 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 8.....</i>	100
Tabla 8 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 11</i>	102
Tabla 9 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 13</i>	104
Tabla 10 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 14.....</i>	105
Tabla 11 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 17.....</i>	108
Tabla 12 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 19.....</i>	110
Tabla 13 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 20.....</i>	113
Tabla 14 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 26.....</i>	116
Tabla 15 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 31</i>	118
Tabla 16 <i>Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 36.....</i>	121

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Tipos de radiación</i>	30
Figura 2 <i>Partes del tomógrafo</i>	34
Figura 3 <i>Generaciones de tomógrafos</i>	36
Figura 4 <i>Medio de contraste Yodado</i>	45
Figura 5 <i>Reacciones adversas</i>	50
Figura 6 <i>Estudios realizados y reacciones adversas</i>	50
Figura 7 <i>Pantalla de programación</i>	56
Figura 8 <i>Inyector doble cabezal</i>	57
Figura 9 <i>Doble inyección</i>	57
Figura 10 <i>Pantalla de inyector</i>	58
Figura 11 <i>Programación Dual Flow</i>	59
Figura 12 <i>Programación Dual Flow</i>	59
Figura 13 <i>Proporción de dilución</i>	60
Figura 14 <i>Pantalla Inyector</i>	62
Figura 15 <i>Conectar paciente al sistema de inyección</i>	63
Figura 16 <i>Datos demográficos del instrumento tipo encuesta</i>	98
Figura 17 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 8</i>	100
Figura 18 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 11</i>	102
Figura 19 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 13</i>	104
Figura 20 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 14</i>	106
Figura 21 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 17</i>	108
Figura 22 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 20</i>	113

Figura 23 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 26</i>	116
Figura 24 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 31</i>	119
Figura 25 <i>Análisis gráfico, pregunta N° 36</i>	121

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Carta aprobación proyecto de grado a CEDIMED</i>	141
Apéndice B <i>Cuestionario Tipo Encuesta</i>	142
Apéndice C <i>Entrevista a médico radiólogo</i>	150

Introducción

La tomografía computarizada (TC) es una herramienta esencial en el diagnóstico médico, ya que permite obtener imágenes detalladas de órganos, tejidos internos y vasos sanguíneos. Sin embargo, en muchos estudios, es necesaria la administración intravenosa de medios de contraste a base de yodo para resaltar estructuras anatómicas y mejorar la precisión del diagnóstico. A pesar de sus beneficios, el uso de estos puede estar asociado con la nefropatía inducida por medios de contraste (NIC), una complicación caracterizada por el deterioro de la función renal, especialmente en pacientes con factores de riesgo como insuficiencia renal ya conocida, diabetes mellitus o deshidratación. Lo resalta en su artículo (Balparda Arias, J. K., & Gaviria Barrera, M. E. 2008). *“Se han descrito varios factores de riesgo que aumentan la incidencia de la NIACR; los más importantes son la diabetes mellitus y la enfermedad renal crónica (ERC) de base. Parfrey y colaboradores describieron, en su artículo clásico de 1989, cómo en los pacientes que sufren concomitantemente de diabetes mellitus y ERC se cuadruplica el riesgo de desarrollar IRA después de la administración de medios de contraste yodados.*

Tabla 1

Factores de riesgo reportados para desarrollar nefropatía inducida por medios de contraste

Del Paciente
Diabetes mellitus
Cirrosis
Insuficiencia cardíaca congestiva
Choque cardiogénico al ingreso
Edad por encima de 70 años
Hipertensión arterial
Enfermedad renal crónica
Deshidratación
Hipotensión arterial
Del Medio de Contraste
Alta osmolaridad
Alta ionicidad
Alta viscosidad
Alto volumen inyectado

Nota. Adaptado de *Nefropatía inducida por medios de contraste radiológicos yodados*. (p. 166),

Balparda Arias, J.K., & Gaviria Barrera, M. E. (2008)

Asimismo, menciona Balparda Arias, J. K., & Gaviria Barrera, M. E. (2008). “*La nefropatía inducida por medios de contraste radiológico yodados (NIACR) es una causa relativamente común de insuficiencia renal aguda en el medio hospitalario, asociada a un aumento considerable en la morbilidad y la mortalidad secundarias. La comprensión de su fisiopatología multifactorial es aún incipiente, por lo que se carece de agentes profilácticos específicos y efectivos. La única medida preventiva aceptada mundialmente es la hidratación con solución salina, pero se están estudiando para ese propósito otros compuestos.*”

Este riesgo ha generado preocupación en el ámbito clínico, ya que la NIC puede ocasionar, en casos graves, daño renal irreversible. Ante este desafío, se han desarrollado estrategias y tecnologías que buscan reducir la nefrotoxicidad asociada al uso de medios de

contraste favoreciendo la seguridad del paciente. Entre estos, destaca el Sistema Dual Flow, una innovación tecnológica diseñada para disminuir los efectos adversos y optimizar la administración del medio de contraste mediante su dilución controlada con solución salina y la sincronización precisa con el estudio tomográfico.

La implementación del Sistema Dual Flow en entornos clínicos aún no ha sido ampliamente valorada, especialmente en términos de su capacidad para disminuir el riesgo de NIC y garantizar la seguridad del paciente. Además, se desconoce cómo impacta este sistema en otros aspectos claves, como la calidad diagnóstica de las imágenes y la eficiencia en la administración del contraste.

Esta problemática crea la necesidad de realizar investigaciones enfocadas en analizar el desempeño del Sistema Dual Flow en el contexto clínico, con el propósito de determinar su efectividad para reducir la nefrotoxicidad y optimizar los procedimientos tomográficos, entendiendo esta optimización como la mejora en la administración del medio de contraste, la reducción de efectos adversos y el aumento de la seguridad del paciente. Este proyecto busca llenar ese vacío, evaluando tanto los beneficios clínicos como las limitaciones de este sistema, contribuyendo con evidencia que respalden su implementación en instituciones de salud.

En la actualidad, el Sistema Dual Flow permite optimizar la administración de medios de contraste mediante inyección dual, un sistema que combina de manera automatizada la inyección de solución salina y medio de contraste yodado en proporciones controladas. A pesar de los beneficios que ofrece este método en tomografía computarizada, su uso aún no ha sido ampliamente evaluado en términos de eficacia y seguridad, lo que resalta la necesidad de investigaciones que respalden su implementación en la práctica clínica.

Actualmente, la literatura científica carece de investigaciones detalladas que evalúen de manera sistemática su impacto en la optimización de los procedimientos de diagnóstico, especialmente en relación con la seguridad del paciente. Este vacío de información dificulta la identificación de mejores prácticas para su uso y limita la capacidad de los profesionales de la salud para la toma de decisiones fundamentadas en evidencia clínica.

Este problema adquiere relevancia, ya que la seguridad del paciente es un pilar fundamental en las entidades que prestan atención en servicios de salud. Identificar las fortalezas y posibles limitaciones de esta tecnología permitirá establecer estrategias que maximicen sus beneficios y minimicen los riesgos asociados en la atención del paciente, mejorando la calidad de los servicios radiológicos.

La falta de información en los análisis relacionados con el uso de esta tecnología plantea un interrogante: ¿Cómo contribuyó el Sistema Dual Flow a la optimización de la administración del medio de contraste en estudios tomográficos, garantizando la seguridad del paciente en Cedimed en el último semestre del 2024?

Justificación

La tomografía computarizada (TC) fue desarrollada en 1972 por Godfrey Hounsfield y Allan Cormack, quienes recibieron el Premio Nobel de Medicina en 1979 por este avance. La TC revolucionó el diagnóstico médico al permitir imágenes detalladas de cortes transversales del cuerpo, inicialmente enfocadas en el cerebro. Con la evolución tecnológica, los sistemas pasaron de ser monocorte a multicorte, aumentando la velocidad, la resolución y las aplicaciones clínicas. En la actualidad, la tomografía computarizada es una herramienta fundamental en el diagnóstico por imágenes, utilizada en múltiples especialidades médicas para evaluar con precisión diversas patologías, gracias a su alta resolución y rapidez en la adquisición de datos.

Por otro lado, Los primeros experimentos con medios de contraste se atribuyen a varios científicos a finales del siglo XIX. En 1896, el médico alemán Walter Bradford Cannon comenzó a utilizar sulfato de bario para visualizar el tracto gastrointestinal en animales. Paralelamente, el químico alemán Moses Swick y otros investigadores exploraron el uso de compuestos yodados en la década de 1920, lo que llevó al desarrollo de los primeros medios de contraste yodados intravenosos para mejorar la visualización en radiografías y, posteriormente, en tomografía computarizada., del Pozo, S. E. R., Moncada, M. S. L., Tamayo, S. P. M., & Feijoo, A. P. R. (2023). Refiere *"El yodo es un medio de contraste positivo, hidrosoluble, es una sustancia que aumenta el coeficiente de absorción de los rayos X de diversos órganos y estructuras"*. Con la aparición de la TC, el uso de medios de contraste intravenosos se volvió esencial para resaltar órganos, estructuras vasculares y tejidos, incrementando la precisión diagnóstica en estudios abdominales, torácicos y cerebrales y lo corrobora (Alonso, J. C., Fontenla-Martínez, C., Aramendía, L. C., García, J. B., & Arenas-Jiménez, J. J. 2024) *"El realce es el aumento de la atenuación (en Unidades Hounsfield) de una estructura entre un estudio sin y otro con contraste"*

intravenoso. Este aumento está directamente relacionado con la concentración plasmática y tisular del contraste yodado.”

La integración de ambas tecnologías marcó un antes y un después en la medicina. A medida que la TC evolucionaba hacia sistemas más avanzados, los medios de contraste también se perfeccionaron para ser más seguros y efectivos. En la década de 1980, con la llegada de los escáneres TC multicorte, se hizo evidente la necesidad de un control más preciso en la administración del contraste para aprovechar al máximo estas tecnologías avanzadas, por lo que surge la necesidad de implementar el uso de los inyectores, tal y como lo menciona (Chuy Arévalo, C. I. 2023). En su trabajo de grado ‘Tecnología para dosificado de medicamento en Hospital Nacional de Chimaltenango’ *“Con respecto al medio de contraste y el método de inyección en el Hospital Nacional de Chimaltenango, la autora dice que " "se hace en forma manual, al realizarlo de esta manera, no se supera los tiempos de flujo sanguíneo perdiendo en la mayoría de los pacientes, la visibilidad de los órganos, es indispensable el uso de un equipo de inyector que realiza este trabajo en tiempo récord aprovechando al máximo el medicamento, la visibilidad de los órganos a estudio y el buen diagnóstico de las enfermedades".* Los inyectores se crearon precisamente para superar las limitaciones de la administración manual, alineándose con los avances en tomografía computarizada y las necesidades crecientes de calidad, precisión y seguridad en los estudios de diagnóstico. Estos sistemas no solo mejoran la experiencia del paciente, sino que también permiten a los profesionales de la salud obtener imágenes diagnósticas más confiables en menos tiempo.

Como se menciona anteriormente, antes de existir los inyectores automáticos, el contraste se administraba manualmente, lo que tenía varias limitaciones:

Control impreciso de la dosis: La cantidad de contraste dependía de la experiencia del personal, lo que podía generar errores en la cantidad administrada.

Velocidad y sincronización limitadas: La inyección manual no podía garantizar un flujo constante ni sincronizarse de manera precisa con la adquisición de imágenes, lo que resultaba en estudios subóptimos.

Mayor riesgo para el paciente: Una administración manual podría provocar complicaciones como extravasación (escape del contraste fuera de la vena) y reacciones adversas debido a la falta de control en la velocidad de inyección.

Con los avances en TC, especialmente en estudios dinámicos como las angiotomografías (donde es crucial observar el flujo de sangre en tiempo real, con el fin de realzar los vasos sanguíneos de los pacientes), surgió la necesidad de sistemas más confiables y precisos para administrar el medio de contraste. Así nacieron los inyectores automáticos, diseñados para garantizar una administración controlada y reproducible, estos favorecen a la:

Precisión en la administración del contraste: Los inyectores permiten ajustar el volumen, la velocidad y la presión del medio de contraste de acuerdo con las necesidades específicas del paciente y del estudio.

Sincronización perfecta con el escáner: En estudios contrastados por TC, los inyectores sincronizan la inyección del contraste con la adquisición de las imágenes, asegurando que el contraste esté en el lugar adecuado al momento de la captura.

Mejora en la calidad diagnóstica: El flujo constante y controlado garantiza una distribución uniforme del contraste dentro del vaso sanguíneo, lo que mejora la visualización de estructuras anatómicas y patologías.

Seguridad del paciente: Los inyectores automáticos están diseñados para minimizar riesgos como extravasación y sobredosis, ajustándose a parámetros previamente configurados.

Eficiencia en el flujo de trabajo: Reducir la variabilidad, es decir, dejar consignado en el inyector los protocolos de administración de medio de contraste según la estructura a evaluar para optimizar el tiempo de adquisición.

Sin embargo, la combinación de la técnica y la administración de medios de contraste también trajo desafíos neurálgicos, como el riesgo de nefropatía inducida por medio de contraste (NIC), lo que llevó al desarrollo de innovaciones como el Sistema Dual Flow, diseñado con el fin de optimizar la administración de contraste y minimizar riesgos, garantizando imágenes de alta calidad. mientras se protege la integridad del paciente. Esta unión de avances tecnológicos continúa impulsando la práctica radiológica hacia procedimientos más seguros, efectivos y personalizados.

La administración de medios de contraste en tomografía computarizada requiere una dosis óptima que equilibre la calidad de las imágenes diagnósticas con la seguridad del paciente, dicho equilibrio es particularmente importante en pacientes con factores de riesgo de nefropatía inducida por contraste (NIC). Esto es crucial en pacientes con mayor riesgo de daño renal, como aquellos con niveles altos de creatinina sérica o una tasa de filtración glomerular (TFG) baja, que son indicadores clave del funcionamiento de los riñones.

La creatinina sérica es una sustancia que refleja cómo están trabajando los riñones, pero su medición sola no siempre es suficiente, por eso, se calcula la TFG, que estima con mayor precisión la capacidad de los riñones para filtrar sustancias. Si la TFG está por debajo de 60 mL/min/1.73 m², el paciente tiene un mayor riesgo de sufrir complicaciones renales por el uso del medio de contraste, al evaluar previamente la función renal (con la creatinina y la TFG) y

usar sistemas avanzados para inyectar el contraste, se puede personalizar el procedimiento para proteger a los pacientes, reducir riesgos y lograr un diagnóstico preciso.

Para evitar complicaciones, es importante administrar la cantidad mínima de contraste necesaria para obtener imágenes de buena calidad. En estudios tomográficos, esto implica una adecuada relación señal-ruido, alta resolución espacial y un contraste óptimo entre los tejidos, lo que facilita la identificación de estructuras anatómicas y posibles patologías. Esta dosis debe ajustarse según factores como el peso y talla del paciente, sus patologías de base, su TFG y el tipo de estudio a realizar. Además, el uso de sistemas como el Dual Flow, que combina el contraste con solución salina, permite optimizar la cantidad total administrada de manera segura, sin afectar la calidad de las imágenes obtenidas.

La administración de medios de contraste en estudios tomográficos es un proceso importante que debe garantizar tanto la calidad diagnóstica como la seguridad del paciente. En este contexto, el Sistema Dual Flow se ha consolidado como una herramienta innovadora, diseñada para optimizar la administración simultánea de medio de contraste y solución salina. Sin embargo, en el ámbito local, no se cuenta con estudios específicos que evalúen de manera sistemática su contribución a la optimización de estos procedimientos, especialmente en términos de seguridad y eficacia clínica.

Este proyecto de investigación se desarrollará en la institución de Cedimed, Medellín, durante el último semestre de 2024, y tiene como objetivo analizar cómo el Sistema Dual Flow impacta en la administración del medio de contraste en los estudios tomográficos abdominales. Para ello, se realizará un análisis detallado de 100 pacientes a los que se les realizó tomografía de abdomen contrastada, durante el periodo contemplado en el presente estudio, considerando variables como: género, peso, talla, edad, diagnóstico, volumen total programado en el inyector

(medio de contraste diluido con solución salina), cantidad de contraste administrado y reporte de resultados, con el fin de identificar patrones que permitirán determinar la efectividad del sistema en diferentes contextos clínicos.

El abordaje de esta problemática se estructurará a partir de los siguientes pasos:

Evaluación de la administración del medio de contraste: Se analizará el volumen total administrado (100% de la dilución), la cantidad de contraste administrado (80% de la dilución), cantidad de solución salina (20% de la dilución) y la uniformidad en la distribución del contraste para evaluar su optimización técnica.

Monitoreo de la seguridad del paciente: Se revisará la incidencia de eventos adversos relacionados con la administración del contraste, como reacciones alérgicas, extravasaciones y otros efectos secundarios.

Calidad de los estudios diagnósticos: Se evaluará la claridad y precisión de las imágenes obtenidas, asegurando que cumplan con los estándares requeridos para un diagnóstico certero y confiable.

La realización de este estudio aportará evidencia científica y aplicada sobre el desempeño del Sistema Dual Flow en un entorno clínico real, permitiendo:

Identificar ventajas clave relacionadas con la seguridad del paciente, como la reducción de riesgos en la administración del contraste.

Proponer la implementación de un protocolo, adaptado al estudio a realizar y a las condiciones clínicas de los pacientes atendidos en Cedimed.

Contribuir a la práctica radiológica basada en la evidencia, brindando información útil para la toma de decisiones tanto a nivel institucional como para los profesionales de la salud.

En síntesis, este proyecto no solo busca responder a la pregunta planteada, sino también generar conocimientos aplicables que optimizan los procedimientos tomográficos y fortalecen el compromiso con la seguridad del paciente, un pilar fundamental en la atención en salud.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el impacto del Sistema Dual Flow en la optimización de la administración de medios de contraste en estudios tomográficos realizados en Cedimed, Medellín, durante el último semestre de 2024, con un énfasis en la seguridad del paciente y la eficiencia del procedimiento.

Objetivos Específicos

Evaluar la optimización en la administración del medio de contraste a través del uso del Sistema Dual Flow, analizando su impacto en la reducción del volumen de contraste sin comprometer la calidad de las imágenes obtenidas.

Analizar la incidencia de reacciones adversas y riesgos asociados a la administración del medio de contraste, comparando los resultados entre protocolos convencionales y la inyección dual con solución salina.

Determinar el impacto del Sistema Dual Flow en la calidad diagnóstica de las imágenes tomográficas, evaluando parámetros como la resolución, la uniformidad de la opacificación vascular y la reducción de artefactos.

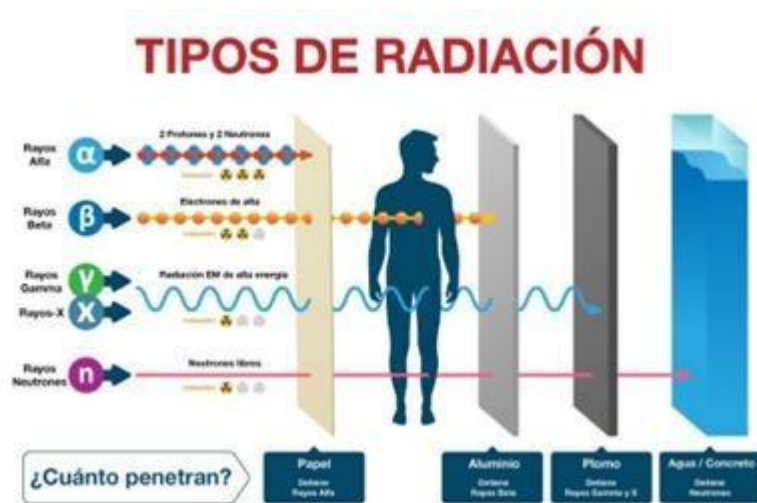
Examinar la eficiencia del flujo de trabajo y los tiempos de adquisición en estudios tomográficos realizados con el Sistema Dual Flow, identificando su impacto en la productividad y optimización de recursos dentro de la institución.

Marco Teórico

La radiación ionizante es un tipo de energía capaz de eliminar electrones de los átomos con los que entra en contacto, generando iones. Este fenómeno puede alterar estructuras biológicas y ocurre cuando la energía de la radiación es lo suficientemente alta para romper enlaces moleculares. Existen fuentes naturales, como los rayos cósmicos y los materiales radiactivos presentes en la corteza terrestre, así como fuentes artificiales utilizadas en la medicina e industria. "Todos los seres humanos están expuestos a radiación proveniente de fuente natural o artificial" (Badel, A. E., Rico-Mesa, J. S., Gaviria, M. C., Arango-Isaza, D., & Chica, C. A. H., 2018, p. 224).

Figura 1

Tipos de radiación



Nota. Adaptado de *Acerca de la radiación*, Novusmed, (s.f) (<https://www.novusmed.cl/acerca-de-la-radiacion/>).

En el campo de la imagenología, los rayos X son una de las formas más empleadas de radiación ionizante para obtener imágenes médicas. Gracias a su uso, es posible detectar enfermedades y planificar tratamientos con mayor precisión. Sin embargo, debido a los riesgos

asociados con la exposición a la radiación, es esencial aplicar medidas de protección adecuadas ya que la radiación ionizante puede causar daños en el ADN, estos se pueden generar de dos maneras: de forma directa o indirecta. En el daño directo, la radiación impacta directamente el ADN, provocando rupturas en su estructura. En el daño indirecto, la radiación ioniza las moléculas de agua dentro de la célula, generando radicales libres que pueden alterar el material genético, "El principal blanco de las lesiones producidas por radiaciones ionizantes, no ionizantes y agentes químicos es la macromolécula del ADN" [...] "Los daños causados por las radiaciones ionizantes a moléculas de ADN dependen de factores, como tipo de radiación, condiciones de irradiación, características del ADN y capacidad de reparación" (Puerta-Ortiz, J. A., & Morales-Aramburo, J., 2020, p.64). Dependiendo de la dosis de radiación y de la capacidad de la célula para reparar el daño, los efectos pueden ser leves y reversibles o graves y permanentes. A dosis bajas, las células pueden reparar el daño sin consecuencias evidentes, pero a dosis altas, pueden producirse mutaciones que aumenten el riesgo de desarrollar cáncer o incluso causar la muerte celular. En casos extremos, como en accidentes nucleares, la exposición masiva puede desencadenar enfermedades agudas y efectos letales.

Los rayos X fueron descubiertos en 1895 por Wilhelm Conrad Röntgen, quien observó que una forma de radiación desconocida podía atravesar ciertos materiales y crear imágenes de estructuras internas. Este hallazgo dio origen a la radiología, transformando la medicina con técnicas de diagnóstico por imagen.

El haz de rayos X se genera dentro de un tubo especial, donde los electrones son acelerados y chocan con un blanco metálico, generalmente de tungsteno. En este proceso, la energía de los electrones se convierte en radiación electromagnética, dando lugar a los rayos X. La calidad y cantidad de esta radiación dependen de la tensión y corrientes aplicadas al tubo (Kv,

mAs, mA), así como de otros factores como la filtración y colimación del haz, "Un haz de rayos X está formado por fotones, cada uno de los cuales contiene miles de veces la energía de un fotón de luz visible, aunque menor energía que los rayos gamma. Los rayos X se encuentran dentro del espectro electromagnético definido como la radiación que va desde las ondas de radio (menor cantidad de energía y mayor longitud de onda) hasta los rayos gamma (mayor energía y menor longitud de onda)" (Badel, A. E., Rico-Mesa, J. S., Gaviria, M. C., Arango-Isaza, D., & Chica, C. A. H., 2018, p. 223).

Para el uso adecuado de la radiación ionizante en el ámbito de la medicina los organismos internacionales, como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), han establecido límites de dosis para proteger a las personas, teniendo en cuenta lo anterior se crea el principio ALARA (del inglés as low as reasonably achievable) que traduce "tan bajo como sea razonablemente posible", el cual establece que la exposición a la radiación debe mantenerse lo más baja posible, sin comprometer la calidad del diagnóstico. Este principio parte de la idea de que cualquier nivel de radiación, por pequeño que sea, implica un riesgo, por lo que se deben tomar medidas para reducirla al mínimo. "Todo procedimiento médico que implique el uso de radiación debe estar debidamente justificado. Una vez definida la necesidad de exposición, se debe optimizar al máximo las medidas de radioprotección de acuerdo con el principio ALARA" (Badel, A. E., Rico-Mesa, J. S., Gaviria, M. C., Arango-Isaza, D., & Chica, C. A. H., 2018, p. 224).

Asimismo, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) ha establecido límites de dosis para los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiación, el límite anual es de 20 mSv en promedio durante cinco años, sin superar los 50 mSv en un solo año. Para la población en general, el límite es de 1 mSv por año, aunque puede haber excepciones en casos de

exposiciones médicas justificadas, el cumplimiento de estos límites y la aplicación del principio ALARA son esenciales en la práctica radiológica para garantizar que los procedimientos diagnósticos y terapéuticos sean seguros y eficaces. “No está determinado el límite de dosis anual permitida a pacientes; sin embargo, la dosis establecida para personal ocupacionalmente expuesto (POE) es de 50 mSv, y la del público en general, de 5 mSv anuales de acuerdo con la NOM 229 de Salud Ambiental, mientras que la Comisión Internacional de Protección Radiológica –conocida por sus siglas en inglés como la ICRP– sugiere 20 mSv por año.” (García EA, González VC, 2015., p. 233)

La tomografía computarizada (TC) fue desarrollada por el ingeniero británico Godfrey Hounsfield en la década de 1970. Su creación revolucionó el diagnóstico médico, ya que permitió obtener imágenes detalladas del interior del cuerpo humano sin necesidad de procedimientos invasivos. A diferencia de los rayos X convencionales, la TC genera imágenes en secciones, lo que facilita la detección de enfermedades y lesiones. “La TC supuso un paso gigante en la historia de la imagen médica desde el descubrimiento de los rayos X por parte de Wilhelm Conrad Rontgen en 1895. Esta técnica ofrece una imagen distinta a la radiología convencional, y la diferencia fundamental es que la imagen de TC da una visión sectorial, es decir, obtiene imágenes transversas de la anatomía del paciente y del objeto estudiado.” (Subias, J. C., & Jerez, J. A. S. 2021, p.3).

