

## **Artefactos que afectan la calidad en la imagen de tomografía computarizada**

Jhon Sebastian Gonzalez Angel

Yeison Grajales Morales

Jose Daniel Cifuentes Renteria

Nora Valentina Pantoja

Juan Carlos Marulanda Tenorio

Asesora

Leslie Andrea Vélez Álvarez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia –

UNAD Escuela de Ciencias de la Salud - ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes

2024

### **Dedicatoria**

A Dios, por darnos las oportunidades de desarrollarnos profesionalmente por darnos la fortaleza y la sabiduría para cumplir este sueño, a nuestro grupo de trabajo conformado por Jhon Sebastian Gonzalez, Angel Yeison Grajales Morales, Jose Daniel Cifuentes Renteria, Nora Valentina Pantoja , Juan Carlos Marulanda Tenorio por el compromiso y apoyo incondicional de todos , nuestro equipo nos enseñó a nunca rendirnos incluso en los momentos más difíciles de este proceso, también va dedicado a nuestra docente Rocío Jamaica y tutora Leslie Andrea Vélez Álvarez y a la universidad nacional abierta y distancia UNAD en general por ser nuestra guía e impulso, por creer en nosotros, su acompañamiento hizo este camino más llevadero y a todos aquellos que de alguna manera estuvieron a nuestro lado durante esta etapa académica nuestros más sinceros agradecimientos.

### **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar con éxito este diplomado, que presenta un paso importante en nuestro desarrollo personal y profesional.

A los docentes del diplomado quienes con su dedicación, conocimiento y paciencia nos guiaron a lo largo de este proceso. Sus enseñanzas quedaron como valiosas herramientas para enfrentar los retos de nuestra profesión

A todos los participantes de grupo por su apoyo, trabajo en equipo y las experiencias compartidas que enriquecieron esta etapa de aprendizaje. A nuestras familias, por su amor incondicional, su confianza en nosotros y su apoyo constante, para seguir adelante

Finalmente agradecemos a la universidad nacional abierta y a distancia UNAD por brindarnos un espacio de aprendizaje crecimiento y desarrollo profesional.

## Resumen

Los artefactos en las imágenes de tomografía computarizada (TAC) representan un desafío significativo para la calidad diagnóstica en el ámbito radiológico, especialmente en Colombia, donde las características del paciente y las limitaciones tecnológicas pueden acentuar esta problemática. Este trabajo tiene como objetivo identificar los tipos de artefactos más frecuentes que afectan las imágenes obtenidas mediante TAC y proponer soluciones técnicas y metodológicas que permitan minimizarlos.

A través de un análisis descriptivo y documental, se evalúa la relación entre los artefactos y factores como el sobrepeso de los pacientes, la presencia de dispositivos médicos y los parámetros técnicos de los equipos. Además, se exploran las implicaciones clínicas de estos artefactos, destacando cómo afectan la precisión diagnóstica y aumentan los riesgos para la salud del paciente. Los resultados indican que estrategias como la implementación de algoritmos de reconstrucción iterativa, el mantenimiento adecuado de los equipos y la preparación óptima del paciente antes del procedimiento son fundamentales para mitigar esta problemática.

Este estudio no solo aporta recomendaciones para mejorar la calidad de las imágenes en TAC, sino que también enfatiza la necesidad de optimizar los recursos disponibles y garantizar un servicio de alta calidad en las instituciones de salud. Con estas medidas, se busca fortalecer la precisión diagnóstica, reducir los costos asociados a estudios repetidos y contribuir al desarrollo de estándares radiológicos más eficaces y sostenibles.

**Palabras clave:** Tomografía computarizada, Artefactos, Calidad de imagen, Precisión diagnóstica.

## **Abstract**

Artifacts in computed tomography (CT) images represent a significant challenge to diagnostic quality in radiology, especially in Colombia, where patient characteristics and technological limitations can exacerbate this issue. This study aims to identify the most common artifacts affecting CT imaging and propose technical and methodological solutions to minimize their impact.

Through a descriptive and documentary analysis, the relationship between artifacts and factors such as patient obesity, the presence of medical devices, and equipment technical parameters is evaluated. Additionally, the clinical implications of these artifacts are explored, highlighting how they affect diagnostic accuracy and increase patient health risks. The results indicate that strategies such as implementing iterative reconstruction algorithms, ensuring proper equipment maintenance, and optimizing patient preparation prior to procedures are fundamental to addressing this issue.

This study provides recommendations to improve CT image quality and emphasizes the importance of optimizing available resources and ensuring high-quality services in healthcare institutions. These measures aim to enhance diagnostic accuracy, reduce costs associated with repeated studies, and contribute to the development of more effective and sustainable radiological standards.