Desde su descubrimiento, la tomografía ha evolucionado significativamente, mejorando la calidad de las imágenes y reduciendo los tiempos de exploración. Hoy en día, se ha convertido en una herramienta indispensable en la medicina, ya que aporta información importante a las diferentes especialidades médicas.

Partes del Tomógrafo

Un tomógrafo es un equipo especializado compuesto por varias partes esenciales:

Gantry: Es la estructura en forma de dona donde se encuentra el tubo de rayos X y los detectores, estos giran internamente del equipo alrededor del paciente para obtener las imágenes desde distintos ángulos.

Mesa de exploración: Es la camilla donde se acuesta el paciente, se mueve hacia adentro y hacia afuera del gantry para permitir la exploración de diferentes estructuras del cuerpo.

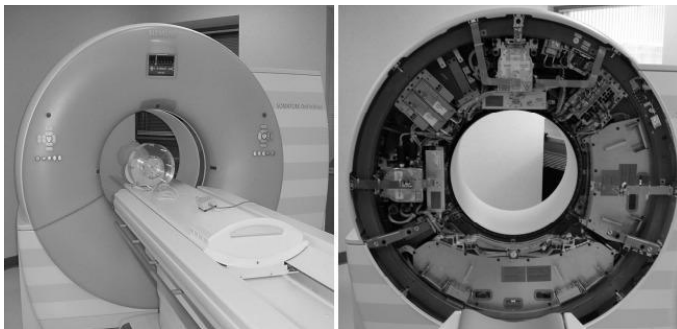
Tubo de rayos X: Emite el haz de radiación que atraviesa el cuerpo del paciente y permite obtener las imágenes.

Detectores: Capturan la radiación que atraviesa el cuerpo y la transforman en señales electrónicas para generar la imagen.

Computadora y software: Procesan las señales captadas por los detectores y reconstruyen las imágenes en cortes axiales que a su vez se pueden reconstruir en sagitales, coronales y tridimensionales.

Figura 2

Partes del tomógrafo



Nota. Adaptado de *Tomografía computarizada por rayos X: fundamentos y actualidad* (p.25), 2008, (<http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v2n4/v2n4a08.pdf>)

“En su interior del gantry, se encuentra un tubo de rayos x, los detectores, el generador de alta tensión y los soportes mecánicos. Estos sistemas se controlan mediante ordenes electrónicas transmitidas desde la consola del operador que a su vez llegan al ordenador con vistas a la producción y al análisis de las imágenes” (Subias, J. C., & Jerez, J. A. S. 2021, p.7).

Generaciones de los Tomógrafos

A lo largo de los años, los tomógrafos han evolucionado en varias generaciones:

Primera generación (1970): Utilizaba un solo tubo de rayos X y un detector. La exploración tomaba varios minutos por cada imagen.

Segunda generación (1974): Introdujo múltiples detectores, lo que permitió reducir el tiempo de exploración.

Tercera generación (1975): Implementó un tubo de rayos X y una serie de detectores que giraban simultáneamente, mejorando la velocidad y la calidad de imagen.

Cuarta generación (1980): Incorporó detectores fijos en un anillo completo alrededor del paciente, eliminando algunos artefactos en las imágenes.

Generaciones más recientes: Se han desarrollado sistemas de TC helicoidal y multicorte, que permiten obtener imágenes más detalladas en menos tiempo y con menor dosis de radiación.

Figura 3

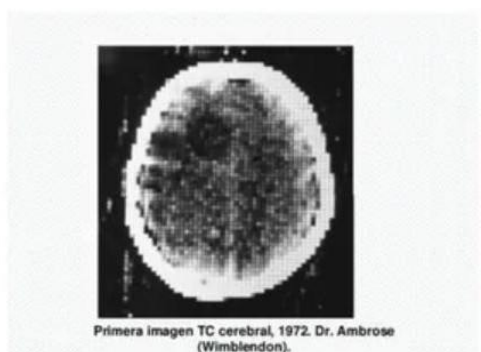
Generaciones de tomógrafos



1967. G.N. Hounsfield desarrolla el principio de la tomografía axial computarizada.



1972. EMI presenta la versión comercial del TAC



Primera imagen TC cerebral, 1972. Dr. Ambrose (Wimblendon).



Consolas de control moderna

Nota. Adaptado de *La evolución de los tomógrafos: historia, funcionamiento y avances*, Radiología LATAM, s.f, (<https://radiologialatam.com/la-evolucion-de-los-tomografos-historia-funcionamiento-y-avances/>).

"Es importante destacar que todos los sistemas han evolucionado, pero el que marca la diferencia es el sistema de tubo de rayos x y detectores pues su continuo perfeccionamiento ha disminuido el tiempo de barrido y mejorado la calidad de la imagen" (Lechón, A., & Leines, K. 2019., p 7).

Tabla 2*Generaciones de tomógrafos*

Generaciones de Tomógrafos	Tubo de Rayos X	Haz de Rayos X	Detectores	Movimiento	Tiempo de Duración
Primera Generación	Un solo y gira 180°	En forma de lápiz	Un solo detector	Traslación/rotación	Entre 4,5 y 5,5 minutos por corte
Segunda Generación	Uno solo que genera múltiples haces y gira 180°	En forma de abanico	Alrededor de 30 detectores	Traslación/rotación	Entre 10 y 60 segundos
Tercera Generación	Uno solo que gira 360°	En forma de abanico	Aparece un conjunto de detectores que forman un arco móvil y entre cada detector se adiciona una rejilla de tungsteno	Rotación/rotación	Entre 3 a 10 segundos
Cuarta Generación	Uno solo que gira en torno al paciente 360°	En forma de abanico	Un anillo de detectores fijos	Traslación/estacionario	Inferior a 0,5 segundos
Quinta Generación	Presenta múltiples fuentes fijas de rayos X gira 360°		Numerosos detectores fijos	Estacionario/estacionario	Son muy rápidos y con tiempo de corte cortísimo

Nota. Autoría propia. 2025

La tomografía computarizada emite radiación ionizante en dosis variables, dependiendo del tipo de estudio y de los parámetros utilizados. Aunque la dosis es mayor que en una radiografía convencional, sigue siendo controlada y ajustada para minimizar la dosis adquirida. “La TC utiliza dosis de radiación mucho más altas en comparación con los estudios convencionales de diagnóstico. Por ejemplo, una tomografía computada del tórax típicamente ofrece más de 100 veces la dosis de radiación que una proyección posteroanterior y lateral de tórax” (García EA, González VC, 2015., p. 233). Se han implementado protocolos para optimizar la calidad de la imagen sin aumentar la exposición a la radiación y que garanticen la correcta visualización de cada órgano, tejido y estructura vascular según la escala de Hounsfield. "Las unidades Hounsfield (UH) se emplean en los estudios de tomografía computarizada (TC) para

medir de forma cuantitativa la atenuación de las estructuras y órganos en el sujeto de estudio." (Arminaña, 2023, p102).

Las unidades Hounsfield (UH) son una escala utilizada en tomografía computarizada para medir la densidad de los tejidos en relación con el agua. El agua tiene un valor de 0 UH, mientras que el aire es -1000 UH y el hueso denso puede superar los +1000 UH. Esta escala permite diferenciar tejidos y estructuras en la imagen tomográfica, así mismo se puede evaluar el cambio en la densidad de estos, lo que permite dar con un diagnóstico. "Estas UH han sido de gran utilidad para caracterizar diversas patologías como las litiasis renales, facilitando la elección del tratamiento óptimo, detectar la esteatosis hepática, establecer el diagnóstico de adenoma suprarrenal, y evaluar el riesgo coronario en función de la cantidad de grasa epicárdica y pericoronaria" (Arminaña, 2023, p.106).

Tabla 3

Número CT en diferentes medios

Número CT en Diferentes Medios	
Medio	Número CT (UH)
Hueso	[+400, +1000]
Tejidos Blandos	[+10, +60]
Hígado	[+40, +60]
Materia blanca	43
Materia gris	40
Músculo	[+10, +40]
Riñones	30
Agua	0
Tejido adiposo	[-50, -100]
Pulmones	[-600, -400]
Aire	-1000

Nota. Autoría propia. 2025

" En esta escala la máxima atenuación es representada con blanco y la mínima

atenuación con negro. La Tabla 3 muestra los valores Hounsfield en diferentes medios" (Bravo, A. J., Roa, F., Vera, M., Contreras-Velásquez, J., Huérfano, Y., & Chacón, J. 2017. p.52).

" La obtención de estudios de calidad es indispensable para establecer un diagnóstico preciso, diferenciar y no omitir patologías, describir certeramente un hallazgo y realizar su seguimiento. Por ello, es imprescindible que la imagen sea de excelencia, sin errores que perjudiquen el análisis, almacenamiento y posterior reevaluación". (Sartori, P., Rozowykniat, M., Siviero, L., Barba, G., Peña, A., Mayol, N., Acosta, D., Castro, J., & Ortiz, A., 2015). La calidad de la imagen en tomografía computarizada depende de varios factores, como la resolución espacial, el contraste y la relación señal-ruido, mantener una alta calidad de imagen no solo depende del equipo, sino también del mantenimiento riguroso y los controles de calidad que se le realicen a este. La seguridad del paciente es primordial y los programas de control de calidad garantizan que los equipos funcionen correctamente y sin riesgos. "Los controles de calidad en imagenología son una herramienta que nos permite garantizar el adecuado desempeño del equipo". (Castro Figueroa, WJ, Chaux Mazabel, YP, Figueroa Montoya, HC, Ruiz Villa, DY y Ospina Muñoz, C. 2022., p.13).

La optimización de la dosis es clave en la tomografía computarizada. Se han implementado estrategias como el ajuste automático de la corriente del tubo de rayos X y el uso de algoritmos avanzados para reducir la exposición sin comprometer la calidad de imagen. "La optimización de la dosis de radiación es uno de los 3 pilares fundamentales de la protección radiológica. Se basa en el principio ALARA" Espín, R. S. S., Llopis Pardo, M., Ávila Venegas, A. M., Alarcón Cano, R., Juaneda Seguí, I., & García González, F. J. (2020).

Optimizar parámetros permite obtener imágenes más claras y detalladas, lo que facilita diagnósticos más precisos y reduce la necesidad de estudios adicionales. Al hablar de calidad de

la imagen es necesario hablar de los posibles artefactos que podríamos encontrar en ella, estos son distorsiones o errores en las imágenes de TC, pueden ser generados por movimientos del paciente, por la presencia de materiales metálicos o fallos en la calibración del equipo, pueden afectar la interpretación diagnóstica y deben ser corregidos mediante ajustes en los parámetros del estudio. “Un artefacto o artificio se define como una distorsión, adición o error en una imagen que no tiene correlato en el sujeto o región anatómica estudiada” [...] “Y refiere a un efecto artificial que altera la calidad y fidelidad de una imagen, pudiendo encubrir una patología o crear hallazgos falsos.” (Sartori, P., Rozowykniat, M., Siviero, L., Barba, G., Peña, A., Mayol, N., Acosta, D., Castro, J., & Ortiz, A., 2015). La formación de imágenes en TC implica una interacción entre los rayos X, los detectores y los algoritmos computacionales, por tal motivo es de gran importancia programar controles de calidad a los equipos periódicamente para asegurar que todos sus componentes trabajen de una forma sincronizada, garantizando la calidad de la imagen y la seguridad del paciente, la mejora en los detectores y algoritmos de reconstrucción ha permitido obtener imágenes más nítidas con menor ruido, lo que optimiza la precisión diagnóstica. "El ruido depende fundamentalmente de la cantidad de fotones que hay en los vóxeles, por lo que, si aumentamos los mAs de manera que más fotones alcancen los detectores, disminuirémos el ruido, pero a costa de aumentar la dosis de radiación al paciente." (Espín, R. S. S., Llopis Pardo, M., Ávila Venegas, A. M., Alarcón Cano, R., Juaneda Seguí, I., & García González, F. J. 2020., p. 10).

Los avances tecnológicos han permitido la optimización de la dosis de radiación en TC sin comprometer la calidad de la imagen. Algoritmos de reconstrucción iterativa, sistemas de modulación de dosis y equipos de última generación contribuyen a reducir la exposición del paciente a niveles más seguros, cada avance en reconstrucción de imagen ha permitido obtener

estudios más detallados con menor radiación. Los equipos actuales no solo ofrecen imágenes más nítidas, sino que también reducen la dosis de radiación. Gracias a innovaciones como la TC de energía dual y la IA, los estudios son más rápidos y precisos. “La tomografía computarizada con tecnología de energía dual [...] permite la atenuación diferencial de tejidos y materiales, ayudando a identificar la composición de estructuras, [...] es capaz de reducir sustancialmente los artefactos causados por prótesis metálicas” (Moncayo Tamayo, SP, Rosero Feijoo, AP, Ronquillo del Pozo, SE, & Limones Moncada, MS (2023).

"Un aporte invaluable en el progreso tecnológico y la mejora de esta tomografía la aporta el uso de la inteligencia artificial (IA), que permite interpretar las imágenes con una mayor precisión, por medio de algoritmos de aprendizaje profundo que pueden identificar patrones en las imágenes médicas, y sistemas que permiten la detección de patologías específicas con una alta precisión." (Loaiza, A. Y. G., Reina, J. S. E., Reyes, A. C. C., & Carvajal, M. B. V. 2023). La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la tomografía computarizada, desde la detección temprana de enfermedades hasta la optimización de parámetros de imagen, transformando la práctica médica. "Este campo avanza rápidamente gracias a las mejoras tecnológicas en sistemas de software, equipos más rápidos con mayor capacidad de almacenamiento de la información, disponible en todo momento por servicios de computación en la nube, [...] los sistemas informáticos realizan (aprendizaje automatizado) AA mediante la utilización de algoritmos para optimizar la realización de alguna tarea particular. Existe un creciente interés por modelos de “deep learning” o aprendizaje profundo (AP). Esta subcategoría del AA utiliza algoritmos que basan su poder predictivo en redes neuronales (RN) (emulando al cerebro humano), detectando patrones de mayor complejidad. La información se analiza por medio de múltiples capas de procesamiento, que funcionan como un sistema de filtros, que permiten

analizar gran cantidad de datos y facilitan el reconocimiento de texto, imágenes, audio o video, siendo de gran utilidad en múltiples áreas" (Garzona Navas, Andrés. (2022). Inteligencia Artificial en Cardiología. Revista Costarricense de Cardiología, 24 (2), 3-5.)

Al hablar de optimización de dosis es necesario e indispensable tener en cuenta el índice de dosis en tomografía computarizada (CTDI), ya que es una medida clave para la protección radiológica. Su monitoreo permite evaluar la cantidad de radiación administrada en cada estudio al paciente, asegurando que se mantenga dentro de los límites recomendados y contribuyendo a la optimización de la práctica radiológica. "El conocimiento del CTDI permite identificar rangos de dosis que sobrepasan los valores de referencia, estimar el riesgo biológico asociado a una exploración y optimizar los protocolos empleados." (Gómez Grance & Rodríguez Zárate, 2018. p. 24)

El cumplimiento de protocolos estandarizados garantiza la seguridad en los estudios tomográficos. La protección radiológica implica el uso de elementos de bioseguridad, blindajes, limitación del campo de exploración y la capacitación constante del personal, asegurando que los estudios sean realizados con la mínima dosis necesaria, protegiendo tanto a los pacientes como al POE. "Los ambientes hospitalarios deben ser lugares seguros y regidos a la normatividad de bioseguridad institucional, por ser áreas específicas donde confluyen todos los agentes contaminantes." (p. 77) [...] "La bioseguridad, vista desde su misma composición, debe garantizar la seguridad y protección de la población a la cual está dirigida." (p. 76). (Sánchez Vargas, K. J., Soto Ramos, Y., Lugo Mendoza, A. F., León González, H. M., & Cardona Hernández, Y. (2017).

Los tres principios fundamentales de la protección radiológica son: la justificación del procedimiento, la optimización y la aplicación de dosis tan bajas como sea razonablemente

posible. La seguridad del paciente en estudios de tomografía computarizada depende de la aplicación de estos principios, además de la implementación de medidas como el control del tiempo, la distancia y el blindaje. Reducir el tiempo de exposición minimiza la dosis absorbida, mientras que aumentar la distancia entre el paciente y la fuente de radiación disminuye la intensidad de la exposición. Adicionalmente, el uso de barreras de blindaje adecuadas, como paredes con materiales absorbentes y delantales plomados, protege tanto a los pacientes como al POE de la radiación dispersa. “La protección radiológica es un aspecto central de la seguridad de los pacientes en radiología diagnóstica e intervencionista. Los tres principios fundamentales de la protección radiológica son: a) la justificación del procedimiento; b) la optimización, y c) la aplicación de dosis tan bajas como sea razonablemente posible” (Vítolo, F., & de Seguros, N. C. (2020). Seguridad del paciente en diagnóstico por imágenes.)

Otro aspecto importante para mejorar la calidad de la imagen en tomografía computarizada es el uso de medios de contraste yodado, "El yodo es un medio de contraste positivo, hidrosoluble, es una sustancia que aumenta el coeficiente de absorción de los rayos X de diversos órganos y estructuras" (del Pozo, S. E. R., Moncada, M. S. L., Tamayo, S. P. M., & Feijoo, A. P. R., 2023, p.492). Estos desempeñan un papel esencial ya que mejoran la diferenciación entre estructuras anatómicas y permiten una mejor detección de patologías. "El realce del MCI en un estudio TC se ve afectado por numerosos factores que dependen del paciente, del MC y del equipo utilizado" (Alonso, J. C., Fontenla-Martínez, C., Aramendía, L. C., García, J. B., & Arenas-Jiménez, J. J, 2024). Los contrastes yodados son los más utilizados en TC debido a su alta capacidad para absorber los rayos X, lo que facilita el realce y la visualización de vasos sanguíneos, órganos y lesiones. "El realce es el aumento de la atenuación (en Unidades Hounsfield) de una estructura entre un estudio sin y otro con contraste

intravenoso. Este aumento está directamente relacionado con la concentración plasmática y tisular del contraste yodado" (Alonso, J. C., Fontenla-Martínez, C., Aramendía, L. C., García, J. B., & Arenas-Jiménez, J. J, 2024).

Si bien los medios de contraste mejoran significativamente la calidad de la imagen, su uso puede estar asociado a ciertos efectos fisiológicos esperados tales como el calor en el cuerpo, sensación de ganas de orinar y sabor a metal, otros efectos son los adversos, entre los más comunes se encuentran reacciones alérgicas leves, como urticaria, náuseas y vómito; sin embargo, en casos menos frecuentes, pueden presentarse reacciones alérgicas moderadas o severas, como anafilaxia o nefropatía inducida por medios de contraste. "Las reacciones adversas al medio de contraste yodado pueden ser clasificadas en tipo alérgica y en fisiológicas" (del Pozo, S. E. R., Moncada, M. S. L., Tamayo, S. P. M., & Feijoo, A. P. R., 2023, p.492). La correcta selección del tipo de medio de contraste, el ajuste de la dosis a administrar, la historia clínica realizada previamente al paciente y la aplicación de estrategias como la hidratación, son esenciales para minimizar estos riesgos. "La vigilancia continua del paciente, tanto durante como después del procedimiento, es crucial para la detección temprana de cualquier reacción adversa. Asegurar una adecuada hidratación del paciente es fundamental para facilitar la eliminación del contraste del cuerpo y reducir el riesgo de nefropatía inducida por contraste" (Suarez, I. Y., Castañeda, M. A., & Martínez, S. D. (2024). p. 12795).

Figura 4

Medio de contraste Yodado



Nota. Adaptado de *Medio de contraste*, St. Louis, s.f. (<https://www.stlouisimport.com.pe/medios-de-contraste/>).

Si bien los medios de contraste yodado representan un recurso indispensable para optimizar la calidad diagnóstica en tomografía computarizada, su administración no está exenta de riesgos. Aunque las reacciones adversas son poco frecuentes, resulta fundamental profundizar en los factores individuales que pueden influir en su aparición. En este contexto, se vuelve necesario considerar no solo las propiedades del contraste, sino también las características propias del paciente como determinantes clave en la manifestación de reacciones alérgicas o anafilactoides.

Reacciones Alérgicas

Reacciones Alérgicas a los Medios de Contraste Yodados: La Importancia de la Predisposición del Paciente

Los medios de contraste yodados son herramientas diagnósticas esenciales en radiología,

pero su uso no está exento de riesgos. Aunque las reacciones adversas son poco frecuentes, pueden variar desde leves hasta potencialmente mortales. Tradicionalmente, se ha pensado que estas reacciones dependen directamente del medio de contraste utilizado. Sin embargo, la evidencia actual demuestra que la predisposición del paciente juega un papel fundamental en la aparición de estas reacciones, más que las propiedades intrínsecas del contraste. Este texto explora porqué las reacciones alérgicas a los medios de contraste yodados están más relacionadas con factores individuales del paciente que con el fármaco en sí, basándose en la "Guía Simplificada de las Reacciones Adversas a los Medios de Contrastes Yodados y Basados en Gadolinio y su Manejo Urgente".

La Predisposición del Paciente como Factor Clave

Naturaleza de las reacciones anafilactoides: Las reacciones adversas a los medios de contraste yodados a menudo se clasifican como anafilactoides en lugar de alérgicas verdaderas. Esto se debe a que no siempre se identifica una respuesta mediada por IgE (anticuerpos específicos contra el contraste). Según la guía, estas reacciones están asociadas a la liberación de histamina, basófilos y mastocitos, pero no necesariamente a un mecanismo inmunológico clásico. Esto sugiere que la reacción no depende del medio de contraste en sí, sino de la respuesta individual del paciente a estímulos inespecíficos.

Factores de Riesgo del paciente

La guía destaca que los siguientes factores aumentan el riesgo de reacciones adversas, todos relacionados con el paciente y no con el contraste:

Antecedentes de reacciones previas: Una reacción aguda, moderada o grave previa es el factor de riesgo más importante para predecir eventos futuros. Esto indica una predisposición individual más que una propiedad inherente del contraste.

Asma: Los pacientes con asma tienen mayor probabilidad de sufrir broncoespasmo tras la administración de contraste, lo que refleja una hiperreactividad de sus vías respiratorias más que una alergia al yodo.

Enfermedades atópicas: Pacientes con historial de alergias o dermatitis atópica son más susceptibles, lo que refuerza el papel de la predisposición individual.

Ausencia de Dependencia de la Dosis

A diferencia de las reacciones fisiológicas (como náuseas o efectos osmóticos), las reacciones anafilactoides no dependen de la dosis o concentración del contraste. Esto contrasta con las reacciones tóxicas directas, que sí están ligadas a las propiedades químicas del fármaco. La independencia de la dosis sugiere que la reacción es desencadenada por la susceptibilidad del paciente, no por la cantidad de contraste administrado.

Medios de Contraste Modernos y Bajo Riesgo

La guía menciona que los contrastes yodados no iónicos modernos tienen una tasa muy baja de efectos adversos, lo que refuerza la idea de que las reacciones graves son infrecuentes cuando no hay factores de riesgo previos en el paciente. Además, señala que no hay diferencias significativas en las reacciones entre los distintos tipos de contrastes yodados no iónicos, lo que descarta al contraste como único culpable.

Manejo Basado en el Paciente

Las recomendaciones para reducir el riesgo se centran en el paciente, no en el contraste:

Emplear un agente diferente solo si hay antecedentes de reacción previa.

Consultar con alergología para evaluar la predisposición del paciente.

No se recomienda la profilaxis farmacológica rutinaria, a menos que el paciente tenga

factores de riesgo conocidos.

Monitorear al paciente durante los primeros 30 minutos tras la inyección, que es cuando suelen ocurrir las reacciones graves.

Las reacciones alérgicas o anafilactoides a los medios de contraste yodados no están determinadas principalmente por las propiedades del contraste, sino por la predisposición individual del paciente. Factores como antecedentes de reacciones previas, asma o enfermedades atópicas son mucho más relevantes que el tipo o la dosis del contraste utilizado. Esta comprensión subraya la importancia de evaluar cuidadosamente los factores de riesgo del paciente antes de administrar un medio de contraste, en lugar de atribuir las reacciones al fármaco en sí. La guía respalda este enfoque al enfatizar medidas preventivas personalizadas y el manejo basado en el historial clínico del paciente.

Las siguientes figuras presentan información recopilada durante el año 2024 en diagnóstico Cedimed. El objetivo de esta presentación es ofrecer una visión clara y ordenada de los eventos registrados en dos periodos distintos, el primer semestre (sin el sistema) y el segundo semestre (con el sistema).

Nota aclaratoria: para el análisis comparativo de las reacciones adversas relacionadas con el uso de medio de contraste, se decidió dividir la información en dos periodos semestrales: marzo a julio (primer semestre) y agosto a diciembre (segundo semestre). Esta decisión se tomó con el fin de mantener la equidad en el número de meses evaluados en cada muestra (cinco meses por semestre).

Cabe resaltar que el Sistema Dual Flow fue implementado a partir del mes de agosto, por lo tanto, incluir los datos de enero y febrero en el análisis habría generado un desequilibrio en el número de meses considerados, afectando así la validez comparativa entre los dos periodos.

Esta distribución asegura un análisis más justo y representativo del impacto del sistema en la ocurrencia de reacciones adversas.

En la figura 5, se detallan las reacciones adversas clasificadas por tipo, frecuencia, medidas correctivas asociadas y nivel de severidad. Esta información permite visualizar los tipos de reacciones más comunes y las intervenciones realizadas ante cada caso.

La figura 6, muestra un resumen general del total de tomografías contrastadas realizadas en cada semestre, junto con el número de reacciones adversas reportadas y el porcentaje de incidencia en cada periodo. Es importante aclarar que en esta información no se incluyen las angiotomografías, ya que el análisis se centra exclusivamente en las tomografías contrastadas convencionales. Esta tabla tiene como finalidad contextualizar la frecuencia de estos eventos en relación con el volumen de estudios realizados, lo cual resulta relevante para observar cualquier variación entre ambos semestres.

Figura 5*Reacciones adversas*

Semestre	Reacción Adversa	Frecuencia	Medidas correctivas	Severidad
PRIMER SEMESTRE	RASH	6	Hidrocortisona-Clemastina / Clemastina-Hidrocortisona	Leve
	PAPULA	5	Clemastina / No requirió	
	PÁPULAS	1	Clemastina-Hidrocortisona	
	MÁCULAS	1	Tavegyl	
	MÁCULA Y PRURITO	1	Hidrocortisona-Clemastina	
	PRURITO, TOS Y HABONES EN CUELLO	1	Hidrocortisona-Clemastina	
	MÁCULAS EN CARA Y URTICARIA	1	Hidrocortisona-Clemastina	
RASH EN CARA, ESPALDA Y HOMBRO	1	Clemastina		
SEGUNDO SEMESTRE	RASH	6	Clemastina / Clemastina-Hidrocortisona	Leve
	PAPULA	4	Clemastina / Clemastina-Difenhidramina / No requirió	
	PAPULA-RASH	1	Hidrocortisona	
	RASH PAPULAS	1	Difenhidramina-Hidrocortisona	
	URTICARIA Y HABONES EN ROSTRO	1	Clemastina (mal escrito como "Clematina")	
	PRURITO	1	Clemastina	
	RASH OCULAR	1	Clemastina	
SÍNTOMAS GASTROINTESTINALES	1	Hioscina-Ondansetrón		

Nota. Autoría propia, información suministrada por diagnóstico CEDIMED.

Figura 6*Estudios realizados y reacciones adversas*

MESES		ESTUDIOS REALIZADOS	REACCIONES ADVERSAS	%	PROMEDIO PONDERADO
SIN DUAL FLOW	MARZO A JULIO	2618	17	0,65%	Reducción relativa aproximadamente 13,85% al implementar el sistema Dual Flow
CON DUAL FLOW	AGOSTO A DICIEMBRE	2682	15	0,56%	

Nota. Autoría propia, información suministrada por diagnóstico CEDIMED.

Para el presente estudio, se realizó una comparación entre el primer y el segundo semestre del año 2024 con respecto a la incidencia de reacciones adversas asociadas al uso de medio de contraste en tomografías, excluyendo las angiotomografías. Es importante aclarar que el número total de estudios realizados en cada semestre fue diferente: 2618 estudios en el primer semestre

(sin el uso del sistema Dual Flow) y 2682 estudios en el segundo semestre (con la implementación del sistema Dual Flow).

Debido a esta diferencia en el tamaño de las muestras, la comparación no se basó en el número absoluto de reacciones adversas, sino en la frecuencia relativa de dichos eventos, expresada en porcentajes. Esta metodología permite estandarizar los datos y compararlos de manera proporcional, lo cual es estadísticamente válido cuando se trabaja con tamaños de muestra distintos.

En el primer semestre se registró una incidencia del **0,65%**, mientras que en el segundo semestre esta se redujo al **0,56%**. Aunque la diferencia puede parecer pequeña en términos absolutos, al calcular la reducción relativa entre ambos porcentajes, se observa una disminución del **13,85%**. Estos valores se obtuvieron aplicando las siguientes fórmulas:

Sin sistema Dual Flow: La siguiente fórmula indica cuántas reacciones adversas ocurrieron por cada 100 estudios realizados en el primer semestre del año.

$$\text{Porcentaje} = (\text{Número de reacciones adversas} \div \text{Total de estudios realizados}) \times 100$$

$$\text{Porcentaje} = (17 \div 2618) \times 100 = 0,65\%$$

Este resultado indica que el 0,65% de los pacientes presentó reacciones adversas durante estudios tomográficos realizados sin el uso del sistema Dual Flow. Esta cifra representa la tasa base de eventos adversos en condiciones convencionales.

Con sistema Dual Flow: La siguiente fórmula indica cuántas reacciones adversas ocurrieron por cada 100 estudios realizados en el segundo semestre del año.

$$\text{Porcentaje} = (\text{Número de reacciones adversas} \div \text{Total de estudios realizados}) \times 100$$

$$\text{Porcentaje} = (15 \div 2682) \times 100 = 0,56\%$$

Aquí se observa una ligera reducción en la tasa de reacciones adversas al implementar el

sistema Dual Flow, con un 0,56% de eventos reportados. Esto sugiere un posible efecto beneficioso del sistema en términos de seguridad del paciente.

Comparación proporcional ajustada (Reducción relativa): Esta fórmula permite calcular cuánto se redujo, en términos proporcionales, la tasa de reacciones adversas al implementar el sistema Dual Flow.

Reducción relativa = $((\text{Porcentaje sin Dual Flow} - \text{Porcentaje con Dual Flow}) \div \text{Porcentaje sin Dual Flow}) \times 100$

$$\text{Reducción relativa} = ((0,65\% - 0,56\%) \div 0,65\%) \times 100 = 13,85\%$$

Este valor indica que hubo una reducción relativa del 13,85% en las reacciones adversas al comparar ambos grupos. Aunque la diferencia absoluta es pequeña, este dato muestra una mejora proporcional atribuible al uso del sistema Dual Flow, lo cual puede ser clínicamente relevante dependiendo del contexto.

Esta reducción relativa indica que, en términos proporcionales, hubo menos reacciones adversas por cada 100 estudios realizados durante el semestre en que se utilizó el sistema Dual Flow. Por lo tanto, este tipo de análisis permite observar posibles beneficios en la seguridad del paciente, incluso cuando el volumen de estudios no es idéntico entre los periodos comparados.

Estas tablas sirven como base para valorar de manera preliminar el comportamiento de las reacciones adversas durante el año, diferenciando entre el uso y no uso del sistema Dual Flow.

Para la administración del medio de contraste se deben tener en cuenta parámetros específicos para garantizar su efectividad y seguridad. (Upegui D, Aldana Leal JC, Vargas E, 2023) “Es importante resaltar que se recomienda seguir las indicaciones de dosificación del fabricante o de la institución reguladora del país, que establecen que la dosis varía en función del tipo de examen, edad, peso, gasto cardíaco y estado general de salud del paciente y la

técnica utilizada. Limitar la dosis por paciente, sin afectar la calidad de la imagen diagnóstica, previene la aparición de eventos adversos derivados de la MC, clasificados como leves, moderados o graves". Factores como el peso del paciente, la velocidad de inyección, el volumen total administrado y la concentración del contraste son determinantes para obtener imágenes óptimas sin comprometer la salud del paciente. "La dosificación adecuada de contraste para cada paciente en función de diversas variables de entre las cuales la más relevante es el peso, permitiendo una optimización del gasto de contraste de los estudios, reduciéndolo en muchos casos y sin disminuir su calidad diagnóstica" (Alonso, E. D., Boiles, R. D., Martinez, E. F., Gafo, M. V., Rodriguez, N. G., & Del Llano, M. P. P., 2018, p.1). La personalización del protocolo según las características del paciente, mediante herramientas como el Programa P3T (Protocolo Personalizado por Paciente), permite optimizar la calidad diagnóstica y reducir los riesgos asociados.

Es fundamental evaluar la función renal del paciente antes de administrar medios de contraste yodados para evitar complicaciones como la nefropatía inducida por medio de contraste. Parámetros como la creatinina sérica y la tasa de filtración glomerular (TFG) son esenciales para determinar el riesgo de daño renal. "Los medios de contraste son administrados en forma diaria a miles de pacientes, por lo que es necesario conocer sus indicaciones, mecanismos de acción, contraindicaciones, efectos adversos, vías de administración y su relación con los antecedentes de cada paciente." (Masiá L. 2023, p. 10).

La creatinina es un compuesto químico resultante del metabolismo muscular la cual debe ser eliminada del cuerpo, los riñones son los encargados de filtrarla para posteriormente eliminarla a través de la orina, la creatinina es clave para evaluar la función renal antes de la administración de medios de contraste yodados, ya que ayuda a calcular la tasa de filtración

glomerular (TFG), este es el indicador más utilizado para estimar la función renal, permite identificar pacientes con disfunción renal y prevenir la nefropatía inducida por medio de contraste, una complicación potencialmente grave que puede llevar a una insuficiencia renal aguda, los valores por debajo de 60 ml/min pueden sugerir un mayor riesgo de nefropatía inducida por medio de contraste, por lo que se recomienda ajustar la dosis a administrar o considerar alternativas. "La alteración en la función renal es considerada una anomalía estructural que puede ser identificada al analizar los datos de una muestra de orina, sangre y el filtrado glomerular. En la actualidad existen numerosas fórmulas que utilizan datos como creatinina sérica, edad, sexo y otras variables que han permitido clasificar de manera más efectiva los estadios de enfermedad renal" (Zamora Sánchez & Pinela Torres, 2022; Masía Lezcano, 2023. P. 10). En pacientes con función renal comprometida, es crucial emplear estrategias de protección como la hidratación previa y el uso de dosis reducidas de contraste para minimizar el riesgo de daño renal. "Hasta la fecha, la hidratación del paciente es el único procedimiento profiláctico de aceptación general, a pesar de no haber sido evaluado en ningún tipo de ensayo clínico controlado. La recomendación inicial de hacerla se generó con base en teorías que planteaban que una ligera hipervolemia o por lo menos una euvolemia sostenida, ayudaría a aminorar algunos de los efectos hemodinámicos imputados en la fisiopatología de la NIACR, principalmente los que afectan el flujo tubular" (Balparda Arias, J. K., & Gaviria Barrera, M. E., 2008, p.170).

El desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido mejorar la calidad de la imagen en TC, optimizando el uso del medio de contraste mediante la implementación de inyectores automáticos. Estos dispositivos garantizan una administración precisa y homogénea del contraste, mejorando la visualización de estructuras anatómicas y reduciendo errores humanos,

tal y como lo menciona (Chuy Arevalo, 2023) refiriéndose al medio de contraste y el método de inyección en el Hospital Nacional de Chimaltenango, la autora dice que "se hace en forma manual y al realizarlo de esta manera, no se supera los tiempos de flujo sanguíneo perdiendo en la mayoría de los pacientes, la visibilidad de los órganos, es indispensable el uso de un equipo de inyector que realiza este trabajo en tiempo récord aprovechando al máximo el medicamento, la visibilidad de los órganos a estudio y el buen diagnóstico de las enfermedades"(p.44).

Los inyectores de doble cabezal han demostrado ser más eficientes al permitir la inyección simultánea de solución salina y medio de contraste, optimizando la fase de realce vascular y reduciendo artefactos en la imagen. "Los inyectores a presión de medio de contraste (CM) son un sistema electromecánico de inyección de una o dos jeringas, que controlan la administración intravenosa de CM y solución salina a través de una interfase. El sistema se opera a través de un panel desde el cual se maneja el volumen (mL) del medio de contraste, el caudal (mL/s) y la presión de inyección (psi)" (Upegui D, Aldana Leal JC, Vargas E, 2023).

La evaluación de tecnologías en salud es fundamental para determinar el costo-beneficio de la implementación de nuevos dispositivos en la práctica clínica. En el caso de los inyectores de medio de contraste, se han comparado diferentes modelos en términos de costo, desempeño y seguridad para el paciente, con el fin de seleccionar la opción más eficiente y rentable "En el contexto institucional, y de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la ETS (evaluación de tecnologías en salud) apoya a la gestión clínica durante el proceso de definición de necesidades, alternativas y especificaciones de los equipos o tecnologías a implementar o adquirir, incrementando su eficiencia y beneficios para el sistema, la institución y los pacientes" (Upegui D, Aldana Leal JC, Vargas E, 2023).

Manual de Inyector con Sistema Dual Flow

Preparación del Equipo

Encender el equipo desde la pantalla de programación.

Figura 7

Pantalla de programación



Pantalla de programación.

Nota. Adaptado de Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation, por Bayer, 2020,

https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf.

Carga de Jeringas

Cabezal A: Medio de contraste (color verde)

Cabezal B: Solución salina estéril (color azul)

Figura 8*Inyector doble cabezal*

Nota. Adaptadas de *Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation*, por Bayer, 2020,

(https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf).

Figura 9*Doble inyección*

Nota. Adaptadas de *Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation*, por Bayer, 2020,

(https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf).

Verificación del Sistema

Asegurar que las jeringas de inyección estén correctamente conectadas y los circuitos libres de burbujas.

Confirmar que el equipo esté listo para operar.

Configuración del Modo Dual Flow

Seleccionar el modo "Dual Flow" en la interfaz del inyector.

Figura 10

Pantalla de inyector



Nota. Adaptado de *Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation*, por Bayer, 2020,

(https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf).

Definir Proporciones:

Establecer la relación entre medio de contraste y solución salina (ejemplo: 80% contraste / 20% salina).

Figura 11*Programación Dual Flow*

DualFlow			
Intervalo del parámetro: 5 % - 95 % Incremento: 5 %	7	8	9
% de contraste	4	5	6
80	1	2	3
% de solución salina	0	⊗	
20	Cancelar	Intro	

Nota. Adaptadas de *Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation*, por Bayer, 2020,

(https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf).

Figura 12*Programación Dual Flow*

	Caudal ml/s	Volumen ml	Duración mm:ss
A	1.0	10	00:10
%	4.0	80% 20% 60	00:15
?			

Nota. Adaptadas de *Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation*, por Bayer, 2020,

(https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf).

Figura 13*Proporción de dilución*

Proporción de ejemplo	Jeringa A	Jeringa B
A 90% B 10%	54 ml @ 3,6 ml/s	6 ml @ 0,4 ml/s
A 80% B 20%	48 ml @ 3,2 ml/s	12 ml @ 0,8 ml/s
A 75% B 25%	45 ml @ 3,0 ml/s	15 ml @ 1,0 ml/s
A 70% B 30%	42 ml @ 2,8 ml/s	18 ml @ 1,2 ml/s
A 65% B 35%	39 ml @ 2,6 ml/s	21 ml @ 1,4 ml/s
A 60% B 40%	36 ml @ 2,4 ml/s	24 ml @ 1,6 ml/s
A 50% B 50%	30 ml @ 2,0 ml/s	30 ml @ 2,0 ml/s

Nota. Adaptado de *Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation*, por Bayer, 2020,

(https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf).

Tabla 4*Referencia orientativa de inyección del sistema Dual Flow*

Región	Estudio Contrastado	Sin Dual Flow (Dosis Relativa ml)	Con Dual Flow 80%-20% (Dosis Relativa ml)	Dosis Efectiva (80%) de Contraste del Volumen Total Programado con Dual Flow
Cabeza y Cuello	Cerebral Cara - SPN	30-40	40	32
	Oídos	30-40	40	32
	Cuello	60	60	48
	Angio Cerebro y Cuello	60-70	N/A	N/A
Cuerpo	Tórax	50-70	60-70	48-56
	Toracoabdominal	70-80	90-85-80-75	72-68-64-60
	Angiotac Tórax (Aorta-TEP), Coronario Ct	70-80	N/A	N/A
	Angiotac de Abdomen y Toracoabdominal	70-80	N/A	N/A
	Abdomen y Pelvis	70-80	90-85-80-75	72-68-64-60
	Urotomografía	70-80	90-85-80-75	72-68-64-60
Columna Extremidades	(Cervical-Dorsal-Lumbar)	40-50	60	48
	Extremidades SUP - INF	60-70	60-70	56-48
	Angiotac Extremidades INF - SUP	80-100	N/A	N/A

Nota. Autoría propia, *información suministrada por diagnóstico CEDIMED.*

Nota aclaratoria: La tabla 4 presenta los valores utilizados en la administración de medio de contraste para tomografías realizadas con los dos modos de inyección (el convencional y el sistema Dual Flow). Es importante señalar que estos datos no deben interpretarse como valores absolutos o aplicables de forma universal, ya que, tal como lo señala la literatura especializada, la cantidad y velocidad de administración del contraste deben ajustarse individualmente de acuerdo con las características clínicas y fisiológicas del paciente (aplica para ambos modos de inyección).

Factores como el peso, la edad, el estado renal, el tipo de estudio a realizar y las condiciones hemodinámicas, influyen directamente en la dosificación y velocidad del medio de contraste. Por tanto, esta tabla debe ser comprendida como una referencia orientativa o modelo referencial para ilustrar los parámetros más frecuentemente aplicados en la práctica institucional durante el periodo analizado, pero no como una guía rígida o generalizable.

Ajustar Parámetros Clave

Volumen total: Cantidad combinada de contraste y solución salina (ejemplo: 100 ml → 80 ml contraste + 20 ml solución salina).

Tasa de flujo (caudal): Velocidad de inyección (típicamente 2–5 ml/seg según el estudio y el catéter del paciente).

Duración: Tiempo total de inyección (calculado automáticamente)

Establecer PSI (Límite de Presión) Según Catéter del Paciente.

Figura 14

Pantalla Inyector



Nota. Adaptado de *Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation*, por Bayer, 2020,

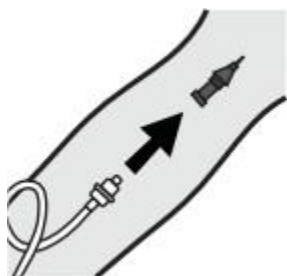
(https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf).

Inicio del Procedimiento

Conectar al Paciente al Sistema de Inyección

Figura 15

Conectar paciente al sistema de inyección



Nota. Adaptado de Manual de funcionamiento del sistema de inyección MEDRAD® Stellant CT con Certegra® Workstation, por Bayer, 2020, (https://www.radiology.bayer.com/sites/g/files/vrxlpx8576/files/2020-08/86445239_EX.pdf).

Iniciar Secuencia

Verificar que el acceso venoso del paciente esté permeable administrando un bolo inicial de solución salina (ejemplo 30 ml).

El inyector administrará automáticamente la mezcla al paciente en la proporción programada, cuando se le dé la orden.

Por último, se administra nuevamente un bolo de solución salina (30-50 ml) para terminar de limpiar el medio de contraste que queda en el espiral (circuito que va conectado al paciente).

Monitoreo en Tiempo Real

Observar gráficos de presión para detectar anomalías (extravasación, obstrucciones, entre otros). En caso de detectar obstrucción suspender la inyección inmediatamente.

En caso de tener que realizar imágenes tardías el monitor tiene un minuterero donde se observa cuanto tiempo ha pasado luego de la inyección del medio de contraste.

Finalización

Desconectar el circuito al paciente.

Verificar signos de extravasación post inyección al medio de contraste.

Indagar si tiene algún síntoma asociado a reacción alérgica y monitorear al paciente durante los primeros 30 minutos post inyección, que es cuando suelen ocurrir las reacciones graves.

Limpieza

Retirar jeringas y tubos usados según normas de bioseguridad y protocolo institucional.

Apagar el equipo desde la pantalla de programación.

Limpiar equipo según protocolo institucional.

Marco Legal

El presente proyecto, centrado en la innovación tecnológica y la seguridad del paciente en estudios tomográficos mediante el uso del sistema Dual Flow, implementado en el Centro de Diagnóstico Cedimed, se encuentra sustentado en un amplio marco legal y normativo que regula la prestación de los servicios de salud en Colombia. Este marco no solo contempla las disposiciones técnicas y jurídicas relativas al uso de tecnologías biomédicas, sino también los principios éticos, de calidad y comunicativos que rigen la interacción entre los profesionales del área de imágenes diagnósticas y los pacientes, consolidando un enfoque de atención segura, centrada en el paciente y orientada a la mejora continua.

Desde la perspectiva constitucional, el derecho fundamental a la salud, consagrado en el artículo 49 de la Constitución Política de Colombia de 1991, y el derecho a la vida en el artículo 11, obligan al Estado y a las instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) a garantizar condiciones óptimas de atención, lo cual incluye tanto el uso de tecnologías seguras como una comunicación efectiva entre el talento humano y los pacientes. Estas garantías se traducen en deberes concretos para las IPS, quienes deben adoptar medidas que minimicen los riesgos clínicos, optimicen los procedimientos y promuevan una atención digna, comprensiva y humana.

Esta visión se ve reforzada por la Ley 1751 de 2015, conocida como Ley Estatutaria de Salud, la cual establece que toda intervención médica debe fundamentarse en principios de seguridad, efectividad clínica, calidad técnica y uso racional de tecnologías. El sistema Dual Flow, al permitir una administración más controlada del medio de contraste y reducir riesgos como la nefropatía inducida por medio de contraste (NIC), la sobredosificación, extravasación o las reacciones adversas, se alinea plenamente con estos principios. Asimismo, su capacidad para

estandarizar protocolos, aumentar la precisión diagnóstica y mejorar la trazabilidad del procedimiento justifica su implementación dentro del marco legal colombiano.

En complemento, la Ley 100 de 1993, estructuradora del Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), junto con sus reformas introducidas por las Leyes 1122 de 2007 y 1438 de 2011, promueve la modernización del sistema de salud a través de la incorporación de tecnologías eficaces y seguras, además del fortalecimiento del enfoque de atención centrado en el paciente. Estas normas resaltan la necesidad de servicios que integren tecnología con humanismo, donde la comunicación efectiva y el trato digno son fundamentales para una atención integral.

A nivel ético, la Ley 23 de 1981 (Código de Ética Médica), aunque dirigida al personal médico, extiende sus principios a todo el equipo interdisciplinario en salud. Este cuerpo normativo subraya la responsabilidad profesional de actuar con honestidad, claridad y respeto, especialmente en la comunicación con el paciente. En contextos como la tomografía computarizada, donde el tiempo de interacción es breve pero crucial, este principio cobra especial importancia, exigiendo explicaciones claras sobre el estudio, los riesgos del medio de contraste y las recomendaciones posteriores.

Desde el ámbito reglamentario, el Decreto 780 de 2016 —Decreto Único Reglamentario del Sector Salud— establece los lineamientos que deben cumplir las IPS en términos de habilitación, infraestructura, dotación tecnológica, protocolos clínicos y gestión del riesgo. Este marco es desarrollado con mayor detalle por la Resolución 3100 de 2019, que exige el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad en los servicios de imágenes diagnósticas. La integración de tecnologías como el Dual Flow debe, por tanto, responder a una planificación

institucional rigurosa, asegurando su adecuada implementación, monitoreo y capacitación del personal que lo opera.

La Resolución 482 de 2018, orientada a la gestión integral de tecnologías biomédicas en los servicios de salud, establece lineamientos que van más allá de la simple adquisición de equipos, promoviendo su evaluación desde dimensiones técnicas, clínicas y económicas. Bajo este marco, la implementación de tecnologías como el sistema Dual Flow no solo debe demostrar funcionalidad operativa, sino también aportar valor en términos de seguridad del paciente, eficiencia del procedimiento y sostenibilidad del sistema. Un componente clave de esta normativa es su énfasis en la capacitación del talento humano que opera tecnologías de alta complejidad, como la tomografía computarizada. La resolución exige que los profesionales no solo dominen el manejo técnico de los equipos, sino que comprendan su relevancia clínica y diagnóstica. Esto incluye competencias específicas en el uso seguro de dispositivos que emiten radiación ionizante, así como en la implementación de protocolos de control de calidad y medidas de protección radiológica. Además, regula aspectos fundamentales como la obtención de licencias para la práctica médica, industrial, veterinaria o de investigación y la prestación de servicios especializados en protección radiológica, con el fin de garantizar entornos seguros para pacientes y personal ocupacionalmente expuesto (POE).

Además, la resolución destaca la necesidad de desarrollar habilidades comunicativas en el personal asistencial, reconociendo que una atención verdaderamente segura y humanizada implica orientar al paciente de manera clara y empática antes, durante y después del estudio. Esta orientación no solo favorece la comprensión y el consentimiento informado, sino que también promueve la colaboración activa del paciente durante el estudio, disminuye su ansiedad y reduce la probabilidad de errores o eventos adversos.

En relación con la práctica radiológica segura, el Decreto 1376 de 2020 y la Resolución 1164 de 2002 establecen normas técnicas y operativas para los servicios de diagnóstico con radiación ionizante. Estas regulaciones abordan la correcta administración del medio de contraste, la evaluación previa de la función renal, la individualización de protocolos de acuerdo con las características del paciente y el cumplimiento estricto del principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable). La tecnología Dual Flow, conserva la técnica de administración de medio de contraste en tomografía computarizada sin afectar la opacificación vascular y al facilitar la sincronización precisa del bolo de contraste, contribuye directamente al cumplimiento de estos principios de protección radiológica.

Desde la perspectiva de calidad y gestión de incidentes, la Resolución 1441 de 2013 exige la notificación obligatoria de eventos adversos en salud, lo que implica contar con sistemas que reduzcan la variabilidad de los estudios y mejoren la trazabilidad. El sistema Dual Flow, al permitir un registro detallado de los parámetros de inyección y dilución del contraste, aporta a este objetivo institucional. Por su parte, la Resolución 2654 de 2019, que regula el Sistema Único de Acreditación en Salud, promueve el uso de tecnologías que mejoren la seguridad, la experiencia del paciente y la efectividad clínica, alineándose con la propuesta de este proyecto.

A nivel internacional, Colombia adopta estándares y recomendaciones de organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Estas entidades promueven el uso racional y seguro de las tecnologías en radiología, respaldando el empleo de inyectores automáticos de doble cabezal como el Dual Flow, por su capacidad de reducir errores humanos y estandarizar los procedimientos de manera eficiente.

En coherencia con estas directrices, la evaluación de nuevas tecnologías en Colombia es liderada por el Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud (IETS), el cual define cinco criterios fundamentales: efectividad clínica, seguridad, impacto económico, aceptabilidad del usuario y viabilidad institucional. Este proyecto cumple con dichos criterios al analizar los beneficios del Dual Flow desde una perspectiva integral, que considera no solo el rendimiento técnico, sino también su aporte a la seguridad del paciente, la calidad de imagen y la eficiencia operativa.

Finalmente, considerando que el estudio involucra el análisis de datos sensibles, es indispensable cumplir con lo estipulado en la Ley 1581 de 2012, que regula la protección de datos personales en Colombia. Esta ley obliga a las instituciones a garantizar la confidencialidad, la seguridad de la información clínica y el consentimiento informado del paciente, elementos fundamentales en el desarrollo de investigaciones clínicas y en la prestación ética de servicios de salud.