**Keywords:** Computed tomography, Artifacts, Image quality, Diagnostic accuracy

**Tabla de Contenido**

Introducción .....	9
Planteamiento del Problema.....	11
Justificación .....	12
Objetivos .....	13
Objetivo General .....	13
Objetivos Específicos.....	13
Marco teórico .....	14
Metodología .....	26
Resultados .....	28
Estrategias de Intervención .....	31
Estrategias de Solución .....	32
Conclusiones .....	34
Referencias.....	36

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> <i>TC de Macizo Craneofacial</i> .....	18
<b>Figura 2.</b> <i>TC de Cerebro en Corte Axial</i> .....	19
<b>Figura 3.</b> <i>Endurecimiento del Haz de Rayos TC Cerebro</i> .....	19
<b>Figura 4.</b> <i>Cuerpos Extraños e Implementos Médicos de Alta Densidad TC de Muslo Derecho, Corte Axial</i> .....	20
<b>Figura 5.</b> <i>Artefacto por Entrada de Flujo</i> .....	21
<b>Figura 6.</b> <i>Volumen Parcial Promedio TC de Cerebro, Corte Axial</i> .....	21
<b>Figura 7.</b> <i>Ruido, TC Abdomen</i> .....	22
<b>Figura 8.</b> <i>TC de Tórax Proyección Incompleta</i> .....	22
<b>Figura 9.</b> <i>TC de Cráneo, Reconstrucción 3D, Artefacto Escalonado</i> .....	23
<b>Figura 10.</b> <i>Artefacto en ‘cebra’ TC de cuello, en reconstrucción multiplanar, corte coronal, con contraste endovenoso</i> .....	24
<b>Figura 11.</b> <i>Artefacto en Molino de Viento TC de Abdomen, Corte Axial</i> .....	24

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Estrategias para Reducir Artefactos en Tomografía Computarizada (TAC)</i> .....	27
---	----

## Introducción

Los avances en tomografía computarizada (TAC) han permitido un salto significativo en el diagnóstico médico, al proporcionar imágenes de alta precisión para identificar y evaluar múltiples patologías (Espitia Mendoza, Mejía Melgarejo, & Arguello Fuentes, 2016). Sin embargo, la calidad de las imágenes obtenidas puede verse afectada por artefactos y artificios que limitan la capacidad diagnóstica, incrementan los riesgos clínicos y generan ineficiencias en los procesos de atención (Sartori et al., 2015). En el contexto colombiano, esta problemática resulta especialmente relevante debido a la diversidad de características de los pacientes y a las limitaciones tecnológicas presentes en algunos centros hospitalarios.

Los artefactos en TAC pueden originarse por factores técnicos, como el mal funcionamiento de los equipos o la falta de mantenimiento adecuado, y por factores relacionados con el paciente, como el sobrepeso, la presencia de dispositivos médicos, o la incapacidad para mantenerse inmóvil durante el procedimiento (Allende et al., 2017; Gwiazdowski, Giménez León, & Mora Jurado, 2021). Estos problemas no solo afectan la calidad de la imagen, sino también la precisión diagnóstica, aumentando el riesgo de errores médicos y tratamientos inadecuados (Ardila Gómez, 2023). Por tanto, identificar los tipos más frecuentes de artefactos y proponer estrategias para minimizarlos es fundamental para garantizar la calidad en la atención sanitaria.

El presente análisis tiene como objetivo general identificar los artefactos y artificios que afectan la calidad de las imágenes en tomografía computarizada y explorar soluciones técnicas o metodológicas para su mitigación. Los objetivos específicos incluyen analizar la frecuencia y los tipos de artefactos presentes en estudios de TAC realizados en Colombia, estudiar las implicaciones clínicas de estos artefactos en términos de precisión diagnóstica y

proponer estrategias para optimizar la calidad de las imágenes mediante mejoras en los equipos y en la preparación de los pacientes.

En este sentido, la revisión de literatura previa muestra avances importantes en la reducción de artefactos mediante el uso de tecnología avanzada, como los algoritmos de reconstrucción iterativa, que han demostrado ser efectivos para mejorar la calidad de las imágenes y reducir la dosis de radiación (Willemink et al., 2013; Núñez, s. f.). No obstante, persiste la necesidad de adaptar estas estrategias al contexto colombiano, donde factores como la desigualdad en el acceso a equipos modernos y la variabilidad en la capacitación del personal técnico influyen significativamente en los resultados (Bustos Garay, 2022; Ochoa & Ortiz Aguilar, 2024).

Por lo tanto, este trabajo busca contribuir al desarrollo de soluciones prácticas y sostenibles para abordar una problemática que tiene implicaciones tanto clínicas como económicas. A través de un enfoque integrador, se pretende optimizar la calidad del servicio y generar un valor agregado para las instituciones de salud, alineando la práctica radiológica con los más altos estándares internacionales (Ramírez Giraldo, Fletcher, & McCollough, 2010).

## Planteamiento del Problema

La tomografía computarizada es una herramienta fundamental en la rama de la medicina debido a su contribución a un diagnóstico preciso, la visualización de estructuras internas, a la detección temprana de enfermedades, planificación quirúrgica, seguimiento de tratamientos, diagnósticos de emergencia, monitoreo de enfermedades crónicas y más contribuciones al servicios de diagnóstico y terapéuticos sin embargo, la presencia de artefactos y artificios en las imágenes puede afectar significativamente la calidad y precisión del diagnóstico.

Según Ardila Gómez, (2023) un estudio de la Asociación Colombiana de Radiología (ACR) indica que alrededor del 30% de las TAC realizadas en Colombia presentan artefactos que afectan la calidad de las imágenes, lo que implica una reducción de la precisión diagnóstica debido a la dificultad para visualizar las estructuras anatómicas por la interferencia de dichos artefactos, lo que implica posibles errores en la interpretación de imágenes y/o la necesidad de repetir el examen generando un aumento de radiación para el paciente y demoras en su diagnóstico.

Los artefactos y artificios pueden ser causados por diferentes factores como, los movimientos del paciente, la calidad de los equipos utilizados en radiología, la técnica utilizada para la adquisición y reconstrucción de imágenes, lo que significa que pueden ser errores técnicos como metodológicos por lo tanto la investigación sobre los artefactos y artificios en TAC contribuye a fortalecer nuestros conocimientos y habilidades para identificar y aprender a contrarrestar los artefactos y artificios en tomografía y junto con ello desarrollar técnicas cruciales para reducir la presencia de artefactos, mejorar la calidad de imágenes, establecer los protocolos de calidad y ampliar nuestras habilidades y capacidades como profesionales para ponerlas al servicio para mejorar la atención y eficacia en el servicio de radiología.

## **Justificación**

La tomografía computarizada es una técnica de imagen medica ampliamente utilizada para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades, por ende, estas imágenes deben ser de calidad para que el medico encargado de interpretarla tenga un buen material y así poder brindar un diagnóstico claro y preciso. Sin embargo, la tomografía no está exenta de limitaciones y errores como los artefactos.

Los artefactos en tomografía se definen como errores o distorsiones en las imágenes diagnósticas, que pueden ser causados por diversos factores, como la física del proceso de la obtención de imagen, la calidad del equipo, la técnica de imagen y la presencia de materiales extraños al cuerpo del paciente. La presencia de artefactos y artificios en TAC puede tener consecuencias graves como, dificultad para diagnosticar diversas enfermedades o lesiones, la necesidad de repetir el estudio lo que implica irradiar de más a los pacientes, posibles errores en el diagnóstico.

El presente trabajo tiene como objetivo profundizar en la mejora de la calidad de imágenes diagnosticas en tomografía computarizada, a través de la investigación de los artefactos que afectan la calidad de imagen, investigación que se realiza por medio de la literatura científica con la finalidad de identificar todos los tipos de artefactos y sus posibles soluciones para contribuir a la mejora de la calidad de las imágenes en TAC, y así reduciendo la presencia de artefactos y mejorando la precisión diagnóstico.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Identificar los artefactos y artificios que afectan la calidad de imagen en tomografía computarizada.

### **Objetivos Específicos**

Analizar la frecuencia y tipos de artefactos presentes en las TAC realizadas en Colombia, con especial énfasis en su relación con características del paciente, como el sobrepeso y la presencia de dispositivos médicos.

Descubrir las implicaciones clínicas de los artefactos en las TAC, evaluando cómo estos afectan la precisión diagnóstica y los posibles riesgos para la salud de los pacientes.

Proponer estrategias para mejorar la calidad de las imágenes en TAC y minimizar la incidencia de artefactos, incluyendo recomendaciones sobre el uso de equipos y la preparación del paciente antes del procedimiento.

## Marco teórico

La tomografía, también conocida en el ámbito de la salud como Tomografía Axial Computarizada (TAC), experimentó un avance significativo en la década de los 70 gracias a los trabajos de Godfrey Hounsfield. En ese entonces, las primeras imágenes generadas por el tomógrafo presentaban resoluciones de 80x80 cuadros y contenían un considerable nivel de ruido. Para mejorar la calidad de las imágenes, Hounsfield se apoyó en procedimientos algebraicos previamente desarrollados, como las transformadas de Radón y su inversa, las cuales fueron fundamentales para el análisis de patrones en la creación de las primeras imágenes tomográficas (Calzado, 2010).

El principio algebraico detrás de la tomografía es relativamente simple: una malla o cuadrícula imaginaria se superpone sobre el plano de la sección transversal del objeto escaneado. Cada celda de esta cuadrícula incorpora un promedio de densidad, que se convierte en la incógnita principal a resolver. Las proyecciones obtenidas mediante los rayos X atraviesan las diferentes celdas en distintos ángulos como bandas delgadas, y estas bandas, a su vez, son multiplicadas por el valor promedio de densidad de cada celda (Calzado, 2010).

El término "tomografía computarizada" hace referencia al procedimiento mediante el cual se obtienen imágenes reconstruidas a partir del procesamiento de múltiples proyecciones, obtenidas gracias a la irradiación de un haz estrecho de rayos X que gira alrededor del paciente junto con los detectores. Cada una de estas imágenes, conocidas como cortes o imágenes transversales, contiene una mayor cantidad de información espacial en comparación con las radiografías convencionales (Calzado, 2010). En la actualidad, la reconstrucción de imágenes ha evolucionado significativamente, permitiendo obtener imágenes tridimensionales a partir de las cuales se pueden extraer cortes sucesivos según las necesidades clínicas.