En conclusión, el marco legal y normativo colombiano, reforzado por estándares internacionales, sustenta plenamente la implementación de tecnologías como el sistema Dual Flow en los servicios de imágenes diagnósticas. Este marco no solo ofrece garantías legales, sino que también fortalece la calidad del servicio, la seguridad del paciente y la humanización de la atención. Al integrar principios técnicos, éticos y comunicativos, se reafirma que la innovación tecnológica en salud debe ir siempre acompañada de un compromiso firme con la excelencia clínica, el respeto por el paciente y la construcción de una cultura institucional centrada en el cuidado seguro y digno.

Tabla 5*Lineamientos normativos de accesibilidad, disponibilidad, calidad en la salud y la radiología*

Autor	Año	Ente	Radicado	Norma
Congreso de Colombia	1981	Congreso de la República	Ley 23	Código de Ética Médica. Establece los principios éticos que rigen la práctica médica en Colombia, aplicables también al equipo interdisciplinario, promoviendo la honestidad, respeto y comunicación clara con el paciente.
Congreso de Colombia	1991	Asamblea Nacional Constituyente	Artículo 11 y 49	Artículo 11 garantiza el derecho a la vida; el artículo 49 establece el derecho fundamental a la salud y la obligación estatal de garantizar condiciones de atención óptimas, incluyendo tecnología segura y comunicación efectiva.
Congreso de Colombia	1993	Congreso de la República	Ley 100	Crea el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), promoviendo el acceso equitativo y la modernización del sistema mediante la incorporación de tecnologías eficientes y seguras.

Ministerio de Salud	2002	Ministerio de Salud y Protección Social	Resolución 1164	Regula los requisitos técnicos y operativos para servicios de diagnóstico que emplean radiación ionizante, estableciendo criterios para el uso seguro del medio de contraste y cumplimiento del principio ALARA.
Congreso de Colombia	2007	Congreso de la República	Ley 1122	Reforma a la Ley 100. Busca fortalecer la eficiencia del sistema de salud colombiano y mejorar la calidad del servicio, promoviendo el uso de tecnologías innovadoras y el enfoque centrado en el paciente.
Congreso de Colombia	2011	Congreso de la República	Ley 1438	Reforma a la Ley 100. Promueve la atención primaria en salud, la humanización del servicio y la integración de tecnologías seguras y efectivas en la prestación de servicios.
Congreso de Colombia	2012	Congreso de la República	Ley 1581	Regula la protección de datos personales en Colombia, incluyendo datos clínicos. Exige el consentimiento informado del paciente y garantiza

la seguridad y
confidencialidad de
la información.

Ministerio de Salud	2013	Ministerio de Salud y Protección Social	Resolución 1441	Obliga a notificar eventos adversos en salud, impulsando sistemas que mejoren la trazabilidad y disminuyan la variabilidad en los procedimientos, como los sistemas automatizados de inyección de contraste.
Congreso de Colombia	2015	Congreso de la República	Ley 1751	Ley Estatutaria de Salud. Declara la salud como derecho fundamental autónomo y regula los principios de calidad, seguridad, efectividad y uso racional de tecnologías en toda intervención médica.
Ministerio de Salud	2016	Ministerio de Salud y Protección Social	Decreto 780	Decreto Único Reglamentario del Sector Salud. Consolida las normativas para la habilitación, infraestructura, gestión del riesgo y dotación tecnológica de las IPS.

Ministerio de Salud	2018	Ministerio de Salud y Protección Social	Resolución 482	Regula la gestión integral de tecnologías biomédicas, exigiendo evaluación técnica, clínica y económica. Establece requisitos para la capacitación del personal que opera tecnologías de alta complejidad como la TC.
Ministerio de Salud	2019	Ministerio de Salud y Protección Social	Resolución 3100	Establece los estándares técnicos de habilitación en salud. Exige planificación rigurosa, protocolos estandarizados, seguridad del paciente y competencia del personal en el manejo de tecnologías.
Ministerio de Salud	2019	Ministerio de Salud y Protección Social	Resolución 2654	Regula el Sistema Único de Acreditación en Salud. Promueve el uso de tecnologías que mejoran la seguridad, experiencia del paciente y efectividad clínica.
Ministerio de Salud	2020	Ministerio de Salud y Protección Social	Decreto 1376	Define requisitos técnicos y operativos para servicios que utilizan radiación ionizante. Incluye administración de medios de contraste, evaluación renal previa, personal

capacitado y
protocolos
individualizados.

Nota. Autoría propia.

Consideraciones Éticas

El presente proyecto, centrado en la evaluación del impacto del sistema Dual Flow en la administración de medios de contraste en estudios tomográficos, contempla una serie de principios éticos fundamentales que garantizan la integridad de los participantes, la protección de la información recolectada y el cumplimiento de la normativa vigente en investigación en salud.

En primer lugar, se respetó el principio de autonomía, asegurando que todos los participantes, tanto pacientes como profesionales del área de imágenes diagnósticas (tecnólogos y radiólogos), fueran debidamente informados sobre la naturaleza del estudio antes de participar. Se obtuvo consentimiento informado verbal o escrito, según el contexto, destacando que su participación era voluntaria, anónima y sin repercusiones sobre la atención recibida o la relación laboral.

En coherencia con el principio de beneficencia, se buscó que el desarrollo del estudio aporte beneficios tangibles al sistema de atención, al optimizar los protocolos de administración del medio de contraste, reducir riesgos asociados como la nefropatía inducida por contraste (NIC) y mejorar la calidad diagnóstica. A su vez, el principio de no maleficencia se garantizó evitando cualquier intervención directa sobre los pacientes más allá de la atención clínica regular, limitándose el análisis a observaciones de estudios ya realizados y a recolección de opiniones mediante instrumentos no invasivos.

Asimismo, el principio de justicia se aplicó asegurando una participación equitativa y sin discriminación, incluyendo pacientes y profesionales bajo criterios previamente definidos, sin sesgos por edad, sexo, nivel socioeconómico o rol institucional.

Dado que el proyecto incluye el análisis de información clínica y la recolección de datos mediante encuestas, se garantizó la confidencialidad de los datos personales y clínicos, conforme

a la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales. Toda la información recolectada fue anonimizada y utilizada exclusivamente con fines académicos, sin revelar identidades individuales en los análisis o resultados del estudio.

Por otra parte, el uso de entrevistas y encuestas a personal de salud fue realizado con respeto y sin interferir en sus funciones asistenciales, promoviendo un espacio abierto y voluntario de reflexión profesional sobre el uso del sistema Dual Flow. Esta interacción también se enmarca en una ética del respeto mutuo y la promoción de una cultura de mejora continua en la atención en salud.

Finalmente, el proyecto se desarrolló bajo los lineamientos éticos establecidos por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y se encuentra alineado con las normas nacionales e internacionales sobre investigación en seres humanos. En caso de requerirse, la evaluación por un comité de ética institucional puede ser solicitada para reforzar el cumplimiento de los estándares bioéticos.

En resumen, este estudio respeta los principios fundamentales de la bioética (autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia), asegurando una investigación responsable, respetuosa y orientada al mejoramiento de la calidad y seguridad en los procedimientos tomográficos.

Metodología

El presente proyecto utilizará un enfoque metodológico mixto, que combina métodos cuantitativos y cualitativos, para un análisis de manera integral el impacto del Sistema Dual Flow en la seguridad del paciente y la optimización de la administración del medio de contraste.

Enfoque cuantitativo: Se centró en el análisis de datos objetivos relacionados con la administración del medio de contraste y la calidad del procedimiento radiológico.

Método: Se realizó la recolección de datos clínicos de 100 pacientes sometidos a estudios tomográficos, considerando variables como género, peso, tipo de estudio, volumen y dosis del medio de contraste administrado, calidad de las imágenes obtenidas y características de los informes radiológicos generados. Esta información permitió evaluar la efectividad del sistema Dual Flow en términos operativos y clínicos.

Enfoque cualitativo: Permitió explorar las percepciones y experiencias del personal de salud involucrado en el uso del sistema Dual Flow, enfocándose en su aplicabilidad, beneficios y desafíos.

Método: Se aplicó un cuestionario tipo encuesta a tecnólogos en imágenes diagnósticas de distintas instituciones, con el fin de conocer su experiencia en el uso del sistema, así como sus percepciones respecto a su impacto en la seguridad del paciente y en la calidad del procedimiento. Adicionalmente, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada a un médico radiólogo con experiencia en el uso del sistema Dual Flow, profundizando en su valoración clínica y operativa del mismo.

Instrumento Tipo Encuesta

¿Qué es una Encuesta?

La encuesta es una técnica de recolección de datos basada en la formulación sistemática de preguntas a una muestra de individuos con el objetivo de obtener información cuantitativa o cualitativa sobre una población o fenómeno específico. Es una herramienta central en la investigación científica, particularmente en las ciencias sociales, la salud pública y los estudios aplicados como los relacionados con la radiología médica, ya que permite recoger opiniones, actitudes, conocimientos, comportamientos o percepciones de los participantes (*Mora, 2015*).

De acuerdo con (*Díaz de Rada, 2021*), la encuesta se distingue de otros métodos por su estructura estandarizada, lo que permite la comparación sistemática de las respuestas y su análisis estadístico. La precisión y fiabilidad de los resultados dependen en gran medida de la formulación de las preguntas, el diseño del instrumento, el tamaño y representatividad de la muestra, así como del método de aplicación.

Además, la encuesta puede adaptarse a diversas modalidades de administración (oral, escrita, digital) y a múltiples contextos, lo que la convierte en una técnica versátil y ampliamente utilizada en investigaciones académicas y profesionales, incluyendo estudios sobre calidad en la atención médica, satisfacción del paciente y evaluación de prácticas clínicas como el uso de nuevas técnicas de imagen diagnóstica.

Tipos de Encuesta

Las encuestas pueden clasificarse de diversas maneras, según distintos criterios (el canal de aplicación, el momento de realización, el tipo de preguntas y la naturaleza de la información recogida).

Según el Medio de Aplicación

Encuesta personal (cara a cara): Se realiza mediante una entrevista directa entre el encuestador y el encuestado. Permite aclarar dudas y garantizar mayor calidad en las respuestas, pero es más costosa y requiere mayor logística.

Encuesta telefónica: Usa el teléfono como canal de comunicación. Es más rápida y económica que la presencial, aunque puede presentar sesgos si las personas no desean participar o no disponen del tiempo necesario.

Encuesta por correo o autoadministrada: Se envía al encuestado en formato impreso o digital (PDF, formulario). Su principal ventaja es que es económica y de bajo contacto, aunque suele tener tasas de respuesta más bajas.

Encuesta en línea o digital: Utiliza plataformas digitales o formularios institucionales. Ha ganado popularidad por su rapidez, bajo costo y facilidad de análisis automatizado, especialmente útil en contextos como la educación virtual o los servicios de salud digital.

Según el Momento de Aplicación

Transversales: Se realizan en un único momento, permitiendo una “fotografía” de la situación en un instante determinado. Son las más utilizadas en estudios descriptivos y diagnósticos rápidos.

Longitudinales: Se aplican en varios momentos a lo largo del tiempo, lo que permite observar cambios o tendencias. Son útiles en estudios de seguimiento o evaluación de intervenciones.

Según el Tipo de Preguntas

Cerradas: Ofrecen opciones de respuesta delimitadas (Sí/No, múltiple opción). Facilitan el análisis estadístico.

Abiertas: Permiten que el encuestado exprese libremente su respuesta. Aportan riqueza cualitativa, pero requieren mayor esfuerzo de codificación y análisis.

Mixtas: Combinan preguntas abiertas y cerradas para obtener tanto información estructurada como respuestas libres que profundicen en la opinión del encuestado.

Según el Objetivo de la Información

Descriptivas: Buscan caracterizar a una población o fenómeno.

Explicativas: Pretenden identificar relaciones causales o correlaciones entre variables.

Exploratorias: Se usan cuando hay poca información previa sobre el tema y se quiere tener una primera aproximación.

Métodos de Encuesta

Según (*Díaz de Rada, 2021*), el diseño y aplicación de una encuesta requiere el seguimiento de un proceso metodológico riguroso. Los métodos asociados a la técnica de encuesta comprenden los siguientes pasos:

Definición del objetivo de estudio: Se debe determinar qué se quiere conocer con la encuesta, lo cual guiará el tipo de preguntas y población objetivo.

Diseño del cuestionario: Implica la redacción clara, precisa y sin ambigüedades de las preguntas. Las preguntas deben estar alineadas con los objetivos del estudio y deben respetar un orden lógico y amigable para el encuestado.

Selección de la muestra: Se debe definir el universo de estudio (por ejemplo, tecnólogos en imágenes diagnósticas y pacientes que hayan experimentado la técnica Dual Flow) y establecer el tipo de muestreo (aleatorio, estratificado, por conveniencia, etc.).

Aplicación de la encuesta: Dependiendo de los recursos y contexto, se escoge el canal más adecuado. En contextos clínicos, puede hacerse antes o después del procedimiento de imagen, preservando siempre la confidencialidad y el consentimiento informado.

Procesamiento y análisis de datos: Las respuestas deben organizarse, codificarse (en caso de preguntas abiertas), y analizarse estadísticamente. El uso de software como SPSS, Excel o R puede facilitar esta labor.

Interpretación y presentación de resultados: Finalmente, los hallazgos se interpretan en función de los objetivos iniciales, y pueden utilizarse para la toma de decisiones clínicas, la mejora de procesos o la publicación de resultados científicos.

¿Qué es una Encuesta en Salud?

Una encuesta en salud es una herramienta metodológica empleada para recolectar información sistemática y estructurada sobre aspectos relacionados con el bienestar físico, mental y social de una población. Esta técnica permite obtener datos sobre el estado de salud, el acceso a servicios sanitarios, la calidad de atención, la percepción del paciente, y el conocimiento o actitudes frente a determinadas condiciones o intervenciones médicas.

En el contexto de la investigación en salud, las encuestas permiten acercarse a la realidad vivida por pacientes, profesionales y técnicos, con el fin de identificar problemáticas, evaluar procesos clínicos y generar estrategias de mejora. Según (*Mora, 2015*), la encuesta constituye un instrumento clave en la producción de conocimientos aplicables, ya que posibilita la recopilación

de datos de forma eficiente, estandarizada y económica, especialmente útil en entornos asistenciales.

Las encuestas en salud pueden ser aplicadas tanto en estudios descriptivos como analíticos, y permiten recoger tantos datos cuantitativos como cualitativos, dependiendo de su diseño y tipo de preguntas. Como lo señalan (*Martín-Cuadrado y Reina, 2020*), su versatilidad las convierte en una técnica central para valorar procesos clínicos desde la perspectiva de los usuarios y del personal sanitario.

¿Cuál es el Objetivo de una Encuesta en Salud?

El objetivo fundamental de una encuesta en salud es obtener información confiable y representativa sobre temas vinculados a la salud de individuos o comunidades, y sobre la calidad de los servicios recibidos. Entre los objetivos más frecuentes se encuentran:

Evaluar el estado de salud de una población: Las encuestas permiten identificar enfermedades prevalentes, factores de riesgo, y necesidades no satisfechas, fundamentales para la planificación sanitaria.

Medir la percepción del paciente y su satisfacción con la atención recibida: Este aspecto es especialmente importante en áreas como la radiología, donde la experiencia del paciente puede influir directamente en la cooperación durante el procedimiento y, por tanto, en la calidad diagnóstica (*Díaz de Rada, 2021*).

Examinar la calidad de procesos clínicos y técnicos: Las encuestas pueden valorar la comprensión del procedimiento, la claridad de las instrucciones y la percepción de seguridad del paciente durante un examen diagnóstico como una tomografía o resonancia magnética.

Detectar barreras de acceso y uso de servicios de salud: Incluyendo factores económicos, sociales, educativos o relacionados con la comunicación entre paciente y profesional.

Generar evidencia para la mejora continua de los servicios sanitarios: A partir del análisis de los datos recolectados, es posible tomar decisiones informadas sobre ajustes técnicos, capacitaciones, actualización de protocolos o intervenciones de calidad.

Encuesta Nacional de Salud 2006 (ENS-2006), Ciudad de México

Las encuestas en salud son herramientas fundamentales para recopilar información sobre el estado de salud, los comportamientos sanitarios, las condiciones epidemiológicas, la nutrición, el uso y acceso a servicios de salud en una población. En este contexto, la Encuesta Nacional de Salud 2006 (ENS-2006) fue una investigación de carácter nacional realizada en México, cuyo objetivo principal fue proporcionar información integral y confiable para orientar políticas públicas en salud.

Objetivos de la ENS-2006

Evaluar el estado de salud: Obtener una caracterización precisa de las condiciones de salud de la población, incluyendo la prevalencia de enfermedades agudas y crónicas.

Identificar factores de riesgo: Analizar los determinantes sociales y conductuales asociados a enfermedades crónicas no transmisibles.

Estudiar el acceso y uso de servicios de salud: Comprender los patrones de utilización y cobertura de servicios sanitarios entre distintos grupos sociales.

Sustentar políticas públicas: Generar evidencia científica que permita diseñar, implementar y evaluar programas nacionales de salud.

Metodología

Diseño muestral: Se empleó un muestreo probabilístico, multietápico y estratificado, representativo a nivel nacional, estatal y por tipo de localidad (urbana/rural).

Cobertura: Se encuestaron 48,304 viviendas, con información recolectada de aproximadamente 71,400 personas. Además, se realizaron mediciones físicas a 48,000 personas y análisis clínicos a más de 38,000.

Instrumentos Utilizados

Cuestionario de hogar.

Cuestionarios individuales por grupo etario.

Mediciones antropométricas (peso, talla, circunferencia de cintura).

Muestras biológicas (sangre, orina) para detección de glucosa, lípidos y anemia.

Resultados Destacados

Enfermedades crónicas: Se detectó una elevada prevalencia de diabetes mellitus e hipertensión arterial, sobre todo en adultos mayores.

Estado nutricional: Se documentó una alta incidencia de sobrepeso y obesidad, tanto en adultos como en niños.

Salud mental: La encuesta aportó datos relevantes sobre trastornos como depresión y ansiedad, y sobre las barreras para acceder a atención especializada.

Desigualdades en salud: Se identificaron marcadas disparidades en el acceso a servicios de salud, especialmente en comunidades rurales o con bajos ingresos.

Importancia e Impacto

La ENS-2006 representó un punto de referencia clave para el diagnóstico de salud pública en México. Su enfoque multidimensional permitió a las autoridades federales y estatales identificar problemáticas prioritarias y diseñar estrategias de prevención y atención en salud. Además, la encuesta estableció una base de comparación para futuras investigaciones como la

ENSANUT 2012 y ENSANUT 2018, contribuyendo a la evaluación de tendencias en salud y nutrición en el país.

Encuesta Nacional de Salud de España 2017 (ENSE 2017)

La Encuesta Nacional de Salud de España 2017 (ENSE 2017) es un estudio de carácter quinquenal realizado por el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística (INE). Su objetivo es proporcionar información detallada, confiable y actualizada sobre la salud de la población residente en España, los factores que la determinan y el uso de los servicios sanitarios.

Objetivos Principales

Describir el estado de salud auto percibido y diagnosticado de la población.

Estudiar el acceso y uso de los servicios sanitarios públicos y privados.

Analizar los determinantes sociales y comportamentales de la salud, como hábitos alimentarios, actividad física, consumo de alcohol y tabaco.

Explorar la presencia de desigualdades sociales en salud y la distribución de enfermedades crónicas.

Metodología

Tipo de estudio: Encuesta transversal de base poblacional.

Diseño muestral: Probabilístico, estratificado por comunidades autónomas y municipios, con afijación proporcional al tamaño de la población, garantizando representatividad nacional y regional.

Tamaño de la muestra: Se realizaron 23.860 entrevistas personales en hogares distribuidos por toda España.

Instrumentos Utilizados

Cuestionario del hogar: Información general y condiciones de vivienda.

Cuestionario individual para adultos (≥ 15 años).

Cuestionario infantil (0-14 años): Respondido por padres o cuidadores.

Modo de recolección: Entrevistas personales realizadas en el hogar por encuestadores capacitados.

Resultados Destacados

El 75,3% de la población declaró tener un estado de salud "bueno" o "muy bueno".

Aumentó la prevalencia de enfermedades crónicas, como la hipertensión (18,6%), colesterol alto (17,9%) y artrosis (18% en mujeres).

Persisten desigualdades sociales en salud, especialmente en población con menor nivel educativo o menor renta.

El 20,4% de la población adulta fuma a diario, y el 36% presenta sobrepeso (el 17% obesidad).

Se registró un aumento en la prevalencia de problemas de salud mental, especialmente en mujeres.

El uso de servicios sanitarios fue mayor en mujeres que en hombres, lo que también refleja disparidades en la atención.

Importancia

La ENSE 2017 proporciona una base de datos sólida para la vigilancia epidemiológica, la evaluación de políticas sanitarias y la planificación de servicios de salud en España. Permite comparar la evolución temporal de indicadores clave desde las ediciones anteriores y detectar

áreas prioritarias de intervención, como el envejecimiento poblacional, el control de enfermedades crónicas, la salud mental y las desigualdades sociales.

Método de Investigación de Sampieri

El método de investigación propuesto por Hernández Sampieri, junto a los coautores Carlos Fernández-Collado y Pilar Baptista Lucio, es uno de los marcos metodológicos más influyentes en el ámbito académico latinoamericano. Explicado en su obra "Metodología de la Investigación", este método ofrece una guía estructurada y sistemática para diseñar y ejecutar investigaciones científicas en diversas disciplinas, incluyendo las ciencias de la salud.

Fundamentos del Método

El método concibe la investigación científica como un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos aplicados al estudio de un fenómeno. Su enfoque permite formular preguntas relevantes, elegir métodos adecuados y validar los resultados obtenidos, garantizando la calidad y la rigurosidad del trabajo científico.

Componentes Clave del Método

El modelo de Sampieri propone cinco etapas esenciales:

Planteamiento del problema: Consiste en delimitar, justificar y formular las preguntas de investigación, estableciendo objetivos claros y una hipótesis (si aplica).

Revisión de la literatura: Se recopila y analiza información teórica previa que sirva de base conceptual para el estudio.

Diseño de la investigación: Se determina el tipo de estudio (exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo), el enfoque (cuantitativo, cualitativo o mixto), y la estrategia de muestreo.

Recolección de datos: Según el enfoque, puede incluir encuestas, entrevistas, observaciones, experimentos o análisis de documentos.

Análisis e interpretación de resultados: Implica la organización y tratamiento de los datos (estadístico o temático), la discusión de hallazgos y la formulación de conclusiones.

Tipos de Enfoque Propuestos

El método identifica tres enfoques principales de investigación:

Cuantitativo: Usa datos numéricos, análisis estadístico y busca generalizar resultados. Se caracteriza por ser objetivo, sistemático y replicable.

Cualitativo: Explora significados, experiencias y contextos. Se apoya en técnicas como entrevistas, grupos focales u observación participante.

Mixto: Integra elementos cuantitativos y cualitativos para obtener una visión más completa de un fenómeno. Es muy utilizado en estudios de salud pública y sociales.

Aplicabilidad en Investigaciones en Salud

El enfoque de Sampieri es especialmente útil en proyectos de salud, ya que permite diseñar estudios sólidos para evaluar condiciones de salud, factores de riesgo, calidad de servicios o percepciones de los usuarios. Por ejemplo, en el caso de encuestas nacionales de salud, se puede aplicar el método cuantitativo para recopilar datos representativos mediante cuestionarios estructurados, mientras que el enfoque cualitativo puede complementar con entrevistas a profundidad para explorar percepciones o barreras de acceso.

Importancia y Vigencia

La metodología propuesta por Sampieri se ha convertido en una herramienta fundamental en la formación de investigadores en América Latina. Su estructura clara, adaptable y orientada a la solución de problemas reales, ha permitido que estudiantes y profesionales de múltiples disciplinas desarrollen investigaciones de alta calidad y relevancia científica.

Para la construcción del cuestionario tipo encuesta utilizado en esta investigación, se ha adoptado el enfoque metodológico propuesto por Roberto Hernández Sampieri, debido a su capacidad para guiar de manera rigurosa, clara y coherente el diseño de instrumentos de recolección de datos, particularmente en investigaciones del ámbito de la salud. Este enfoque resulta altamente pertinente cuando se busca evaluar un sistema técnico como el Dual Flow, ya que permite definir con precisión las variables implicadas desde aspectos operativos y tecnológicos hasta la seguridad en los procedimientos diagnósticos.

El método de Sampieri no se limita a ofrecer una guía para formular preguntas, sino que propone una estructura completa que inicia desde la identificación del problema y continúa con la delimitación clara de los objetivos, la definición de variables, la selección del tipo de estudio y la validación del instrumento. Esta secuencia metodológica es especialmente útil para el desarrollo de encuestas aplicadas en contextos clínicos, donde los datos recolectados deben cumplir con criterios de validez, confiabilidad y aplicabilidad.

En este caso particular, la encuesta se dirige a tecnólogos en imágenes diagnósticas, lo que exige una planificación cuidadosa de los ítems, diferenciando entre percepciones subjetivas (como la seguridad) y datos más objetivos relacionados con la implementación técnica del sistema. El enfoque de Sampieri brinda las herramientas necesarias para construir preguntas

claras, evitar sesgos y organizar los datos de forma que puedan ser analizados cuantitativamente e incluso complementados con análisis cualitativos si se considera necesario.

Además, la adopción de un modelo metodológico reconocido y validado en investigaciones científicas, especialmente en ciencias de la salud, contribuye a fortalecer la solidez del trabajo académico y garantiza que los resultados obtenidos mediante la encuesta no solo reflejen una situación particular, sino que puedan ser útiles para establecer comparaciones, identificar patrones o incluso proponer mejoras en los protocolos de uso del sistema Dual Flow en entornos clínicos.

En resumen, la aplicación del enfoque de Sampieri en el desarrollo de este cuestionario tipo encuesta no solo aporta una base metodológica sólida, sino que también asegura que el instrumento esté alineado con los estándares científicos exigidos para estudios que buscan generar evidencia aplicable en la práctica clínica, fortaleciendo así el vínculo entre la tecnología, el profesional de la salud y el paciente.

Entrevista

¿Qué es una Entrevista?