Cuando la tomografía computarizada fue introducida en la práctica clínica en 1971, su uso se limitaba al estudio de imágenes axiales del cerebro, lo que la convertía en una herramienta de especial interés para la neurorradiología. Sin embargo, con el tiempo, la TAC ha evolucionado hasta convertirse en una técnica de imagen versátil que permite obtener imágenes tridimensionales de cualquier área anatómica, siendo ampliamente utilizada en oncología, radiología vascular, cardiología, traumatología y radiología intervencionista, entre otros campos (Calzado, 2010). Además, la tomografía computarizada no solo se emplea en el diagnóstico, sino también en la planificación de tratamientos de radioterapia y en el cribado de subpoblaciones asintomáticas con factores de riesgo específicos.

Uno de los primeros escáneres clínicos, el "escáner EMI", introducido en 1971, tardaba aproximadamente 4 minutos en adquirir los datos del cerebro y 7 minutos adicionales para calcular cada imagen. Poco después, se desarrollaron escáneres capaces de explorar otras áreas del cuerpo, inicialmente con filas únicas de detectores y, más tarde, con escáneres helicoidales o espirales, que posteriormente evolucionaron hasta incorporar múltiples filas de detectores.

Esto permitió mejorar la resolución de las imágenes y reducir significativamente el tiempo de adquisición (Calzado, 2010).

En la actualidad, existen escáneres de TAC diseñados específicamente para determinadas aplicaciones clínicas. Por ejemplo, algunos equipos tienen aberturas de mayor diámetro en el gantry para facilitar estudios de radioterapia con campos de visión más amplios. Otros dispositivos, como los escáneres híbridos que combinan TAC con tomografía por emisión de positrones (PET) o con tomografía de emisión de fotón único (SPECT), permiten realizar estudios con múltiples técnicas de imagen de manera simultánea. Además, se han desarrollado escáneres especializados, como los de doble fuente (equipados con dos tubos

de rayos X) y los volumétricos, capaces de adquirir datos de órganos completos en una sola rotación (Calzado, 2010).

Gracias a estas innovaciones, es posible obtener imágenes tridimensionales del cerebro, corazón o sistema musculoesquelético con relativa facilidad. Aunque las imágenes 3D son llamativas, los radiólogos suelen confiar más en las imágenes bidimensionales en blanco y negro, generadas con técnicas como los reformateados multiplanares (MPR). Para visualizar adecuadamente la luz de los vasos sanguíneos en las imágenes, es necesario el uso de medios de contraste intravenosos, que generalmente contienen yodo (Calzado, 2010).

La calidad de las imágenes obtenidas mediante TAC depende en gran medida de la calibración adecuada de los escáneres, la cual debe realizarse según los protocolos recomendados por los fabricantes. Las calibraciones pueden hacerse en aire o, en algunos casos, en maniqués con agua para corregir efectos como el endurecimiento del haz de rayos X (Calzado, 2010). Sin embargo, los artefactos, como los causados por movimiento del paciente, mal funcionamiento del detector o efectos de volumen parcial, pueden afectar significativamente la calidad de la imagen, lo que subraya la importancia de contar con personal capacitado y equipos de alta calidad.

### **Teoría de la Interacción de la Radiación con los Materiales**

*Autor: Albert Einstein (1905, Teoría del Efecto Fotoeléctrico)*

Esta teoría se basa en cómo la radiación interactúa con diferentes materiales, como el metal, causando artefactos en las imágenes obtenidas por TAC. La alta densidad de ciertos materiales, como los implantes metálicos, provoca que los rayos X no los atraviesen correctamente, generando distorsiones o áreas oscuras en la imagen. Esto tiene un impacto directo en la calidad del diagnóstico, ya que los artefactos pueden ocultar o alterar detalles importantes.

## **Teoría del Algoritmo de Reconstrucción de Imágenes**

***Autor: Godfrey Hounsfield (1972, Inventor del TAC)***

Hounsfield desarrolló la teoría detrás de la reconstrucción de imágenes a partir de datos obtenidos por tomografía computarizada, permitiendo obtener imágenes tridimensionales del cuerpo. Sin embargo, esta teoría también aborda las limitaciones que surgen cuando los algoritmos no logran corregir adecuadamente las distorsiones provocadas por artefactos. A pesar de las mejoras en los algoritmos, los artefactos siguen siendo un problema cuando se introducen elementos externos o cuando la tecnología es deficiente.

## **Teoría de la Dispersión Compton**

***Autor: Arthur H. Compton (1923, Dispersión de Rayos X)***

La dispersión Compton es un fenómeno que ocurre cuando los rayos X interactúan con electrones y son desviados, lo que afecta la calidad de las imágenes de TAC. Este fenómeno es clave para entender por qué se producen ciertos artefactos, como el “ruido” en las imágenes.

Los artefactos relacionados con la dispersión Compton se agravan cuando hay materiales de diferentes densidades en la región escaneada, lo que genera imágenes poco claras y dificulta la interpretación médica.

## **Teoría de la Calidad en Diagnóstico por Imágenes**

***Autor: Radiological Society of North America (RSNA)***

Esta teoría, promovida por la RSNA, sostiene que la calidad en las imágenes de diagnóstico no solo depende de la tecnología utilizada, sino también de los protocolos de control de calidad y del entrenamiento del personal. En este contexto, la aparición de artefactos y artificios en TAC es vista como un problema que puede ser mitigado mediante

la implementación de mejores prácticas, como la selección correcta de parámetros técnicos y el uso de software de reducción de artefactos.

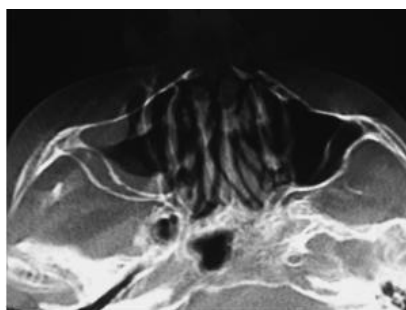
## **Tipos de Artefactos en Tomografía Computarizada**

### ***Artificios por Movimiento***

Este artefacto aparece como bandas blancas y negras intercaladas, manchas o lunares negros, pérdida de la resolución, desdoblamiento de los contornos de las diferentes estructuras o distorsión de las estructuras anatómicas produce cuando el paciente realiza movimientos ya sea por movimientos por respiración, latidos cardíacos, temblor, excitación, nerviosismo, deglución, peristaltismo, en exámenes donde es necesario que el paciente sostenga la respiración y no realice movimientos. Sartori (2015)

### **Figura 1**

#### *TC de Macizo Craneofacial*



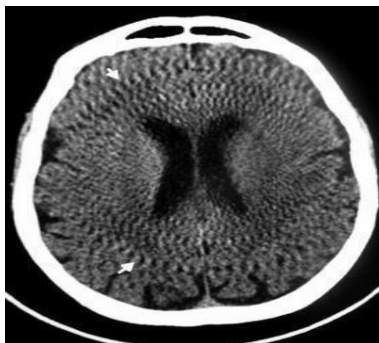
*Nota.* Imagen de TC de macizo craneofacia con presencia de artefacto por movimiento. Tomado de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz, A (2015). Revista Argentina de Radiología.

### **Artefacto de los Blancos por Alteración de los Detectores o Error de estabilidad**

Este artefacto aparece cuando el haz de rayos no está centrado sobre los detectores, por ende, la proyección individual de cada anillo de datos es diferente, causando múltiples anillos concéntricos de intensidad variable (“rueda de carro”). Sartori (2015)

**Figura 2**

*TC de Cerebro en Corte Axial*



*Nota.* Imagen de TC de cerebro en corte axial con presencia de artefacto “rueda de carro”. Tomado de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz, A (2015). Revista Argentina de Radiología.

**Endurecimiento del Haz de Rayos**

Este artefacto se observa en la imagen en forma de líneas o bandas intercaladas, claras y oscuras, como una sombra debajo de las costillas o como un aumento de sombras espiculadas en el mediastino, la cintura escapular o la base del cráneo, esto sucede cuando la energía media del haz de rayos x aumenta al atravesar un material en especial áreas de gran atenuación como el hueso. Sartori (2015).

**Figura 3**

*Endurecimiento del Haz de Rayos TC Cerebro*



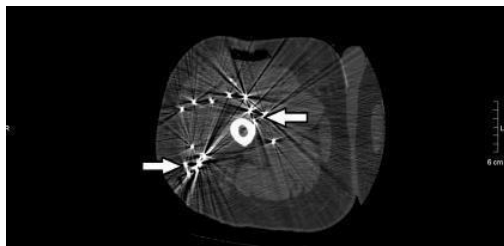
*Nota.* Imagen de TC de cerebro en corte axial con presencia de artefacto en forma de líneas intercaladas, claras y oscuras. Tomado de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz, A (2015). Revista Argentina de Radiología

### **Cuerpos Extraños e Implementos Médicos de Alta Densidad**

Este artefacto aparece como bandas o “rayos de sol” Este y reconoce fácilmente porque el elemento de alta densidad genera un destello de luz. forzando a los detectores a operar en una región de respuesta no lineal aparecen por la presencia de elementos o instrumentos quirúrgicos con metal, como prótesis dentales, material de osteosíntesis, piercings, joyas, aparatos de vigilancia, cables, utensilios médicos, semillas de radioterapia, contrastes orales o endovenosos, y accesorios de ropa. Sartori (2015)

#### **Figura 4**

*Cuerpos Extraños e Implementos Médicos de Alta Densidad, TC de Muslo Derecho, Corte Axial*



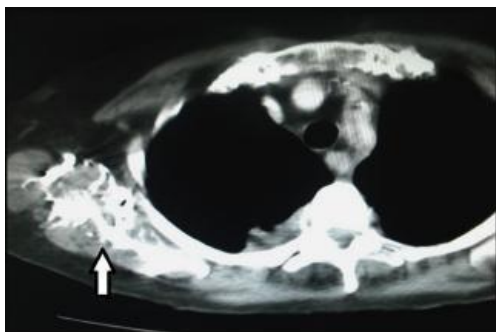
*Nota.* Imagen de TC de muslo derecho en corte axial con presencia de artefacto por implementos médicos de alta densidad. Tomado de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz, A (2015). Revista Argentina de Radiología