La entrevista es una técnica fundamental en la investigación cualitativa que consiste en un encuentro comunicativo entre un entrevistador y un entrevistado, cuyo propósito es obtener información profunda y detallada sobre experiencias, percepciones o conocimientos específicos (*Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona, 2018*). A través de esta interacción, se recopilan datos que no suelen ser accesibles mediante otros métodos, permitiendo comprender contextos, significados y actitudes de los sujetos investigados.

Tipos de Entrevista

Según la estructuración y el grado de rigidez en el manejo de las preguntas, las entrevistas pueden clasificarse en:

Entrevista estructurada: Se basa en un cuestionario con preguntas cerradas y orden fijo, donde el entrevistador sigue un guion rígido. Es útil cuando se requiere comparar datos de manera homogénea (*Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona, 2018*).

Entrevista semiestructurada: Combina preguntas predefinidas con flexibilidad para que el entrevistador pueda profundizar o reformular preguntas según la respuesta del entrevistado. Es el formato más común en la investigación cualitativa, ya que permite adaptarse al desarrollo de la conversación (*Acevedo, 2020*).

Entrevista no estructurada o en profundidad: Carece de un guion formal, y el diálogo se desarrolla de forma libre con base en temas generales a explorar. Busca descubrir significados y perspectivas subjetivas sin limitaciones estrictas (*Calabuig, 2010*).

Cómo se Hacen las Entrevistas

El proceso de realización de entrevistas requiere una preparación cuidadosa, que incluye:

Diseño del guion o protocolo: Se elabora un esquema con los temas y preguntas principales a tratar, priorizando preguntas abiertas para obtener respuestas amplias y ricas en contenido (*Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona, 2018*).

Selección de los participantes: Se eligen los entrevistados que puedan aportar información relevante y representativa al objeto de estudio (*Acevedo, 2020*).

Conducción de la entrevista: Se establece un ambiente de confianza y respeto, fomentando la espontaneidad y sinceridad del entrevistado. El entrevistador debe ser empático, escuchar activamente y estar preparado para guiar la conversación sin imponer sus propias ideas (*Calabuig, 2010*).

Registro y análisis: Es fundamental registrar las entrevistas, preferiblemente mediante grabación, para conservar el contenido íntegro. Posteriormente se transcriben y analizan de acuerdo con los objetivos investigativos (*Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona, 2018*).

Guiones para Entrevistas

El guion de entrevista es una herramienta clave que orienta el desarrollo de la conversación, garantizando que se aborden los temas relevantes. Este debe incluir:

Preguntas de introducción para relajar al entrevistado y contextualizar el tema.

Preguntas centrales o de desarrollo, abiertas y flexibles, que exploren en profundidad los aspectos de interés.

Preguntas de cierre para concluir la entrevista de manera natural y recoger posibles comentarios adicionales (*Acevedo, 2020*).

El guion puede ser ajustado en función de la dinámica de cada entrevista, especialmente en formatos semiestructurados o no estructurados, para facilitar una conversación fluida y enriquecedora.

Métodos y Consideraciones para la Entrevista

Las entrevistas pueden ser individuales o grupales, presenciales o virtuales, y su elección depende de la naturaleza del estudio y las características de los participantes (*Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona, 2018*). En todos los casos, es indispensable considerar aspectos éticos, como la confidencialidad, el consentimiento informado y el respeto hacia los entrevistados (*Calabuig, 2010*).

El entrevistador debe poseer habilidades comunicativas, capacidad de escucha activa y manejo de la dinámica interpersonal, con el fin de maximizar la calidad de la información obtenida (*Acevedo, 2020*).

La Entrevista como Herramienta de Investigación en Salud

En el ámbito de la salud, las entrevistas se han consolidado como una herramienta clave dentro de la investigación cualitativa, permitiendo acceder a la experiencia subjetiva de pacientes, profesionales sanitarios y otros actores del sistema de salud. Esta técnica permite comprender cómo las personas viven, interpretan y enfrentan los procesos de enfermedad, diagnóstico, tratamiento y atención, aportando información valiosa que no siempre puede ser capturada mediante métodos cuantitativos.

Aportes de la Entrevista en Contextos Sanitarios

En investigaciones en salud, las entrevistas permiten explorar fenómenos como la percepción del riesgo, la calidad en la atención, la adherencia a tratamientos o la comunicación entre personal sanitario y pacientes. A través de ellas, es posible identificar barreras de acceso, aspectos culturales que influyen en la atención y emociones asociadas al proceso de *enfermedad* (*Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona, 2018*).

Además, este instrumento es útil para indagar la experiencia de los profesionales de la salud, comprendiendo su perspectiva respecto al entorno laboral, la relación con los pacientes y la toma de decisiones clínicas. Según (*Calabuig, 2010*), la entrevista ofrece una aproximación valiosa a los significados que construyen los individuos dentro de sus contextos sociales y profesionales, lo cual es especialmente relevante en entornos sanitarios complejos.

Enfoque Semiestructurado en Salud

El formato semiestructurado es particularmente útil en investigaciones en salud, ya que ofrece un equilibrio entre la orientación temática y la libertad de expresión del entrevistado. Este tipo de entrevista facilita la adaptación del guion a las respuestas del participante, permitiendo profundizar en aspectos inesperados o relevantes que surgen durante la conversación (*Acevedo, 2020*).

Por ejemplo, en estudios sobre comunicación médico-paciente o experiencias de usuarios con servicios de diagnóstico, la entrevista semiestructurada permite al investigador no solo obtener información directa, sino también captar matices emocionales, preocupaciones subyacentes y expectativas del usuario.

Consideraciones Éticas y Metodológicas

Cuando se aplican entrevistas en investigaciones en salud, es indispensable cuidar aspectos éticos como el consentimiento informado, la confidencialidad de la información y la sensibilidad hacia temas personales o clínicos. Tal como señala (*Calabuig, 2010*), el investigador debe generar un ambiente de confianza, mostrando respeto y empatía hacia el entrevistado, lo cual es esencial en contextos donde se abordan experiencias íntimas o difíciles relacionadas con la salud.

Asimismo, la claridad en el diseño del guion, la selección adecuada de los participantes (pacientes, familiares, profesionales) y una postura activa de escucha son elementos clave para garantizar la validez y profundidad de los datos recogidos (*Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona, 2018*).

Guion Entrevista Médico Radiólogo

Entrevistador: ¡Muy buenas tardes! Dr. [Nombre del médico]. Mi nombre es Melissa Vargas Ramírez, estoy trabajando en conjunto con dos compañeras estudiantes, pertenecemos al programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), le agradezco por participar en esta entrevista.

Como parte de una investigación relacionada con el uso del sistema Dual Flow para la administración de medios de contraste en estudios tomográficos, queremos conocer su perspectiva profesional sobre esta nueva tecnología. ¡Bienvenido Dr.!

Entrevistador: Para comenzar, me gustaría conocer un poco más sobre su experiencia profesional.

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: ¿Podría contarme brevemente sobre su trayectoria en el campo de la radiología?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: ¿Desde hace cuánto tiempo interpreta estudios tomográficos que requieren administración de medios de contraste?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: Ahora, me gustaría hablar específicamente sobre su experiencia con el sistema Dual Flow, teniendo en cuenta que en diagnóstico Cedimed se está implementando desde el último semestre del 2024. ¿Qué conocimiento tiene sobre el sistema Dual Flow en Tomografía Computarizada?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: Desde su experiencia en la lectura de estudios tomográficos, ¿Ha notado inconsistencias en la calidad diagnóstica de las imágenes obtenidas con el sistema Dual Flow?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: ¿Ha notado alguna diferencia significativa en la opacificación de las estructuras vasculares o en la perfusión de órganos específicos cuando se emplea este sistema?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: ¿Hay estudios específicos en los que no recomendaría el uso del sistema Dual Flow? ¿Por qué?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: En su experiencia, ¿cómo evalúa el sistema Dual Flow en relación con la seguridad del paciente durante y después de la administración del medio de contraste? ¿Ha notado alguna diferencia en comparación con otros sistemas?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: ¿Qué impacto, si alguno ha observado en la calidad de imagen cuando se utiliza el sistema Dual Flow, particularmente en relación con artefactos en áreas vasculares?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: Según su criterio ¿Cuál considera que es la proporción de dilución adecuada para estudios tomográficos abdominales utilizando el sistema Dual Flow?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: Para finalizar... ¿Sugiere alguna modificación a este protocolo en función del tipo de estudio, condición del paciente o región anatómica?

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: ¿Hay algún otro comentario o experiencia personal que desee compartir respecto al sistema Dual Flow y su impacto en el diagnóstico por imágenes?"

Dr. [Apellido del médico]: Respuesta

Entrevistador: Le agradecemos sinceramente por compartir su tiempo y experiencia con nosotros. Sus valiosos aportes enriquecen el conocimiento académico y contribuyen significativamente a la formación continua del personal en los servicios de imágenes diagnósticas, especialmente en relación con el uso del sistema Dual Flow.

Estamos seguros de que su perspectiva será de gran utilidad para fortalecer las buenas prácticas en nuestra área.

Análisis y Gráficas

El presente análisis se basa en los resultados obtenidos a través de la aplicación de un instrumento tipo encuesta, diseñado para conocer el grado de conocimiento, percepción y experiencias de tecnólogos en imágenes diagnósticas respecto al sistema Dual Flow.

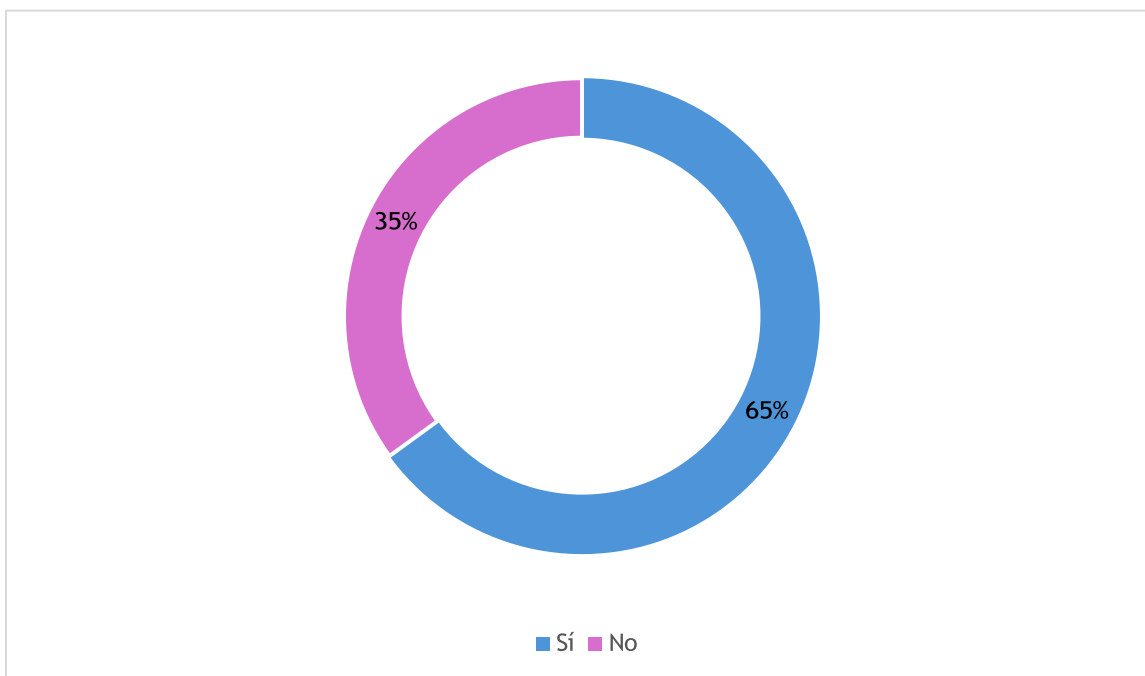
La encuesta fue respondida por un total de **100 tecnólogos**, y se estructuró en función del conocimiento previo que los participantes tuvieran sobre el sistema Dual Flow. Para aquellos encuestados que indicaron **sí conocer** esta tecnología, se formularon **22 preguntas** orientadas a explorar aspectos técnicos, prácticos, beneficios percibidos, desventajas y su aplicabilidad clínica. Por otro lado, los encuestados que manifestaron **no conocer** el sistema respondieron a un bloque de **10 preguntas** centradas en su experiencia general con la administración de medios de contraste, así como en su disposición a recibir formación o a implementar tecnologías innovadoras en su entorno laboral.

Este instrumento permitió recolectar información clave que sirve como base para comprender no solo el nivel de familiaridad con el sistema Dual Flow entre los tecnólogos, sino también sus opiniones sobre su impacto en la práctica clínica, la seguridad del paciente y la calidad diagnóstica. A continuación, se presentan los principales hallazgos y un análisis detallado de las respuestas obtenidas.

Tabla 7*Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 8*

¿Ha escuchado o tiene conocimiento sobre el sistema Dual Flow en Tomografía Computarizada?

Sí	65
No	35
Total	100

*Nota. Autoría propia. 2025***Figura 17***Análisis gráfico, pregunta N° 8**Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. Autoría Propia.*

Los resultados muestran que el 65% de los encuestados respondió afirmativamente, mientras que el 35% indicó no tener conocimiento sobre el sistema Dual Flow. Este dato evidencia que, aunque una mayoría significativa de los tecnólogos en imágenes diagnósticas ha

tenido algún tipo de acercamiento o información sobre esta tecnología, aún persiste un porcentaje considerable de profesionales que no la conocen.

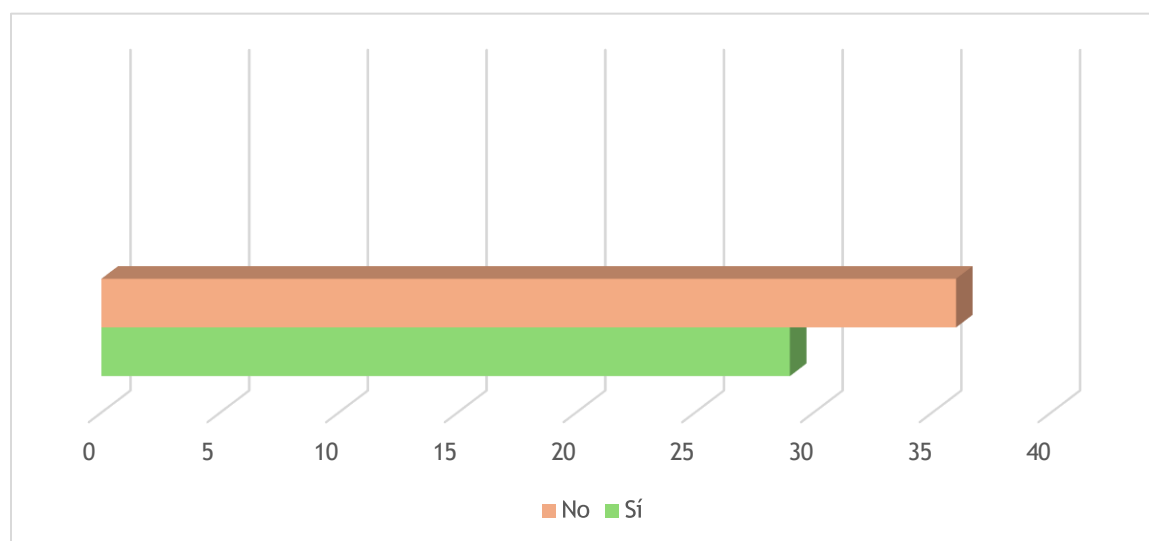
Este hallazgo representa una valiosa oportunidad para fortalecer los procesos de formación y divulgación sobre el sistema Dual Flow. El hecho de que más de un tercio de los participantes no esté familiarizado con esta tecnología revela un espacio abierto para la actualización académica y técnica, así como para la implementación de estrategias educativas que promuevan la innovación en la práctica radiológica.

Nota Aclaratoria. Con el fin de obtener información más precisa y segmentada, se aplicó una ramificación dentro del instrumento de encuesta. Aquellos participantes que respondieron "sí" al conocimiento del sistema Dual Flow accedieron a un conjunto de 22 preguntas específicas (de la pregunta 11 a la 26), enfocadas en su experiencia, percepción técnica y aplicación clínica del sistema. Por otro lado, quienes indicaron "no" a conocer el sistema respondieron a 10 preguntas diferentes, orientadas a explorar sus prácticas actuales, disposición para adoptar nuevas tecnologías y necesidades formativas. Esta estrategia permitió profundizar en ambos perfiles de respuesta y enriquecer el análisis con base en el nivel de familiaridad con el sistema.

Tabla 8*Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 11*

¿Ha recibido capacitación formal sobre el uso del Sistema Dual Flow?

Sí	29
No	36
Total	65

*Nota. Autoría propia. 2025***Figura 18***Análisis gráfico, pregunta N° 11**Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. Autoría Propia.*

El siguiente análisis se realiza con base en dos preguntas dirigidas a los 65 tecnólogos que afirmaron conocer el sistema Dual Flow: si han recibido capacitación formal sobre su uso y cómo adquirieron ese conocimiento, se evidenció una brecha importante entre el reconocimiento general de esta tecnología y la formación tecnológica formal para su correcto uso. Al preguntar si habían recibido capacitación específica sobre el manejo del sistema, solo 29 encuestados que corresponde al 44.6% respondieron afirmativamente, mientras que 36 (55.4%) indicaron no

haber recibido formación formal al respecto. Este dato revela una situación preocupante, ya que el Dual Flow no es un sistema intuitivo, sino que requiere ajustes técnicos precisos en los parámetros de inyección de contraste y solución salina para lograr resultados óptimos y seguros en los estudios.

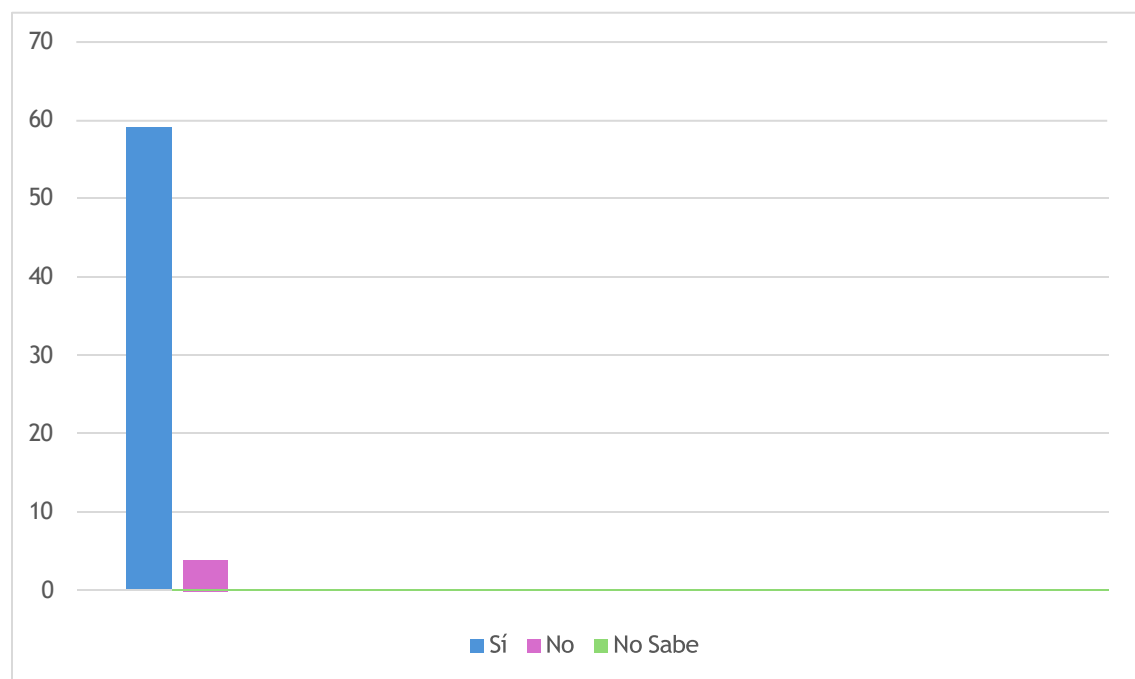
Al profundizar en cómo los tecnólogos adquirieron ese conocimiento, se observó que la mayoría lo hizo a través de la experiencia laboral (40%), seguida por la formación académica (35.4%), mientras que solo un 15.4% accedió al conocimiento mediante capacitaciones institucionales. Un pequeño porcentaje (9.2%) lo conoció por otras vías no especificadas. Este patrón confirma que buena parte de los tecnólogos han aprendido sobre el sistema de manera empírica, es decir, directamente en el entorno clínico, observando o manipulando el sistema sin necesariamente haber sido capacitados de forma estructurada o certificada.

Actualmente, el sistema Dual Flow no cuenta con una amplia documentación científica ni una presencia consolidada en los programas académicos formales. Esta escasez de literatura especializada y contenidos curriculares dedicados específicamente a esta tecnología lleva a cuestionar la solidez del conocimiento adquirido por quienes afirman haberlo conocido en contextos académicos o mediante capacitaciones institucionales. Esto no implica que dichas experiencias no sean válidas, pero sí sugiere que el acceso a información confiable y estructurada sobre el Dual Flow es limitado, lo cual puede derivar en interpretaciones parciales, conocimientos fragmentados o incluso desactualizados.

El hecho de que el conocimiento del sistema no esté siendo reforzado ni estandarizado por capacitaciones institucionales respaldadas académicamente, limita el impacto real de esta tecnología en la práctica clínica.

Tabla 9*Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 13*

¿Considera que el Sistema Dual Flow reduce el riesgo de reacciones adversas al medio de contraste?	
Sí	41
No	15
No sabe / No responde	9
Total	65

*Nota. Autoría propia. 2025***Figura 19***Análisis gráfico, pregunta N° 13**Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. Autoría Propia.*

Entre los 65 tecnólogos que afirmaron conocer el sistema Dual Flow, una amplia mayoría (59 profesionales, equivalentes al 90.8%) considera que su uso contribuye a reducir el riesgo de nefropatía inducida por medios de contraste (NIC). Solo 4 tecnólogos (6.2%) respondieron que no, y 2 (3%) manifestaron no saber. Esta percepción general positiva destaca una confianza

significativa en el potencial del sistema para mejorar la seguridad del paciente, especialmente en contextos donde existe riesgo renal.

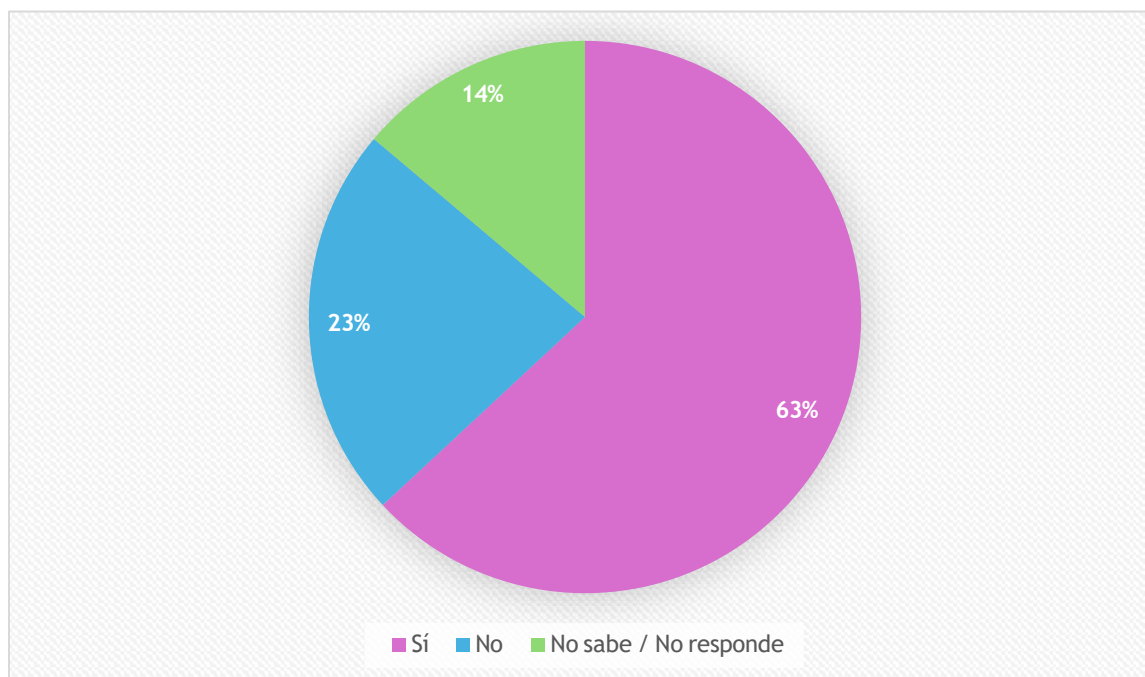
El Dual Flow permite una administración simultánea y controlada de medio de contraste y solución salina, lo cual puede ayudar a optimizar la cantidad total de contraste yodado utilizado en los estudios tomográficos. Al reducir la carga de contraste sin comprometer la calidad de imagen, se disminuye potencialmente el impacto negativo sobre la función renal, lo cual es especialmente relevante en pacientes con factores de riesgo preexistentes, (*Balparda Arias, J. K., & Gaviria Barrera, M. E. 2008*).

Aunque esta percepción es ampliamente compartida por los encuestados, es importante señalar que la evidencia científica aún es limitada y no concluyente respecto al impacto directo del Dual Flow en la prevención de la NIC. Aun así, los tecnólogos parecen reconocer que su uso representa una estrategia favorable dentro de un enfoque más amplio de protección renal.

Esta valoración positiva refuerza la necesidad de que los profesionales de imágenes diagnósticas estén bien informados sobre los beneficios reales y las limitaciones del sistema, de modo que las decisiones clínicas se basen en criterios técnicos sustentados y no solo en suposiciones o experiencias aisladas. También subraya la importancia de continuar investigando en esta área para validar, con evidencia sólida, el verdadero impacto del Dual Flow en la reducción de eventos adversos relacionados con el uso de medios de contraste.

Tabla 10*Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 14*

¿Considera que el Sistema Dual Flow reduce el riesgo de reacciones adversas al medio de contraste?	
Sí	41
No	15
No sabe / No responde	9
Total	65

*Nota. Autoría propia. 2025***Figura 20***Análisis gráfico, pregunta N° 14**Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. Autoría Propia.*

A continuación, se realizará un análisis conjunto de dos preguntas relacionadas con la percepción de los tecnólogos sobre el impacto del sistema Dual Flow en la reducción de reacciones adversas y en la mejora de la experiencia del paciente durante la administración del medio de contraste.

La percepción sobre la influencia del sistema Dual Flow en la seguridad y comodidad del paciente durante la administración del medio de contraste es diversa, aunque mayoritariamente positiva. En cuanto a la reducción del riesgo de reacciones adversas al medio de contraste, 41 tecnólogos (63%) consideran que el sistema contribuye a disminuir dichas reacciones, mientras que 15 (23%) opinan que no y 9 (14%) no saben o no respondieron. Esta mayoría indica una confianza moderada en que el Dual Flow podría jugar un papel en la prevención de eventos adversos relacionados con la administración del contraste.

De manera complementaria, al evaluar si el uso del sistema ha mejorado la experiencia y tolerancia del paciente durante el procedimiento, 38 tecnólogos (58.5%) observaron una mejoría en la sintomatología y confort del paciente, en contraste con 15 (23%) que no notaron diferencia y 12 (18.5%) que no supieron o no tenían información suficiente para opinar. Estos resultados sugieren que, para más de la mitad de los profesionales, el sistema no solo impactaría en la seguridad sino también en la percepción de bienestar del paciente durante la toma del estudio.

Sin embargo, la significativa proporción que no percibe un cambio o no cuenta con suficiente información indica que aún existe incertidumbre o falta de evidencia clara sobre estos beneficios en la práctica clínica diaria. Esto puede relacionarse con la mencionada limitada capacitación formal y escasa documentación científica sobre el sistema, lo que dificulta un manejo completamente informado y homogéneo.

En conjunto, estos datos reflejan que, aunque el sistema Dual Flow es valorado por la mayoría como una herramienta que potencialmente reduce reacciones adversas y mejora la tolerancia del paciente, persisten dudas y vacíos de conocimiento que requieren mayor difusión, capacitación y estudios clínicos que sustenten estos beneficios de manera objetiva.

Tabla 11

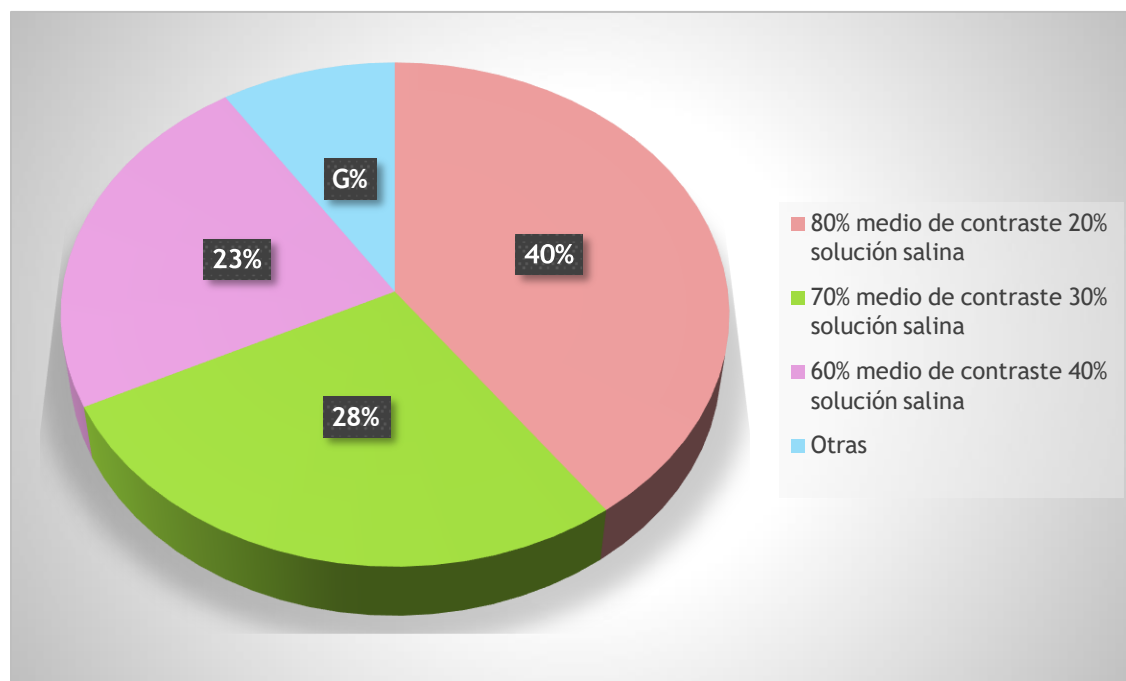
Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 17

En caso de utilizar el sistema Dual Flow ¿Cuál es la proporción que emplea entre medio de contraste y solución salina durante la inyección?	
80% medio de contraste 20% solución salina	26
70% medio de contraste 30% solución salina	18
60% medio de contraste 40% solución salina	15
Otras	6
Total	65

Nota. Autoría propia. 2025

Figura 21

Análisis gráfico, pregunta N° 17



Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. Autoría Propia.

Se analizan dos preguntas enfocadas en el uso técnico del sistema Dual Flow: una sobre si permite un mejor control de la dosis de contraste y otra sobre las proporciones de mezcla que los tecnólogos suelen utilizar entre medio de contraste y solución salina.

Una gran mayoría de los tecnólogos considera que el sistema Dual Flow sí permite un mejor control de la cantidad de medio de contraste que se administra al paciente. De los encuestados, 36 están totalmente de acuerdo y 23 de acuerdo, lo que suma 59 tecnólogos (91%) con una percepción positiva. Solo 6 (9%) manifestaron estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo. Esto muestra una confianza generalizada en que el sistema ofrecería precisión al momento de dosificar, lo que puede traducirse en mayor seguridad para el paciente y mejores resultados diagnósticos.

Sin embargo, es importante detenerse en ese 9% de participantes que no comparten esta percepción positiva. Existen varias razones posibles para este desacuerdo. En primer lugar, pudiese estar relacionado con experiencias previas de mal funcionamiento del sistema, fallas técnicas o errores de configuración en el inyector, lo cual podría generar desconfianza. También es posible que estos tecnólogos hayan enfrentado dificultades durante la programación del volumen o flujo de contraste y solución salina, especialmente porque no han recibido una capacitación adecuada. Otra posibilidad es que algunos interpreten que el sistema, al realizar una mezcla automática, limita el control manual y personalizado sobre la dosificación, algo que ciertos tecnólogos valoran cuando prefieren adaptar las cantidades caso por caso.

Respecto a las proporciones empleadas en la inyección entre medio de contraste y solución salina, se observa una distribución variada entre los tecnólogos que usan el sistema. La mayor parte prefiere utilizar una proporción alta de medio de contraste: 26 profesionales emplean una relación 80% medio de contraste y 20% solución salina, seguido de 18 que utilizan 70%-

30% y 15 que optan por 60%-40%. Un grupo menor emplea otras proporciones según sus protocolos o experiencia. Esta diversidad refleja que, aunque hay un consenso sobre el control de dosis, la forma práctica de aplicarlo varía según las condiciones del centro, las características del paciente y la práctica clínica.

Este análisis refleja que, aunque el Dual Flow es bien valorado por los encuestados, debido a su probable capacidad de controlar la dosis, existe variedad en las proporciones usadas en la práctica, lo cual indica que aún hay espacio para establecer recomendaciones más claras y unificar su administración.

Tabla 12

Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 19

Tipo de estudio / condición	N.º de personas que lo mencionan
Todos los estudios contrastados / en general	14
Angiotomografías / Angios / AngioTAC	23
Abdomen (incluye "contrastado", "fase portal", etc.)	20
Tórax	14
Cuello	6
Cerebro / Cráneo	3
Urotomografía / Urografía / Urotac	6
Cardíacos / Corazón / Coronarias / TAVI	5
Musculoesqueléticos	1
Estudios trifásicos	1

Tipo de estudio / condición	N.º de personas que lo mencionan
Pulmonares / TEP / Hipertensión pulmonar	6
Estudios arteriales / venosos (sin especificar órgano)	4
Pacientes con función renal comprometida	1
Estudios que no requieran opacificación elevada	2
Estudios con más de 50 cc de contraste	1
Estudios corporales contrastados (genérico)	1
No aplica / No se usaría en angio / NA / N / blanco	6

Nota. Autoría propia. 2025

A continuación, se analiza una pregunta abierta dirigida a los tecnólogos en imágenes diagnósticas sobre los tipos de estudios tomográficos en los que consideran útil la aplicación del sistema Dual Flow. Las respuestas fueron organizadas por áreas anatómicas o condiciones clínicas con el fin de identificar tendencias y posibles errores de concepto.

Las respuestas revelan una amplia gama de percepciones sobre en qué estudios se podría utilizar el sistema Dual Flow. La categoría más mencionada fue angiotomografías (23 respuestas), lo cual resulta especialmente llamativo, ya que este tipo de estudio requiere la administración de medio de contraste puro y más denso, debido a la necesidad de lograr una opacificación vascular máxima y precisa en un tiempo exacto, lo cual es fundamental para obtener imágenes diagnósticas de alta calidad (*Clínica Zurbano, s.f. 2024.*) En estos casos, el uso del sistema Dual Flow, que implica la dilución del contraste con solución salina, podría no ser técnicamente apropiado, pues pudiese comprometer la calidad diagnóstica. Este mismo error se

repite en las menciones a estudios cardíacos (5 respuestas), donde también se utilizan contrastes altamente concentrados y técnicas de inyección rápida.

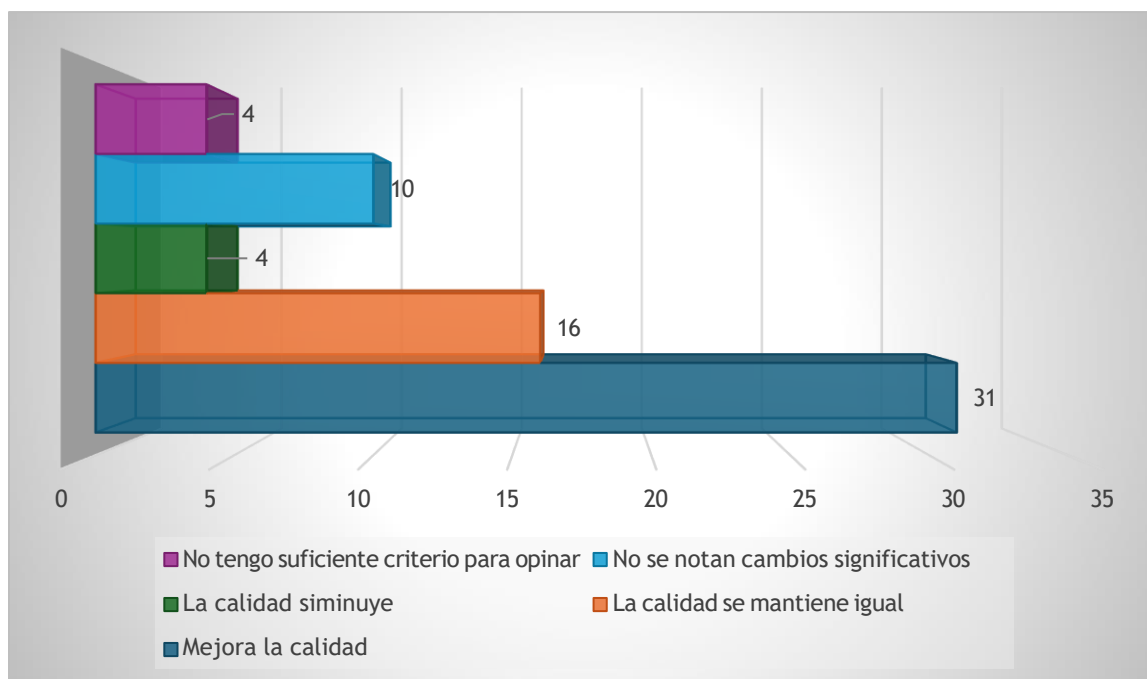
En conjunto, el 27.7% de las respuestas corresponden a usos diferentes del sistema, lo cual evidencia una confusión conceptual importante, probablemente derivada de la falta de capacitación formal sobre esta tecnología. Además, también deja ver una cierta resistencia al cambio de parte de algunos tecnólogos, que tienden a aplicar el Dual Flow de forma generalizada, sin discriminar técnicamente cuándo es adecuado y cuándo no.

Por otro lado, se observaron respuestas que sí están alineadas con el uso correcto del sistema. Por ejemplo, 20 menciones refieren al abdomen, incluyendo fases como la portal, donde el Dual Flow podría ser útil para mantener una opacificación estable y uniforme, evitando artefactos por sobre concentración de contraste. También se mencionan otros estudios en tórax (14 respuestas), cuello (6), urografía (6) y pulmonares (6), donde el uso del Dual Flow puede ser beneficioso dependiendo del protocolo y el tipo de paciente.

Asimismo, algunos tecnólogos demostraron una comprensión más clínica al referirse a pacientes con función renal comprometida o estudios que no requieren opacificación elevada, lo cual podría reflejar un uso consciente del sistema como herramienta para reducir carga de contraste.

Tabla 13*Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 20*

¿Cómo considera que influye el sistema Dual Flow en la calidad de las imágenes tomográficas?	
Mejora la calidad	31
La calidad se mantiene igual	16
La calidad disminuye	4
No se notan cambios significativos	10
No tengo suficiente criterio para opinar	4
Total	65

*Nota. Autoría propia. 2025***Figura 22***Análisis gráfico, pregunta N° 20**Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. Autoría Propia.*

A través de las encuestas aplicadas a los tecnólogos en imágenes diagnósticas, se recolectó información sobre su percepción frente al Sistema Dual Flow, particularmente en relación con la calidad de imagen, la opacificación vascular, la presencia de artefactos y los tiempos de adquisición. Aunque predominan las opiniones favorables, es importante realizar un análisis crítico de las respuestas, reconociendo no solo los beneficios percibidos, sino también posibles errores conceptuales y vacíos formativos que emergen del estudio.

Influencia en la Calidad de las Imágenes Tomográficas

Un total de 31 participantes (47,7%) afirmaron que el sistema mejora la calidad de imagen, mientras que 16 (24,6%) consideran que se mantiene igual y solo 4 (6,2%) opinan que disminuye. Otros 10 (15,4%) no notan cambios significativos y 4 (6,2%) no tienen el criterio suficiente para opinar.

Aunque la mayoría percibe una mejora, desde un punto de vista técnico, es necesario matizar esta afirmación. El sistema Dual Flow no tiene como propósito directo mejorar la resolución espacial o el contraste de imagen, sino controlar la administración del medio de contraste mediante la inyección simultánea de medio de contraste y solución salina. Por tanto, la mejora de imagen es indirecta y depende de un uso adecuado del sistema según el protocolo clínico. La percepción de mejora puede estar influida más por la homogeneidad del realce y la reducción de artefactos, que, por una mejora objetiva en la calidad de imagen, lo que evidencia una posible confusión entre calidad diagnóstica y calidad técnica de imagen.

Cambios en la Opacificación Vascular

Las respuestas fueron variadas: 21 (32,3%) afirmaron que mejora la opacificación sin afectar la calidad, 18 (27,7%) que mejora tanto la opacificación como la calidad, 15 (23,1%) que

se reduce la opacificación, pero se mantiene la calidad diagnóstica, y 2 (3,1%) que disminuye tanto la opacificación como la calidad.

Este resultado plantea un punto crítico. Técnicamente, el sistema Dual Flow puede generar una curva de opacificación más prolongada pero menos intensa, dependiendo de la dilución y el flujo. Por tanto, en estudios que requieren un pico máximo de opacificación, como angiogramas, una mala selección de protocolo puede reducir el contraste intravascular y comprometer la calidad diagnóstica. Esto sugiere que algunos participantes no tienen claridad sobre las indicaciones específicas del sistema y lo generalizan para estudios donde su uso podría no ser ideal. La contradicción en las respuestas revela la necesidad de protocolizar el uso del sistema según el tipo de estudio y estructura anatómica evaluada.

Reducción de Artefactos por Hiperdensidad

En este caso, la gran mayoría, 54 participantes (83,1%), respondió que la dilución del contraste con solución salina reduce los artefactos por hiperdensidad, mientras que 11 (16,9%) opinan que no.

Esta es una de las áreas donde hay mayor consenso técnico, ya que la mezcla y la posterior inyección de solución salina podría disminuir los artefactos por hiperdensidad en áreas críticas.

Impacto en los Tiempos de Adquisición

Respecto al tiempo, 26 tecnólogos (40%) afirmaron que mejora los tiempos de adquisición, 25 (38%) no notaron diferencia, 9 (14%) consideran que los aumenta, y 5 (8%) no saben.

Este resultado refleja cierta dispersión en la comprensión del impacto operativo del sistema. Desde un punto de vista técnico, el Dual Flow no acelera las adquisiciones, pero podría facilitar una administración más precisa del contraste.

Tabla 14

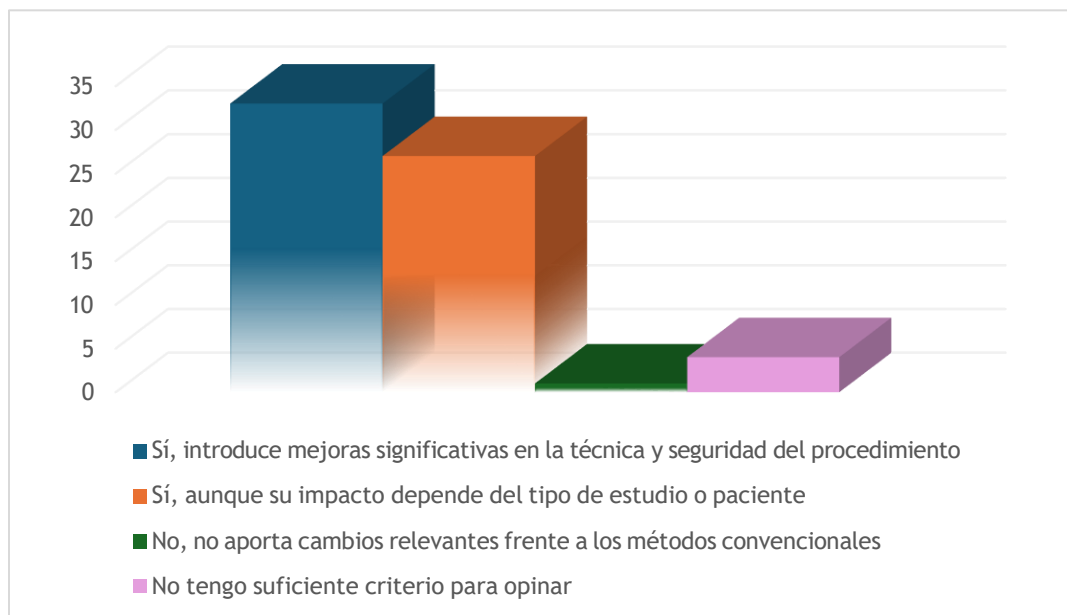
Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 26

¿Considera que el sistema Dual Flow representa una innovación tecnológica relevante en los estudios de tomografía?	
Sí, introduce mejoras significativas en la técnica y seguridad del procedimiento	33
Sí, aunque su impacto depende del tipo de estudio o paciente	27
No, no aporta cambios relevantes frente a los métodos convencionales	1
No tengo suficiente criterio para opinar	4
Total	65

Nota. Autoría propia. 2025

Figura 23

Análisis gráfico, pregunta N° 26



Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. Autoría Propia.

La percepción del Sistema Dual Flow como una innovación tecnológica en el ámbito de la tomografía muestra una clara tendencia favorable entre los tecnólogos en imágenes diagnósticas, aunque también evidencia la existencia de puntos importantes en su apropiación técnica. En los resultados obtenidos, 33 tecnólogos (50,8%), consideran que este sistema introduce mejoras significativas tanto en la técnica como en la seguridad del procedimiento, lo que refleja un reconocimiento de su impacto positivo en la práctica clínica. A este grupo se suma otro 41,5% (27 tecnólogos) que, si bien valida al Dual Flow como una innovación, señala que su utilidad depende del tipo de estudio o de las condiciones del paciente. En conjunto, el 92,3% de los participantes percibe al sistema como una mejora con valor clínico, ya sea de forma general o contextualizada, lo cual demuestra una alta aceptación de su implementación.

Sin embargo, la apreciación de que su efectividad depende del tipo de estudio, expresada por el 41,5%, introduce una perspectiva crítica muy relevante. Esta postura no contradice el valor de la innovación, sino que evidencia un mayor nivel de comprensión técnica. Existen escenarios clínicos donde el uso del sistema requiere ajustes específicos o puede resultar poco útil si no se adapta adecuadamente. Por ejemplo, en estudios que demandan una alta concentración de contraste, como las angiotomografías, una dilución no controlada podría interferir con la calidad diagnóstica. Por tanto, esta visión demuestra que los tecnólogos están reconociendo que el impacto de una innovación no se mide únicamente por su novedad tecnológica, sino por su aplicabilidad adecuada a cada situación clínica.

Los resultados reflejan una percepción amplia y favorable del Sistema Dual Flow como una innovación tecnológica que podría contribuir tanto a conservar la calidad de los estudios tomográficos como a la seguridad del paciente. No obstante, esta percepción sugiere que su adopción efectiva depende del contexto clínico, del conocimiento del tecnólogo y de la existencia

de protocolos bien estructurados. Una innovación, por tanto, no debe entenderse solo como una herramienta nueva, sino como una práctica transformadora que requiere comprensión, juicio clínico y gestión técnica para lograr su verdadero impacto en la calidad y eficiencia del diagnóstico por imágenes.

Nota aclaratoria: A continuación, se presentan los análisis realizados con base en las respuestas de los tecnólogos en imágenes diagnósticas que manifestaron no tener conocimiento previo del Sistema Dual Flow. Estas interpretaciones se construyen a partir de sus percepciones y criterios profesionales generales, sin experiencia directa en el uso del sistema.

Tabla 15

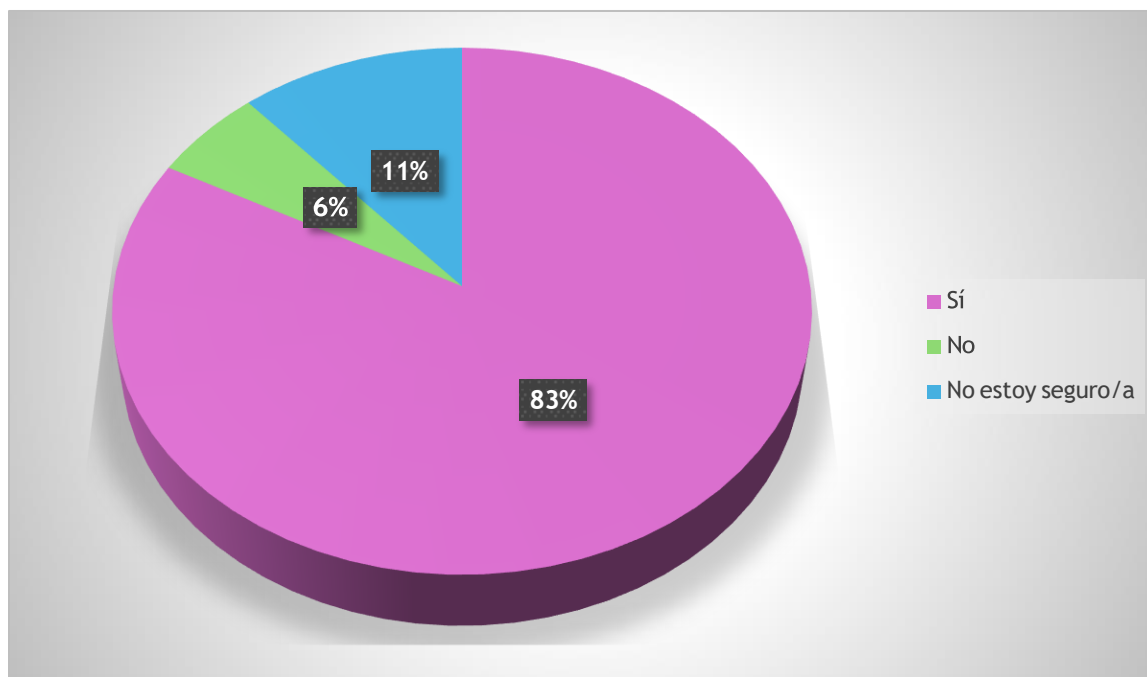
Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 31

¿Considera que la automatización en la administración de medio de contraste y solución salina de forma simultánea representa una mejora significativa en la seguridad del paciente durante estudios tomográficos?	
Sí	29
No	2
No estoy seguro/a	4
Total	35

Nota. Autoría propia. 2025

Figura 24

Análisis gráfico, pregunta N° 31



Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. *Autoría Propia.*

Los resultados obtenidos a partir de la percepción de 35 tecnólogos en imágenes diagnósticas que no conocían previamente el Sistema Dual Flow ofrecen una visión reveladora sobre la intuición profesional respecto a la automatización en la administración simultánea de medio de contraste y solución salina. De este grupo, un contundente 82,8% (29 tecnólogos) considera que este tipo de automatización representaría una mejora significativa en la seguridad del paciente durante los estudios tomográficos. Este hallazgo adquiere gran valor si se tiene en cuenta que las respuestas se basan exclusivamente en criterios lógicos, conocimientos generales del área y experiencia clínica, sin una familiaridad directa con la tecnología evaluada.

Esta mayoría intuitiva sugiere que, incluso sin conocer a fondo los mecanismos técnicos del sistema, los tecnólogos comprenden de manera clara los riesgos asociados a la administración manual o no sincronizada de medios de contraste, como reacciones adversas, extravasaciones, artefactos por hiperdensidad o sobrecarga yodada. En este sentido, la automatización aparece, de forma natural, como una solución potencialmente más segura, al reducir la posibilidad de errores humanos, mejorar la precisión en los volúmenes administrados y permitir una mejor homogeneización en la distribución del contraste. Esta percepción favorable también puede asociarse al conocimiento general que tienen los tecnólogos sobre los principios de seguridad en radiología, como la necesidad de minimizar riesgos innecesarios para el paciente mediante tecnologías que aporten control y estandarización.