### Artefacto por Entrada de Flujo

Este artefacto aparece como una distorsión de la imagen con aumento de la densidad valoración debido a un corto intervalo de tiempo entre la administración del contraste intravenoso y el comienzo de la adquisición de imágenes. Sartori (2015)

### Figura 5

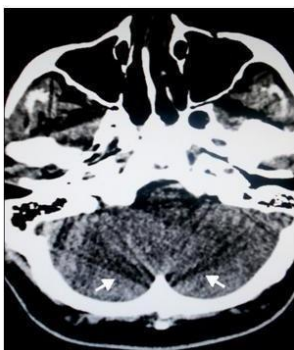
#### *Artefacto por Entrada de Flujo*



*Nota.* Imagen de TC de tórax en corte axial con presencia de artefacto por entrada de flujo. Tomado de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz, A (2015). Revista Argentina de Radiología

### Figura 6

#### *Volumen Parcial Promedio TC de Cerebro, Corte Axial*



*Nota.* Imagen de TC de cerebro, corte axial con presencia de artefacto. Tomado de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.;

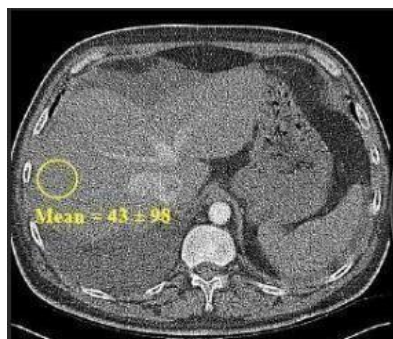
Castro, J.; Ortiz, A (2015). Revista Argentina de Radiología

## Ruido

Este artefacto hace que las imágenes pierdan el contraste de los diferentes tejidos y estructuras anatómicas, lo que puede llegar a afectar la nitidez y definir con claridad las estructuras a estudiar, este suceso se puede presentar por diversos factores como mala dosis de radiación aplicada, la calidad de los detectores del equipo y la forma en cómo se procesaron las imágenes. Sartori (2015)

### Figura 7

#### *Ruido TC de Abdomen*



*Nota.* Imagen de TC de abdomen con presencia de artefacto por ruido. Tomada de: <https://instrumentacionradiologia.blogspot.com/2017/07/imagen-radiografica.html>

## Proyección Incompleta

Este artefacto sucede cuando una parte del paciente del paciente está por fuera de la zona a escanear, pero aun así es escaneada, pero el tomógrafo al no recolectar los suficientes datos de esta zona genera este artefacto. Sartori (2015)

## Figura 8

### *TC de Tórax Proyección Incompleta*



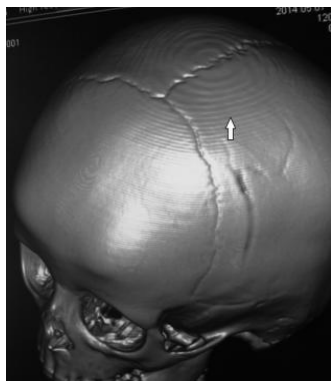
*Nota.* Imagen de TC de tórax, corte axial con presencia de artefacto por proyección incompleta. Tomada de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz A.. Revista Argentina de Radiología.

## Artefacto Escalonado

Este artefacto se presenta en los planos mutiplanares o en imágenes 3d y se visualizan a los bordes en forma de escalones de una escalera, esto sucede porque en el estudio requería de una mayor colimación y una reconstrucción no solapada. Sartori (2015)

## Figura 9

### *TC de Cráneo, Reconstrucción 3D, Artefacto Escalonado*



*Nota.* Imagen de TC de cráneo con reconstrucción 3D con presencia de artefacto escalonado. Tomado de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz, A (2015).Revista Argentina de Radiología

### Artefacto en “Cebra”

Este artefacto se presenta en reconstrucciones multiplicares y 3D en el plano sagital o coronal y se visualiza en forma de rayas escalonadas a través de la imagen, esto es ocasionada por cortes demasiado gruesos. Sartori (2015)

#### Figura 10

Artefacto en “Cebra” TC de Cuello, en Reconstrucción Multiplanar, Corte Coronal, con Contraste Endovenoso



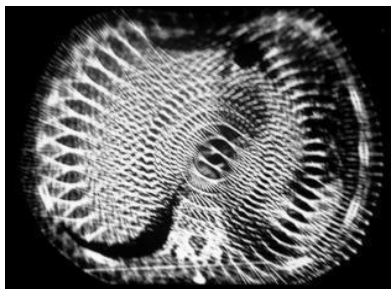
*Nota.* Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz, A (2015) TC de cuello, en reconstrucción multiplanar, corte coronal, con contraste endovenoso [imagen]. Revista Argentina de Radiología

### Artefacto en molino de viento

Este artefacto genera una distorsión mostrando la imagen formas de anillos concéntricos y espejados hipodensos e hiperdensos. Sartori (2015)