Por otro lado, el 11,4% de los encuestados (4 tecnólogos) manifestó no estar seguro respecto a la influencia de esta automatización en la seguridad del paciente. Esta respuesta, aunque minoritaria, revela una falta de certeza posiblemente relacionada con el desconocimiento técnico del funcionamiento detallado del sistema, o con la ausencia de referencias prácticas que les permitan valorar sus beneficios de forma concreta. Asimismo, un pequeño grupo del 5,7% (2 tecnólogos) respondió negativamente, afirmando que no consideran que la automatización represente una mejora significativa en este aspecto. Esta percepción puede estar influenciada por la confianza en los procedimientos manuales tradicionales o por una visión más conservadora frente a la incorporación de nuevas tecnologías.

Lo anterior deja una conclusión clave: incluso entre tecnólogos que no han sido capacitados en el uso del Sistema Dual Flow, existe una predisposición altamente positiva hacia la automatización cuando esta se asocia con la mejora de la seguridad del paciente. Esta percepción general valida la pertinencia de continuar promoviendo tecnologías automatizadas en

radiología, pero también señala la necesidad de acompañar estas innovaciones con estrategias sólidas de formación técnica. De este modo, no solo se consolidará la confianza inicial de los tecnólogos, sino que se garantizará su correcta implementación y uso clínico, maximizando los beneficios que estas herramientas pueden ofrecer al paciente.

Tabla 16

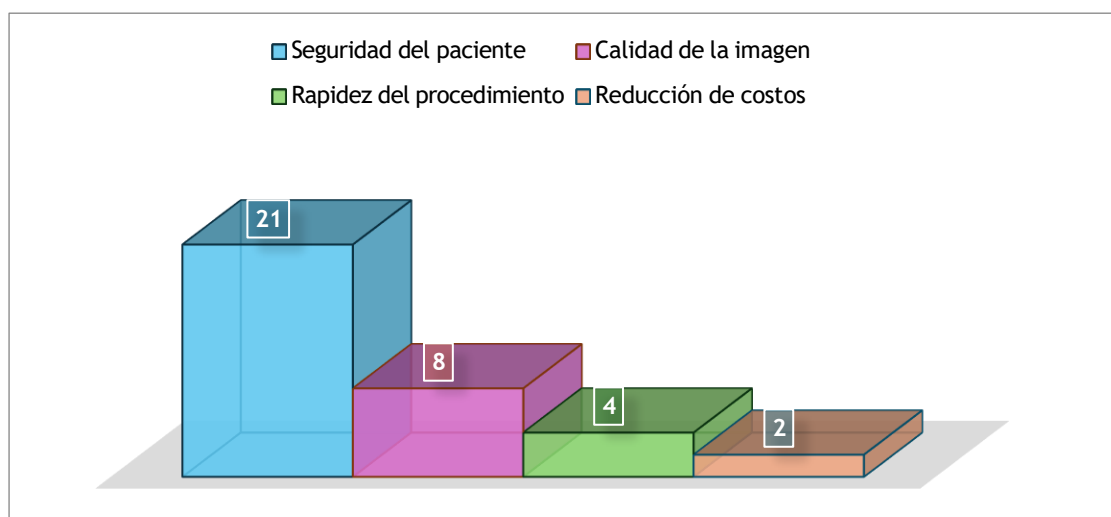
Analítica de resultados estadísticos, pregunta N° 36

Según su criterio profesional ¿Cuál de los siguientes factores consideras más importante al administrar medio de contraste?	
Seguridad del paciente	21
Calidad de imagen	8
Rapidez del procedimiento	4
Reducción de costos	2
Total	35

Nota. Autoría propia. 2025

Figura 25

Análisis gráfico, pregunta N° 36



Nota. Resultados obtenidos cuestionario tipo encuesta. Autoría Propia.

Los resultados de esta consulta evidencian una clara orientación ética y profesional entre los tecnólogos en imágenes diagnósticas, incluso en ausencia de familiaridad con tecnologías específicas como el Sistema Dual Flow. Ante la pregunta sobre cuál consideran el factor más importante al administrar medio de contraste, una mayoría significativa del 60% (21 tecnólogos) indicó que la seguridad del paciente debe ser la prioridad principal. Esta elección no solo refleja el alineamiento con los principios fundamentales de la atención en salud, como la no maleficencia y la protección del paciente, sino que también demuestra una sensibilidad clínica frente a los posibles riesgos asociados al uso de medios de contraste, tales como reacciones adversas, nefrotoxicidad o extravasaciones.

En segundo lugar, el 22,8% (8 tecnólogos) destacó la calidad de imagen como el factor determinante. Esta respuesta, aunque minoritaria frente a la seguridad, es también relevante, ya que sugiere una comprensión del equilibrio que debe existir entre una adecuada opacificación y la obtención de imágenes diagnósticas óptimas. En efecto, la calidad de imagen no puede desligarse de la seguridad, pues una imagen de mala calidad puede derivar en diagnósticos erróneos o repetición de estudios, lo que también compromete la seguridad del paciente de forma indirecta.

Por otro lado, un grupo menor de encuestados priorizó la rapidez del procedimiento (11,4%) y la reducción de costos (5,7%) como factores clave. Aunque estos elementos son relevantes en la dinámica de los servicios de salud (especialmente en instituciones con alta demanda o restricciones presupuestarias), su baja elección reafirma que, desde la perspectiva clínica, los tecnólogos valoran más la seguridad y la calidad sobre los operativos o financieros. Esta postura resulta especialmente importante en el contexto actual, donde el ritmo acelerado y

las presiones de eficiencia pueden llevar, en ocasiones, a descuidar aspectos fundamentales de la práctica radiológica.

Este análisis permite concluir que, aun sin conocer en profundidad sistemas automatizados como el Dual Flow, los tecnólogos tienen claridad sobre los principios fundamentales que deben guiar la administración de medio de contraste. La seguridad del paciente no solo es reconocida como una prioridad técnica, sino también como un compromiso ético que trasciende cualquier consideración secundaria. Estos hallazgos subrayan la importancia de diseñar y adoptar tecnologías que estén alineadas con estos valores profesionales y refuerzan la necesidad de implementar soluciones que no comprometan la seguridad en favor de la velocidad o el ahorro, sino que busquen integrar todos estos factores desde una visión integral y humanizada del cuidado en servicios de imágenes diagnósticas.

Análisis Entrevista

El presente análisis se basa en la entrevista realizada a un médico especialista en radiología e imágenes diagnósticas, con experiencia en instituciones de alto nivel como Cedimed, la Clínica Las Vegas y el Instituto Colombiano del Dolor. El objetivo fue explorar su percepción profesional sobre el sistema Dual Flow, recientemente implementado en algunos centros para la administración de medios de contraste en estudios tomográficos.

El entrevistado manifestó tener un conocimiento reciente y limitado sobre esta tecnología, adquirido a partir de conversaciones informales con colegas y por interés propio en la optimización del uso de medios de contraste. Este hecho resalta que, aunque el sistema Dual Flow ha comenzado a introducirse en la práctica clínica, su difusión y apropiación entre el personal médico aún es limitada. Esto pone en evidencia la necesidad de estrategias institucionales más efectivas de formación y divulgación sobre nuevas tecnologías.

Respecto a la calidad diagnóstica, el radiólogo indicó que no ha identificado inconsistencias significativas en los estudios tomográficos realizados desde que se empezó a utilizar el sistema. Sin embargo, reconoció no contar con trazabilidad suficiente para diferenciar entre los estudios realizados con Dual Flow y los realizados con técnicas convencionales. Esto limita la posibilidad de emitir juicios objetivos sobre el desempeño técnico del sistema y evidencia la falta de un registro sistemático que permita evaluaciones comparativas.

Si bien mencionó haber observado ocasionalmente estudios con una opacificación vascular deficiente, aclaró que no puede atribuir estas observaciones al uso del Dual Flow, ya que podrían estar relacionadas con otros factores técnicos o fisiológicos. En términos generales, considera que la calidad de los estudios en la institución ha sido consistentemente buena, lo que

sugiere que el sistema, al menos hasta ahora, no compromete los estándares diagnósticos establecidos.

En cuanto a la seguridad del paciente, el médico no ha notado variaciones en la frecuencia de reacciones adversas tras la administración del medio de contraste desde la implementación del sistema Dual Flow. Aunque no se cuenta con estadísticas institucionales específicas, esta percepción indica que, en la práctica observada, el sistema no ha generado un aumento de riesgo evidente para el paciente. No obstante, se reconoce que esta conclusión es preliminar y requiere ser respaldada por datos más robustos.

Sobre el uso del Dual Flow en estudios específicos, el entrevistado no ofreció una recomendación definitiva, dado que aún no se ha realizado una evaluación sistemática que permita establecer ventajas o limitaciones clínicas concretas. Señaló que algunos centros están comenzando a utilizar esta tecnología incluso en estudios complejos como la angiotomografía coronaria o de grandes vasos, con resultados que, según comentarios preliminares, han sido positivos. Sin embargo, insistió en que es necesario llevar a cabo investigaciones comparativas para poder extraer conclusiones válidas y aplicables a la práctica clínica local.

En lo que respecta a la proporción de dilución para estudios abdominales, el profesional mencionó que han sido empleadas combinaciones como 60/40 o 50/50, aunque enfatizó que estas deben ajustarse de acuerdo con las características individuales del paciente y las capacidades técnicas del equipo disponible. En línea con este planteamiento, reafirmó la importancia de adaptar los protocolos a la condición clínica de cada paciente, especialmente en aquellos con comorbilidades o alteraciones hemodinámicas.

Finalmente, el entrevistado demostró una actitud crítica y abierta al análisis científico, subrayando la importancia de continuar investigando sobre esta tecnología emergente. Su

disposición a colaborar con futuros estudios, así como a involucrar a grupos académicos en este proceso, representa una oportunidad significativa para generar evidencia local que respalde o cuestione la implementación del sistema Dual Flow en diferentes contextos clínicos.

La entrevista aporta una visión experta, cautelosa y reflexiva sobre el uso del sistema Dual Flow. Si bien su adopción aún es limitada y poco conocida entre los profesionales, la experiencia inicial sugiere que no ha generado afectaciones significativas en la calidad diagnóstica ni en la seguridad del paciente. El análisis revela oportunidades claras para fortalecer la capacitación del personal, mejorar la trazabilidad de los protocolos y promover investigaciones clínicas que permitan validar de forma rigurosa los posibles beneficios de esta innovación tecnológica.

Discusión

La implementación del sistema Dual Flow en tomografía computarizada representa un avance tecnológico que ha despertado interés por sus posibles aplicaciones clínicas. Este sistema permite mezclar medio de contraste con solución salina de manera simultánea y controlada durante la inyección. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar cómo se percibe esta tecnología en la práctica clínica y qué efectos podría tener en la calidad de imagen, la seguridad del paciente y el trabajo del personal técnico.

Aunque el sistema ha estado disponible desde hace varios años, existen pocos estudios científicos que respalden su eficacia, seguridad o aplicabilidad práctica. Esta falta de evidencia fue uno de los principales motivos para realizar este trabajo. Lejos de buscar comprobar que el sistema ofrece beneficios concretos, la investigación se centró en observar lo que sucede en la práctica al implementarlo, y qué factores pueden influir en su correcto funcionamiento.

Uno de los aspectos más destacados fue la percepción positiva por parte de los tecnólogos en imágenes diagnósticas. Según los resultados de la encuesta, el 47,7% opinó que el Dual Flow mejora la calidad de imagen, un 24,6% indicó que se mantiene igual, y solo un 6,2% consideró que la calidad disminuye. Sin embargo, es importante aclarar que el sistema no aumenta la resolución de imagen por sí solo. Más bien, su uso podría ayudar a mejorar la homogeneidad del realce y a disminuir ciertos artefactos, lo cual podría generar una percepción subjetiva de mejoría, sin que necesariamente se trate de un cambio medible con parámetros técnicos.

En cuanto a la opacificación vascular, también hubo opiniones divididas: un 32,3% indicó que mejora sin afectar la calidad diagnóstica, un 27,7% señaló que ambas mejoran, y un 23,1% dijo que la opacificación disminuye, aunque la imagen sigue siendo útil para el diagnóstico. Esta variedad en las respuestas sugiere que todavía hay confusión o desconocimiento sobre cuándo y

cómo es recomendable utilizar el sistema, especialmente en estudios que requieren una opacificación intensa, como las angiogramas. En estos casos, el uso del Dual Flow podría no ser el más adecuado si no se ajustan correctamente las proporciones del contraste y la solución salina.

La entrevista realizada a un radiólogo con experiencia aportó una visión crítica pero abierta sobre el sistema Dual Flow. Aunque su conocimiento previo era limitado, no reportó afectaciones en la calidad diagnóstica ni aumento de eventos adversos tras su implementación. Reconoció que algunas variaciones en la opacificación podrían depender de múltiples factores, no solo del sistema, y resaltó la importancia de ajustar las proporciones según el tipo de paciente. Finalmente, destacó la necesidad de más investigaciones estructuradas y manifestó su disposición a participar en estudios futuros, lo que refuerza el valor de este proyecto como punto de partida para nuevas líneas de exploración clínica y académica.

Otro aspecto evaluado fue la seguridad del paciente. Se compararon los reportes de reacciones adversas entre dos periodos: antes y después de implementar el sistema. En total, se analizaron 2618 estudios sin Dual Flow y 2682 con el sistema. La tasa de reacciones bajó de 0,65% a 0,56%, lo que representa una reducción relativa del 13,85%. Aunque esta diferencia no es muy grande, podría indicar un efecto positivo. Además, el 83% de los encuestados (incluso aquellos que no conocían el sistema previamente) expresó que automatizar la inyección mejora la seguridad del paciente. Aun así, es importante tener en cuenta que estos datos no son suficientes para afirmar que el sistema reduce los riesgos, ya que podrían haber influido otros factores externos.

Una de las situaciones que más llamó la atención fue que el 55,4% del personal que conocía el sistema no había recibido capacitación formal sobre su uso. Esto podría estar

relacionado con algunas respuestas que indicaron un uso inadecuado del sistema, como su aplicación en estudios para los que no está recomendado. Este hallazgo resalta la importancia de contar con protocolos estandarizados y formación continua para el personal técnico, especialmente cuando se incorpora una nueva herramienta.

Durante la investigación también se observó que los radiólogos no fueron informados previamente sobre la implementación del sistema Dual Flow; únicamente un médico radiólogo tenía conocimiento de este, seleccionado por su experiencia y criterio técnico para realizar los ajustes necesarios. A pesar de esta situación, durante el periodo en que se utilizó el sistema en estudios de tomografía contrastada, no se registraron quejas ni reportes de problemas relacionados con la calidad de imagen. Aunque esto no permite concluir que el sistema mejora dicha calidad, sí sugiere que su implementación no generó fallas evidentes durante ese tiempo.

Sin embargo, es importante señalar que esta tecnología, por sí sola, no garantiza una mejor calidad de imagen ni mayor seguridad. Su funcionamiento depende de muchos factores: la correcta configuración del protocolo, el estado clínico del paciente, el mantenimiento del equipo, y, sobre todo, la capacitación del personal que lo maneja. La tecnología debe ser utilizada con criterio y conocimiento, adaptándose a cada situación clínica.

En conclusión, el sistema Dual Flow muestra un potencial interesante, pero su efectividad no puede ser asumida sin estudios más profundos que lo respalden. Esta investigación buscó aportar información objetiva sobre cómo se está usando, cómo lo perciben los profesionales, y qué aspectos deben mejorarse si se decide implementarlo de manera más amplia.

Este estudio no solo aporta datos relevantes sobre la percepción y el uso actual del Sistema Dual Flow, sino que también abre la puerta a futuras investigaciones que permitan comprender mejor su funcionamiento y utilidad en distintos contextos clínicos. Resulta

fundamental continuar evaluando su desempeño en otras regiones anatómicas, con diferentes tipos de escáner, en poblaciones específicas como pediátricos o adultos mayores, y en pacientes con diversas condiciones clínicas. Además, se considera necesario compararlo con otros métodos de inyección disponibles, con el objetivo de determinar si ofrece ventajas reales en términos de calidad diagnóstica, seguridad del paciente y eficiencia operativa.

Invitamos a tecnólogos, radiólogos, instituciones de salud y a la comunidad académica en general a seguir explorando el potencial de esta tecnología desde una mirada crítica y basada en evidencia, promoviendo una atención en salud más segura, precisa y adaptada a las necesidades reales de cada paciente.

Finalmente, este trabajo fue, para nosotras como autoras, una experiencia transformadora. Nos permitió no solo abordar un tema innovador con potencial clínico tangible, sino también reafirmar nuestro compromiso con la práctica radiológica ética, segura y fundamentada en evidencia. Contribuir con conocimiento en un área que, aunque conocida en lo técnico, ha sido poco documentada, se convierte en un acto de responsabilidad y de visión hacia el futuro.

Esperamos que este estudio inspire a más profesionales y estudiantes a investigar, a cuestionar, a optimizar y, sobre todo, a aportar desde la radiología a una atención en salud más precisa, más segura y humana.

Conclusiones

El Sistema Dual Flow representa una herramienta innovadora con un alto potencial para optimizar la administración de medios de contraste en tomografía computarizada, al permitir su dilución controlada con solución salina. Este mecanismo no solo favorece una distribución más homogénea del contraste, sino que también reduce el volumen total de yodo administrado, lo que puede ser beneficioso especialmente en pacientes con condiciones clínicas críticas.

Uno de los hallazgos más significativos del estudio fue la disminución relativa en la incidencia de reacciones alérgicas tras la implementación del sistema Dual Flow. En el primer semestre se registró una incidencia del 0,65%, mientras que en el segundo semestre esta se redujo al 0,56%. Aunque esta diferencia podría parecer moderada en términos absolutos, representa una reducción relativa del 13,85%, lo cual podría sugerir una mejora clínica significativa probablemente debido a que el sistema Dual Flow permite una inyección del contraste más controlada y cercana a la fisiología del paciente.

La posibilidad de disminuir la carga de yodo sin comprometer la calidad diagnóstica es especialmente valiosa en poblaciones de riesgo, como personas mayores, con enfermedad renal crónica o diabetes. Esta ventaja no solo ayuda a prevenir la nefropatía inducida por contraste (NIC), sino que también contribuye a una atención más responsable y centrada en el paciente.

A pesar de sus beneficios, el sistema no garantiza automáticamente la ausencia de efectos adversos o la obtención de estudios óptimos. Su eficacia depende de factores interrelacionados, como el estado técnico del equipo, la correcta evaluación clínica previa del paciente, la programación de parámetros adecuados y, sobre todo, la formación del personal que lo utiliza.

El análisis retrospectivo de los 100 pacientes incluidos en este estudio reveló que no se reportaron inconformidades por parte de los radiólogos respecto a la calidad diagnóstica de las

imágenes, a pesar de que ellos no fueron informados previamente sobre la implementación del Sistema Dual Flow. Esta observación sugiere que, al menos en estudios de tomografía abdominal contrastada y en condiciones clínicas rutinarias, la calidad de imagen se mantuvo estable. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con cautela, ya que se limitan a una única región anatómica, un solo centro asistencial y un periodo específico. Para poder realizar una comparación objetiva y generalizable entre los estudios adquiridos con métodos convencionales y aquellos realizados con el Dual Flow, es necesario ampliar la muestra a mayor número de pacientes, incluir otras zonas anatómicas y considerar diferentes tipos de escáneres y contextos clínicos. Solo así será posible evaluar de forma más robusta su impacto real en la calidad diagnóstica, la frecuencia de reacciones adversas y la eficiencia operativa del flujo de trabajo. Asimismo, estudios multicéntricos y comparativos aportarían evidencia más sólida para sustentar o ajustar su aplicación en diferentes escenarios radiológicos.

El estudio evidenció también una baja incidencia de reacciones adversas relevantes, lo cual podría estar vinculado al tipo de administración ofrecido por el sistema. No obstante, se reconoce que estas observaciones deben interpretarse con cautela, y que son necesarios estudios adicionales, controlados y con mayor muestra, para evaluar este aspecto con mayor profundidad y solidez científica.

Uno de los aportes más importantes del proyecto fue visibilizar la escasa documentación científica existente sobre el Sistema Dual Flow, especialmente en contextos clínicos reales como el nuestro. Esta carencia, lejos de representar una barrera, se convirtió en una oportunidad para aportar conocimiento desde la práctica, con evidencia concreta y contextualizada.

Se reafirma la necesidad de fortalecer los procesos de formación continua en el uso del Dual Flow. Aunque la tecnología automatiza varios aspectos de la administración del contraste,

su incorrecta configuración o aplicación podría comprometer tanto la calidad de la imagen como la seguridad del paciente. Capacitar al personal no es un complemento, sino un requisito fundamental.

La exclusión actual del Dual Flow en estudios angiográficos no debe considerarse una limitación definitiva, sino una puerta abierta a futuras investigaciones. La evaluación de su desempeño en procedimientos de alta exigencia diagnóstica, como las angiotomografías, permitirá determinar su verdadero alcance y adaptabilidad.

Este trabajo marcó para nosotras un proceso de transformación académica y profesional. Más allá del análisis técnico, nos permitió reflexionar sobre nuestro rol como futuras tecnólogas: formadas no solo para operar equipos, sino para tomar decisiones fundamentadas en la evidencia, el juicio clínico y, ante todo, en la seguridad y bienestar del paciente.

Recomendaciones

Fortalecer los procesos de formación técnica continua sobre el uso del Sistema Dual Flow, tanto en instituciones educativas como en centros de diagnóstico. El conocimiento profundo sobre su funcionamiento, beneficios y riesgos es clave para garantizar una aplicación segura, eficiente y adaptada a las características de cada paciente.

Ampliar la investigación a otras regiones anatómicas y tipos de estudios, incluyendo angiotomografías, estudios cardiacos, estudios pediátricos y geriátricos, con el fin de evaluar de manera más amplia la aplicabilidad y el comportamiento del Dual Flow en contextos clínicos variados. Esto permitirá establecer protocolos diferenciados según la complejidad del procedimiento y las necesidades del paciente.

Realizar estudios comparativos con grupos control, contrastando directamente la calidad diagnóstica, la tasa de reacciones adversas y la eficiencia operativa entre estudios realizados con administración convencional de medio de contraste y aquellos realizados con el sistema Dual Flow. Estas investigaciones contribuirán a generar evidencia sólida para sustentar su implementación sistemática.

Establecer protocolos institucionales estandarizados para el uso del sistema, que incluyan guías claras de programación, parámetros por tipo de estudio, manejo de eventos adversos y criterios de inclusión de pacientes. Esto no solo mejorará la calidad de los procedimientos, sino que permitirá mayor uniformidad y trazabilidad en los resultados.

Promover la cultura de monitoreo clínico activo posterior a la administración del medio de contraste, con especial atención en pacientes con antecedentes de reacciones previas, comorbilidades renales o riesgo de hipersensibilidad. El uso del Dual Flow debe integrarse como parte de un enfoque más amplio de atención segura y centrada en el paciente.

Incluir al personal médico en el proceso de evaluación tecnológica, asegurando que radiólogos, tecnólogos y demás actores conozcan las herramientas implementadas y puedan aportar desde su experiencia a la mejora de los protocolos. La percepción clínica directa es un insumo fundamental para validar o ajustar cualquier innovación.

Desarrollar procesos de seguimiento institucional de los resultados obtenidos con el Dual Flow, que incluyan auditorías internas, análisis de eventos adversos y mediciones periódicas de calidad diagnóstica. Esta retroalimentación contribuirá a la mejora continua del servicio y al fortalecimiento de la seguridad del paciente.

Estimular la investigación en escenarios locales, como el realizado en Cedimed, para reducir la brecha existente entre la disponibilidad de tecnologías y la evidencia científica que respalda su uso. La producción de conocimiento desde la práctica es una forma concreta de avanzar hacia una radiología más contextualizada, crítica y basada en la evidencia.

Fomentar en los estudiantes y profesionales una actitud reflexiva frente al uso de la tecnología, que no solo valore la innovación, sino que cuestione, documente, investigue y proponga. El avance en imágenes diagnósticas no puede depender solo de la industria, sino también del compromiso académico y humano de quienes están llamados a operar, analizar y transformar el campo.

Seguir promoviendo una atención en salud basada en principios éticos, seguridad del paciente y calidad diagnóstica. El uso del Sistema Dual Flow no debe entenderse únicamente como una mejora técnica, sino como una oportunidad para reafirmar el compromiso con una práctica más consciente, segura y humana.