**Figura 11**

*Artefacto en Molino de Viento TC de Abdomen, Corte Axial*



*Nota.* Imagen de TC de abdomen en corte axial con presencia de artefacto en molino de viento. Tomado de. Sartori, P.; Rozowykniat, M.; Siviero, L.; Barba, G.; Peña, A.; Mayol, N.; Acosta, D.; Castro, J.; Ortiz, A (2015) Revista Argentina de Radiología

## Metodología

Según Sampieri, et al. (2023), el enfoque cualitativo busca comprender y explorar las experiencias humanas en profundidad, considerando su complejidad y el contexto social y cultural en el que se desarrollan. Este enfoque, recopila información desde las cualidades y aspectos más importantes, mediante herramientas, observaciones y análisis de estudios previos, priorizando la interpretación de los datos para identificar significados y dinámicas subyacentes. Por su parte, el enfoque se centra en representar de manera detallada y precisa las características de un fenómeno, sin indagar en sus causas o relaciones profundas. Esto permite construir una base sólida de conocimiento inicial que sirve como marco para investigaciones futuras o para entender mejor un tema específico.

Por otro lado, el enfoque tiene como objetivo ofrecer una representación detallada de un fenómeno, sin investigar a fondo las causas o relaciones más profundas, se trata de describir de manera precisa las características de un grupo, situación o evento, lo que puede ayudar a dar un marco inicial para investigaciones más completas o para entender mejor ciertos hallazgos.

El enfoque exploratorio, similar al cualitativo en algunos aspectos, se utiliza cuando un tema no está bien estudiado y se necesita identificar patrones, ideas o preguntas iniciales para guiar estudios más amplios en el futuro, es ideal en las primeras fases de la investigación, pues permite descubrir aspectos nuevos o poco comprendidos sobre un problema.

A partir de la problemática planteada sobre el impacto de los artefactos en los TAC (Tomografía Axial Computarizada), se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con las palabras clave tomografía computarizada, artefactos y calidad de imagen.

Para ello, se utilizaron diversas bases de datos académicas, tales como PubMed, Scopus, Google Scholar y Redalyc, que permitieron acceder a una amplia gama de artículos y

documentos científicos. Se analizaron un total de 35 artículos, de los cuales se seleccionaron 25, siguiendo los siguientes criterios de inclusión: Publicaciones posteriores a 2019. Artículos en idioma español. Estudios realizados en Colombia y Latinoamérica. Una vez seleccionados los artículos, se procedió a la lectura detallada de cada uno de ellos, enfocándose en aquellos que estuvieran directamente relacionados con los efectos de los artefactos en la calidad de la imagen en los TAC. Durante el proceso de revisión, se identificaron patrones recurrentes y hallazgos clave que permitieron una visión más completa <sup>27</sup> sobre el impacto de dichos artefactos, abarcando tanto los aspectos técnicos como las posibles intervenciones humanas que podrían influir en la problemática. Este enfoque metodológico de revisión bibliográfica permitió destacar áreas en las cuales aún existe falta de conocimiento, lo que sentó las bases para la formulación de preguntas clave que orientarán estudios futuros. La identificación de estos vacíos de información fue fundamental para establecer líneas de investigación más precisas, contribuyendo así a avanzar en la comprensión de la relación entre artefactos y calidad de imagen en los TAC.

## Resultados

En la presente revisión bibliográfica se estudiaron los diferentes tipos de artefactos y artificios que afectan las imágenes en tomografía computarizada planteando su definición, como se observan en las imágenes diagnósticas y su posible causa. En esta parte planteamos las posibles las diversas estrategias para mejorar la calidad de las imágenes en TAC y minimizar la incidencia de artefactos, incluyendo recomendaciones sobre el uso de equipos y la preparación del paciente antes del procedimiento que hemos encontrado a través de la ardua búsqueda de investigación y recopilación de información de investigaciones previas.

**Tabla 1**

*Estrategias para reducir artefactos en tomografía computarizada (TAC)*

Artefacto	Causa	Posible solución
Artificios por movimiento	Movimientos del paciente debido a respiración, latidos cardíacos,	Solicitar al paciente que sostenga la respiración y permanezca inmóvil. Usar soportes blandos o

Artefacto	Causa	Posible solución
	temblores, excitación, nerviosismo, deglución o peristaltismo.	cojines. Si no es posible, considerar la sedación bajo criterio médico.
Artefactos por detectores	Alteraciones o errores de estabilidad en los detectores, generando anillos concéntricos debido al desalineamiento del haz de rayos X ( <i>rueda de carro</i> ) (Sartori, 2015).	Realizar calibraciones periódicas, mantenimiento regular y reemplazo de detectores dañados por equipos de alta calidad.
Endurecimiento del haz de rayos	Incremento de la energía media del haz de rayos X al atravesar materiales densos, como huesos (Sartori, 2015).	Ajustar la energía del haz y aplicar técnicas de corrección de absorción.
Cuerpos extraños	Presencia de objetos metálicos o implementos médicos de alta densidad, como prótesis, material quirúrgico, piercings, joyas u otros (Sartori, 2015).	Retirar objetos metálicos no esenciales. Para implementos médicos, usar técnicas de corrección para reducir su impacto en las imágenes.
Artefacto por entrada de flujo	Intervalos cortos entre la administración del contraste intravenoso y la adquisición de imágenes (Sartori, 2015).	Utilizar detectores con aislamiento adecuado y técnicas de suspensión de flujo.