Referencias Bibliográficas

- Alonso, E. D., Boiles, R. D., Martínez, E. F., Gafo, M. V., Rodríguez, N. G., & Del Llano, M. P. (2018). *Ventajas en la Utilidad de un Programa P3t (Protocolo Personalizado por Paciente) En Tomografía Computerizada*. Seram.
- Alonso, J. C., Fontenla-Martínez, C., Aramendía, L. C., García, J. B., & Arenas-Jiménez, J. J. (2024). *Introducción a los Contrastes Yodados: Propiedades, Administración Intravascular y Distribución en el Organismo*. Radiología.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833824000572>
- Badel, A. E., Rico-Mesa, J. S., Gaviria, M. C., Arango-Isaza, D., & Chica, C. A. H. (2018). *Radiación Ionizante: Revisión de Tema y Recomendaciones para la Práctica*. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(3), 222-229.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563318300275>
- Balparda Arias, J. K., & Gaviria Barrera, M. E. (2008). *Nefropatía Inducida por Medios de Contraste Radiológico Yodados*. *Iatreia*, 21(2), 166-176.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-07932008000200006&script=sci_arttext
- Bravo, A. J., Roa, F., Vera, M., Contreras-Velásquez, J., Huérfano, Y., & Chacón, J. (2017). *Tomografía Computarizada por Rayos X en Cardiología*. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 12(2), 49-61. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_lh/article/view/12885
- Castro Figueroa, WJ, Chaux Mazabel, YP, Figueroa Montoya, HC, Ruiz Villa, DY y Ospina Muñoz, C. (2022). *Elaboración de un Programa de Control de Calidad en Tomografía*. *Universidad Nacional Abierta ya Distancia (UNAD)*. Trabajo de grado.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/53901/wjcastrof.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Chuy Arevalo, C. I. (2023). *Tecnología para Dosificado de Medicamento en Hospital Nacional de Chimaltenango*. <https://biblioteca.galileo.edu/xmlui/handle/123456789/1353>
- Del Pozo, S. E. R., Moncada, M. S. L., Tamayo, S. P. M., & Feijoo, A. P. R. (2023). *Contraste en Tomografía Axial Computarizada*. RECIAMUC, 7(2), 487-496
<https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1131>
- Espín, R. S. S., Llopis Pardo, M., Ávila Venegas, A. M., Alarcón Cano, R., Juaneda Seguí, I., & García González, F. J. (2020). *Optimización de la Dosis de Radiación en Tomografía Computarizada: Una guía actualizada*. <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/2960>
- Espitia Mendoza, OJ, Mejía Melgarejo, YH, & Arguello Fuentes, H. (2016). *Tomografía Computarizada: Proceso de Adquisición, Tecnología y Estado Actual*. Revista Tecnura, 20 (47), 119-135. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2016000100010&script=sci_arttext
- García EA, González VC. *Tomografía Computada: Grandes Beneficios con gran Responsabilidad*. Acta Med. 2023;21(Supl: 1) <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=109570>
- Garzona Navas, Andrés. (2022). *Inteligencia Artificial en Cardiología*. Revista Costarricense de Cardiología, 24 (2), 3-5.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-41422022000200003&lng=en&tlng=es.
- Gómez Grance, F. J., & Rodríguez Zárata, Y. L. (2018). *Importancia del Índice de Dosis en Tomografía Computarizada (CTDI) para la Protección Radiológica de los Pacientes*

Sometidos a Estudios Tomográficos. Reportes Científicos de la FACEN, 9(1), 24-30.

http://scielo.iics.una.py/scielo.php?pid=S2222-145X2018000100024&script=sci_arttext

Lechón, A., & Leines, K. *Historia de la Tomografía y Su Evolución en la Historia*.

<https://www.academia.edu/download/58716592/362863720-Historia-y-Evolucion-Tomografia.pdf>

Loaiza, A. Y. G., Reina, J. S. E., Reyes, A. C. C., & Carvajal, M. B. V. (2023). *Aplicaciones Emergentes de la Tomografía Computarizada en la Medicina Moderna: Avances Tecnológicos y Beneficios Clínicos*. Dominio de las Ciencias, 9(3), 2285-2295.

<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3557/7858>

Masía Lezcano, S. (2023). *Variaciones en la Creatinina Sérica Luego de la Administración Intravenosa de Medio de Contraste Yodado en Estudios De Tomografía Computarizada en Pacientes Internados en el Sanatorio Delta*.

<https://dspaceapi.uai.edu.ar/server/api/core/bitstreams/b5692bb8-39fd-4e34-a4eb-e6bae6f89023/content>

Moncayo Tamayo, S. P., Rosero Feijoo, A. P., Ronquillo del Pozo, S. E., & Limones Moncada, M. S. (2023). *Utilidad de Tecnologías Recientes en Imágenes Diagnosticas*. RECIAMUC, 7(2), 466-475. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(2\).abril.2023.466-475](https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.466-475)

Montón-Gómez, C., Puig-Chilet, A., Infante-Fuenzalida, T., Fontenla-Martínez, C., Torres-Espallardó, I., & Martí-Bonmatí, L. (2023). *Tomografía Computarizada Espectral y Unidades de Hounsfield: Bases para una Correcta Interpretación*. En *Anales de la Real Academia Nacional de Medicina* (Vol. 140, N° 02, p. 101). Real Academia Nacional de Medicina. https://analesranm.es/wpcontent/uploads/2023/numero_140_02/pdfs/ar14002-rev01.pdf

- Ortega Hrescak, María Cinthya, & Socolsky, Gustavo A. (2012). Godfrey Newbold *Hounsfield: Historia e Impacto de la Tomografía Computarizada*. *Revista Argentina de Radiología*, 76 (4), 331-341. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-99922012000400008&lng=es&tlng=en.
- Puerta-Ortiz, J. A., & Morales-Aramburo, J. (2020). *Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes*. *Revista Colombiana de Cardiología*, 27, 61-71. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120563320300061>
- Sánchez Vargas, K. J., Soto Ramos, Y., Lugo Mendoza, A. F., León González, H. M., & Cardona Hernández, Y. (2017). *Importancia de la Aplicación de Normas de Bioseguridad en el Área de Radiología*. *Revista Salud Areandina*, 2(75-96). <https://revia.areandina.edu.co/index.php/Nn/article/view/1363>
- Sartori, P., Rozowykniat, M., Siviero, L., Barba, G., Peña, A., Mayol, N., Acosta, D., Castro, J., & Ortiz, A. (2015). *Artefactos y Artificios Frecuentes en Tomografía Computada y Resonancia Magnética*. *Revista argentina de radiología*, 79(4), 192-204. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1852-99922015000400003&lng=es&tlng=en#:~:text=https%3A//www.scielo.org.ar/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS1852%2D99922015000400003%26lng%3Des%26tlng%3Den
- Suarez, I. Y., Castañeda, M. A., & Martínez, S. D. (2024). *Uso Óptimo de los Medios de Contraste en la Realización de Tomografías*. Fundación Universitaria Navarra. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9742346>

Subias, J. C., & Jerez, J. A. S. (2021). *Tomografía Computarizada Dirigida a Técnicos Superiores en Imagen para el Diagnóstico*. Elsevier.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=kbGZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=tomografia+computarizada+&ots=JNi_qOUK6v&sig=3JhQHxfREMCy4eCZOrcha8Fgic#v=onepage&q&f=false

Upegui D, Aldana Leal JC, Vargas E. *Comparación de Indicadores de Costo y Desempeño de dos Inyectores de Medio de Contraste de Doble Cabezal Durante la Tomografía Computarizada con Contraste*. Univ. Med. 2023;64 (2).

<https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed64-2.cost>

Vítolo, F., & de Seguros, N. C. (2020). *Seguridad del Paciente en Diagnóstico por Imágenes*.

<http://asegurados.descargas.nobleseguros.com/download/posts/August2020/qnfK4mjTYGyMxK1VfjIV.pdf>

Zamora Sánchez, F. D., & Pinela Torres, M. N. (2022). *Filtrado Glomerular como Indicador de la Función y Daño Renal: estudio comparativo entre ecuaciones* (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum).

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4399/1/Zamora%20S%c3%a1nchez%20Felix%20Dario-%20Pinela%20Torres%20Maite%20Nicole..pdf>

Apéndices

Apéndice A

Carta aprobación proyecto de grado a CEDIMED



La Dorada, 21 de mayo de 2025

Doctor

John Jairo Granda Arcila

Director Médico

CEDIMED

Medellín – Colombia

Asunto: Solicitud de aprobación para ejecución de proyecto de grado

Cordial saludo:

Por medio de la presente, el Sistema de Gestión de la Investigación de la UNAD – Zona Occidente, se permite solicitar muy respetuosamente su valioso aval para la ejecución del proyecto de grado titulado:

“Optimización de Medio de Contraste en Estudios Tomográficos Mediante el Sistema Dual Flow: Innovación Tecnológica y Seguridad del Paciente En CEDIMED, Medellín, Estudio Realizado en el Último Semestre del 2024.”

Este proyecto tiene como propósito analizar el uso del sistema Dual Flow en estudios tomográficos contrastados, identificando sus beneficios en el contexto clínico de dicha institución.

La investigación se desarrollará en el marco del componente práctico del Proyecto de Grado de las estudiantes de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas Valentina Cardeño Quiroz C.C. 1000291491, Mónica María Londoño Garcés 1152448698 y Melissa Vargas Ramírez C.C. 1040746569, bajo la dirección de la docente Catalina Cortes Arroyave y la codirección de John Alexander Calderón Restrepo

Agradecemos su amable atención y gestión, las cuales son fundamentales para el desarrollo adecuado de esta investigación. Quedamos atentos a cualquier información adicional o requerimiento que deba ser tenido en cuenta.

Atentamente,

Claudia Lorena Betancur Murillo

Líder de Investigación UNAD Zona Occidente

Apéndice B

Cuestionario Tipo Encuesta



Cuestionario tipo encuesta

Optimización de medio de contraste en estudios tomográficos, mediante el Sistema Dual Flow: innovación tecnológica y seguridad del paciente en diagnóstico Cedimed, Medellín, estudio realizado en el último semestre del 2024.

Proyecto aplicado desarrollado por tres estudiantes del programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas, adscritas a la Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

El objetivo principal de esta investigación es analizar cómo el uso del sistema Dual Flow, una tecnología de inyección que combina medio de contraste y solución salina de forma simultánea y automatizada, impacta la optimización de los estudios tomográficos en términos de calidad diagnóstica, seguridad del paciente y eficiencia del procedimiento. La participación de los tecnólogos en imágenes diagnósticas es fundamental para comprender de manera práctica cómo se percibe e implementa esta tecnología en los entornos clínicos reales.

El cuestionario está dirigido a tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas y tiene como propósito recoger sus experiencias, opiniones y percepciones sobre el uso del sistema Dual Flow en su práctica profesional.

No contiene respuestas correctas o incorrectas; cada una de sus respuestas será valorada y tratada con el mayor respeto, confidencialidad y protección de datos. Es completamente anónimo y la información recolectada será utilizada únicamente con fines académicos y de investigación.

Grupo investigador, estudiantes del programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

1. Correo Electrónico (Opcional)

Escriba su respuesta

2. Género *

- Masculino
- Femenino
- Otro

3. Rango de edad *

- De 18 a 28 años
- De 29 a 39 años
- De 40 a 59 años
- 60 años o más

4. ¿En qué tipo de Institución trabaja actualmente? *

- Pública
- Privada
- Ambas
- Ninguna

5. ¿Hace cuánto tiempo ejerce como Tecnólogo en Imágenes Diagnósticas? *

- Menos de 1 año
- 1 a 3 años
- 4 a 6 años
- Más de 6 años

6. ¿En qué ciudad o región labora actualmente? *

Escriba su respuesta

7. ¿Ha recibido capacitación específica sobre inyección de medios de contraste? *

- Sí
- No

8. ¿Ha escuchado o tiene conocimiento sobre el Sistema Dual Flow en Tomografía Computarizada? *

- Sí
- No

9. ¿Con qué frecuencia utiliza el Sistema Dual Flow? *

- En todos los estudios contrastados
- Solo en algunos estudios
- Rara vez
- Nunca lo he utilizado directamente

10. ¿Cómo conoció el sistema Dual Flow? *

- Formación académica
- capacitaciones institucionales
- Experiencia laboral
- Otro: _____

11. ¿Ha recibido capacitación formal sobre el uso del Sistema Dual Flow? *

- Sí
- No

12. ¿Considera que el sistema Dual Flow es fácil de operar? *

	1	2	3	4	5
Escala: 1 (Nada fácil) a 5 (Muy fácil)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. ¿Cree que el uso del Sistema Dual Flow contribuye a reducir el riesgo de nefropatía inducida por medios de contraste (NIC)? *

- Sí
- No
- No sabe

14. ¿Considera que el Sistema Dual Flow reduce el riesgo de reacciones adversas al medio de contraste? *

- Sí
- No
- No sabe / No responde

15. ¿Considera que el uso del sistema Dual Flow ha mejorado la experiencia y tolerancia del paciente durante el estudio tomográfico? *

- Sí, se observa una mejor experiencia y tolerancia
- No, no he notado diferencia
- No sabría decir / No tengo suficiente información

16. ¿En su opinión el sistema Dual Flow permite un mejor control de la dosis de medio de contraste administrado? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

17. En caso de utilizar el sistema Dual Flow ¿Cuál es la proporción que emplea entre medio de contraste y solución salina durante la inyección? *

- 80% medio de contraste 20% solución salina
- 70% medio de contraste 30% solución salina
- 60% medio de contraste 40% solución salina
- Otro

18. En caso de que en la pregunta anterior su respuesta haya sido "Otro", menciona cuál es la proporción empleada

Escriba su respuesta

19. ¿Cómo calificaría la seguridad del sistema Dual Flow para el paciente? *

- 1 2 3 4 5
- Donde 1 es "nada seguro" y 5 es "muy seguro"

20. ¿Qué tipo de estudios considera más beneficiados con el uso de este sistema? *

Escriba su respuesta

21. ¿Cómo considera que influye el sistema Dual Flow en la calidad de las imágenes tomográficas, incluso con una menor cantidad de medio de contraste? *

- Mejora la calidad, incluso con menos contraste
- La calidad se mantiene igual
- La calidad disminuye al usar menos contraste
- No se notan cambios significativos
- No tengo suficiente información para opinar

22. ¿Qué cambios ha notado en la opacificación vascular al utilizar el sistema Dual Flow? *

- Mejora en la opacificación sin afectar la calidad de imagen
- Mejora en la opacificación y en la calidad de imagen
- No hay cambios significativos
- Se reduce la opacificación, pero la calidad diagnóstica se mantiene
- Se reduce la opacificación y afecta la calidad de imagen

23. ¿La dilución del contraste yodado con solución salina disminuye los artefactos por hiperdensidad en estudios tomográficos? *

- Sí
- No

24. ¿El uso del Sistema Dual Flow ha optimizado los tiempos de adquisición en los estudios tomográficos? *

- Sí, mejora los tiempos
- No, los aumenta
- No hay diferencia
- No sabe

25. ¿El sistema ha generado barreras o dificultades en su práctica diaria? *

- Sí
- No
- No aplica

26. Si respondió "Sí" en la pregunta anterior, por favor mencione qué tipo de barreras ha experimentado. *

Escriba su respuesta

27. ¿Considera que el sistema Dual Flow representa una innovación tecnológica relevante en los estudios de tomografía? *

- Sí, introduce mejoras significativas en la técnica y seguridad del procedimiento
- Sí, aunque su impacto depende del tipo de estudio o paciente
- No, no aporta cambios relevantes frente a los métodos convencionales
- No tengo suficiente información para opinar

28. ¿Qué aspectos considera importantes tener en cuenta antes de implementar esta tecnología en una institución? *

Escriba su respuesta

29. ¿Desea añadir alguna recomendación, comentario o experiencia relacionada con el uso del Sistema Dual Flow? *

Escriba su respuesta

30. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

Sus aportes contribuirán al análisis de aspectos relacionados con la seguridad del paciente, la eficiencia tecnológica y la calidad de los servicios en tomografía computarizada. Asimismo, este trabajo permitirá explorar el uso del sistema Dual Flow como una alternativa en la optimización de protocolos y en el fortalecimiento continuo del servicio



INFORMACIÓN DUAL FLOW

Contexto Informativo.

El Sistema Dual Flow es una tecnología que permite la administración simultánea y automatizada de medio de contraste y solución salina durante estudios tomográficos. Su objetivo es mejorar la distribución del contraste, reducir riesgos como la nefropatía inducida por contraste (NIC) y optimizar la calidad diagnóstica de las imágenes.

31. A partir de la siguiente breve descripción, ¿Qué beneficios crees que podría aportar el sistema Dual Flow? Puede seleccionar varias opciones. *

- Mejor visualización de estructuras vasculares
- Reducción de la dosis de contraste
- Disminución del riesgo de reacciones adversas
- Mejora en la eficiencia del procedimiento
- No estoy seguro/a

32. ¿Cree que la automatización de la administración de contraste con solución salina podría mejorar la seguridad del paciente? *

- Sí
- No
- No estoy seguro/a

33. ¿Qué tan importante considera que es controlar la dosis y velocidad de administración del contraste en estudios tomográficos? *

- Muy importante
- Moderadamente importante
- Poco importante
- No lo había considerado

34. ¿Le interesaría recibir formación sobre el uso y funcionamiento del Sistema Dual Flow? *

- Sí, me gustaría profundizar en su uso clínico
- Sí, pero solo de forma general
- No, no me interesa

35. Con base en la descripción dada, ¿considera que podría aplicarse en su lugar de trabajo? *

- Sí, totalmente aplicable
- Tal vez, dependiendo de recursos y protocolos
- No, por limitaciones tecnológicas o institucionales

36. ¿Le parece relevante que los tecnólogos conozcan e implementen herramientas tecnológicas como el Sistema Dual Flow para mejorar la calidad diagnóstica? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

37. Según tu criterio profesional, ¿Cuál de los siguientes factores consideras más importante al administrar medio de contraste? *

- Seguridad del paciente
- Calidad de imagen
- Rapidez del procedimiento
- Reducción de costos

38. ¿Qué duda o inquietud le genera el uso de este tipo de sistemas automatizados en tomografía? *

Escriba su respuesta

39. Agradecemos sinceramente su tiempo y colaboración.

Sus aportes contribuirán al análisis de aspectos relacionados con la seguridad del paciente, la eficiencia tecnológica y la calidad de los servicios en tomografía computarizada. Asimismo, este trabajo permitirá explorar el uso del sistema Dual Flow como una alternativa en la optimización de protocolos y en el fortalecimiento continuo del servicio



Apéndice C

Entrevista a médico radiólogo

Entrevistador: Muy buenas tardes, Dr. Luis Carlos Reyes. Mi nombre es Melissa Vargas Ramírez, estoy trabajando en conjunto con 2 compañeras estudiantes, pertenecemos al programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), le agradezco por participar en esta entrevista.

Como parte de una investigación relacionada con el uso del sistema Dual Flow para la administración de medios de contraste en estudios tomográficos, queremos conocer su perspectiva profesional sobre esta nueva tecnología. ¡Bienvenido Dr.!

Entrevistador: Para comenzar, me gustaría conocer un poco más sobre su experiencia profesional.

Dr. Reyes responde: Bueno, mi experiencia profesional en general, Soy médico general desde el año 2008, soy egresado de la Universidad libre de Barranquilla, hice mi año rural en un municipio del Cesar, posteriormente estuve viviendo en Argentina un año más o menos, donde trabajé en unidad de cuidados intensivos pediátricos, después trabajé aquí en Colombia en servicio de ginecoobstetricia en sala de partos de un primer nivel en Valledupar y posteriormente vine a Medellín y trabajé tres años en urgencias de Sura. Trabajé un año en consulta externa en Sanitas, posteriormente, en el año 2017, comencé mi especialidad en Radiología e Imágenes Diagnosticas en la Universidad Pontificia Bolivariana.

Entrevistador: ¿Podría contarme brevemente sobre su trayectoria en el campo de la radiología

Dr. Reyes Responde: Mi experiencia con imágenes diagnosticas de forma profunda comienza desde mi residencia en el año 2017, el centro principal de rotación de los residentes de la Universidad Pontificia Bolivariana es Cedimed, es el convenio principal, pues rotamos por todos

los hospitales de alto nivel de la ciudad, vamos al Pablo Tobón a Cardio VID a la clínica Bolivariana, al Hospital San Vicente, entre otras instituciones para recibir una formación en todas las modalidades, egresé en mayo de año 2021, ya graduado como especialista en imágenes diagnosticas, he trabajado en Cedimed principalmente, también trabajé en el servicio de imágenes diagnosticas de la Clínica las Vegas, haciendo tele radiología con una empresa que hace informes de estudios de imágenes a Sura, también trabajo en el Instituto Colombiano del Dolor en INCODOL y soy docente en general de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Entrevistador: ¿Desde hace cuánto tiempo interpreta estudios tomográficos que requieren administración de medios de contraste?

Dr. Reyes Responde: La interpretación de estudios tomográficos que requieren medio de contraste la hago desde que empecé la residencia, estamos hablando entre siete a ocho años más o menos.

Entrevistador: Ahora, me gustaría hablar específicamente sobre su experiencia con el sistema Dual Flow, teniendo en cuenta que en diagnóstico Cedimed se está implementando desde el último semestre del 2024. ¿Qué conocimiento tiene sobre el sistema Dual Flow en Tomografía Computarizada?

Dr. Reyes Responde: Bueno, el conocimiento sobre el sistema Dual Flow para administrar medio de contraste la verdad no está ampliamente conocido, me enteré a principio de este año, porque Héctor Echavarría (coordinador de tecnólogos) me comentó algo sobre cómo lo estaban utilizando, sobre todo porque yo estaba interesado en hacer una clase relacionada con medios de contraste, le pregunté cómo se administraba y estadísticas sobre los pacientes que hacían reacciones adversas al medio de contraste y él me comentó algo sobre el Dual Flow, lo que me

generó cierta curiosidad y comencé a leer un poco al respecto, pero en realidad no es tan ampliamente conocida ni difundida ese tipo de administración de medio de contraste.

Entrevistador: Desde su experiencia en la lectura de estudios tomográficos, ¿Ha notado inconsistencias en la calidad diagnóstica de las imágenes obtenidas con el sistema Dual Flow?

Dr. Reyes Responde: Bueno, como te digo, la verdad no sé qué pacientes fueron adquiridos con el tipo de administración Dual Flow, ni que pacientes fueron adquiridos con la forma convencional de administrar el medio de contraste, pero en términos generales no he visto inconsistencias en los pacientes que hemos estado informando. De pronto a veces uno mira y ve algunos estudios que no opacificaron bien, lo que denominamos vulgarmente “lavados”, como un poquitico menos opacificados los vasos, pero no sé realmente si habrá sido por el Dual Flow o si habrá sido por algún otro tipo de alteración en la técnica, no sabría decirte específicamente porque no tengo la lista de pacientes para saber cuáles fueron con este y cuales fueron con otro.

Entrevistador: ¿Ha notado alguna diferencia significativa en la opacificación de las estructuras vasculares o en la perfusión de órganos específicos cuando se emplea este sistema?

Dr. Reyes Responde: Bueno, vuelvo y te cuento, no sé realmente cuales pacientes fueron adquiridos con Dual Flow y cuales no, pero en términos generales, la calidad de los estudios que hemos estado analizando en Cedimed, siempre han sido buenos, no tengo queja específica que recuerde en estos momentos, quizá pudo haber alguna inconsistencia en la administración del contraste, que disminuyó la calidad del estudio, pero no sabría decirte exactamente si se utilizó el Dual Flow o no.

Entrevistador: ¿Hay estudios específicos en los que no recomendaría el uso del sistema Dual Flow? ¿Por qué?

Dr. Reyes Responde: Bueno, personalmente, no tengo una recomendación específica, puedo hacértela basada en la evidencia, he visto que el Dual Flow se está utilizando para tomografía convencional incluso para angiotomografías coronaria con muy buenos resultados porque disminuye muchos artefactos, se está haciendo estudios todavía para utilizarlos como angiotomografías de grandes vasos sobre todo en tórax y aorta, con phantom y animales y parecen que los resultados son muy buenos, pero, así específicamente que te de una recomendación en que estudio no utilizarlo, tendríamos que ponernos en la tarea de comenzar a utilizarlo y hacer un análisis, para ver si nos da algo de estadísticamente significativo.

Entrevistador: En su experiencia, ¿cómo evalúa el sistema Dual Flow en relación con la seguridad del paciente durante y después de la administración del medio de contraste? ¿Ha notado alguna diferencia en comparación con otros sistemas?

Dr. Reyes Responde: Con respecto a las reacciones adversas relacionadas con el medio de contraste, no tengo datos específicos que me digan que las reacciones al menos en Cedimed hayan aumentado o disminuido relacionadas con el Dual Flow. He notado que las reacciones adversas han sido iguales.

Entrevistador: ¿Qué impacto, si alguno ha observado en la calidad de imagen cuando se utiliza el sistema Dual Flow, particularmente en relación con artefactos en áreas vasculares?

Dr. Reyes Responde: Bueno, el impacto con respecto a los artefactos en las áreas vasculares, he visto que los estudios no han tenido cambios significativos, tendríamos que sentarnos a comparar, estos fueron con Dual Flow o estos fueron sin Dual Flow, analizar estudios comparativamente sin saber cuáles fueron realizados con un tipo de modalidad o no, para poder hacer una conclusión, pero en realidad como te digo en general los estudios en Cedimed generalmente quedan buenos, no tengo queja.

Entrevistador: Según su criterio ¿Cuál considera que es la proporción de dilución adecuada para estudios tomográficos abdominales utilizando el sistema Dual Flow?

Dr. Reyes Responde: Según lo que dice la literatura y los estudios que se han realizado sobre Dual Flow, hay proporciones 60-40, 50-50 que son óptimas que logran ser diagnosticas, ya todo va a depender del equipo que tengan, de la condición del paciente y entre otras cosas.

Entrevistador: Para finalizar... ¿Sugiere alguna modificación a este protocolo en función del tipo de estudio, condición del paciente o región anatómica?

Dr. Reyes Responde: Sugerirte específicamente una modificación al protocolo no, tendríamos que sentarnos a analizar cada protocolo, cada condición del paciente, pero lo que sí sé, es que sí se debe adaptar cada protocolo a cada condición del paciente, no es lo mismo hacer imágenes diagnosticas en un paciente con falla cardiaca, en un paciente séptico, que en un paciente adulto joven sano que viene a un estudio simplemente de control. Entonces si deben adaptarse las diluciones, las velocidades de inyección en todos los pacientes dependiendo principalmente de sus comorbilidades y su estado hemodinámico.

Entrevistador: ¿Hay algún otro comentario o experiencia personal que desee compartir respecto al sistema Dual Flow y su impacto en el diagnóstico por imágenes?

Dr. Reyes Responde: No, para finalizar quisiera agradecerle por haberme tenido en cuenta para esta entrevista en tu proyecto, es un tema extremadamente interesante, que requiere muchos más datos para poder tener conclusiones que sean extrapolables a la práctica diaria, pudiéramos aumentar el número de pacientes en un futuro, hacer estudios un poco más grandes para que nos dé una significancia estadística considerable, cuenta conmigo para lo que necesites, con el grupo de residentes de la Universidad Pontificia Bolivariana podemos también proponerles para que

ellos también traten de leer más al respecto y que tengamos datos consistentes y hacer un estudio epidemiológicamente bien estructurado, con una metodología adecuada.

Entrevistador: Le agradecemos sinceramente por compartir su tiempo y experiencia con nosotros. Sus valiosos aportes enriquecen el conocimiento académico y contribuyen significativamente a la formación continua del personal en los servicios de imágenes diagnósticas, especialmente en relación con el uso del sistema Dual Flow.

Estamos seguros de que su perspectiva será de gran utilidad para fortalecer las buenas prácticas en nuestra área.