Artefacto	Causa	Posible solución
Volumen parcial promedio	Mezcla de densidades cuando el haz atraviesa múltiples estructuras pequeñas, localizando diferentes materiales en un mismo vóxel (Sartori, 2015).	Ajustar el campo de visión (FOV) y posicionar correctamente la estructura a analizar. Aplicar técnicas de corrección de volumen parcial.
Ruido	Baja dosis de radiación, detectores de baja calidad o procesamiento inadecuado (Sartori, 2015).	Ajustar parámetros del equipo (voltaje, corriente, tiempo de exposición) y emplear técnicas de reconstrucción adecuadas.
Proyección incompleta	Partes del paciente fuera del campo de visión son escaneadas, pero los datos recolectados son insuficientes (Sartori, 2015).	Ajustar el FOV y posicionar correctamente al paciente dentro del campo de visión.
Artefactos escalonados	Causados por colimación insuficiente o reconstrucciones no solapadas (Sartori, 2015).	Optimizar los parámetros de reconstrucción y aumentar la resolución del equipo.
Artefactos en "cebra"	Líneas visibles en reconstrucciones multiplanares y 3D causadas por cortes demasiado gruesos (Sartori, 2015).	Ajustar parámetros técnicos, como el voltaje del tubo de rayos X, y usar técnicas de alta resolución.

Artefacto	Causa	Posible solución
Artefacto en molino de viento	Rayas en forma de molino por interacción inadecuada entre el haz de rayos X y las estructuras analizadas.	Ajustar los parámetros del equipo y aumentar la resolución de la imagen.

*Nota.* Esta tabla presenta los tipos de artefactos más comunes en la tomografía computarizada, sus causas y las estrategias propuestas para minimizar su impacto. Adaptado de Sartori (2015). Entre los hallazgos más relevantes se encuentra la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales mediante procesos de capacitación continua, así como la creación de protocolos claros y adaptables a diferentes escenarios y el mantenimiento y ajustes técnicos al equipo de tomografía.

### ***Estrategias de Intervención***

**Actualización y Modernización del Equipo de TAC.** Según Beltrán, & Genis, J.

C. S (2023) la implementación de tecnologías más avanzadas, como los sistemas de reconstrucción iterativa y el uso de software especializado para minimizar los artefactos, es una intervención clave. Estas tecnologías pueden ayudar a mejorar la calidad de las imágenes y reducir el impacto de los artefactos causados por implantes metálicos, grasa corporal o equipos desactualizados. Las clínicas y hospitales deben asegurarse de que sus equipos de TAC estén actualizados y en condiciones óptimas para ofrecer diagnósticos

más precisos.

**Capacitación Continua para Técnicos Radiólogos.** Es fundamental que los técnicos de imagenología reciban formación periódica para identificar, minimizar y manejar los artefactos en las imágenes de TAC. Esta capacitación puede incluir el uso de técnicas específicas para ajustar los parámetros del equipo según las características del paciente, como su peso o la presencia de dispositivos metálicos, según Romero, & Delgado, J. A. (2020).

**Protocolo Especializado para Pacientes con Sobrepeso o Dispositivos Metálicos.**

Crear protocolos diferenciados para pacientes con condiciones que los hacen más propensos a generar artefactos es esencial. Estos protocolos pueden incluir ajustes en la dosis de radiación, el posicionamiento del paciente y el uso de técnicas adicionales para obtener imágenes más claras y precisas.

**Campañas de Sensibilización Sobre los Riesgos del Sobrepeso.** Dado que el sobrepeso es un factor significativo en la aparición de artefactos en las TAC, una estrategia de salud pública que promueva la reducción del sobrepeso puede tener un impacto positivo.

Campañas de educación sobre hábitos saludables y programas de control de peso pueden reducir indirectamente la incidencia de este problema, Rincón Munar, J. N. (2019).

***Estrategias de Solución***

**Implementación de Algoritmos Avanzados de Corrección de Artefactos.** El uso de software especializado que aplique algoritmos para corregir distorsiones en las imágenes de TAC es una solución tecnológica viable. Esto permitiría mejorar la nitidez de las imágenes afectadas por artefactos, lo que resultaría en diagnósticos más precisos sin necesidad de repetir los estudios.

**Mejorar la Comunicación Entre los Equipos Médicos.** Como lo indican Romero, & Delgado, J. A. (2020) n enfoque interdisciplinario donde los radiólogos trabajen en conjunto con

médicos de diferentes especialidades puede optimizar el uso de las TAC. A través de una mejor comunicación, los médicos podrán seleccionar los protocolos de imagen más adecuados para pacientes con condiciones específicas, reduciendo el riesgo de artefactos.

## Conclusiones

Los artefactos que afectan la calidad de las imágenes en tomografía computarizada (TAC) representan un desafío crítico para la práctica radiológica y la precisión diagnóstica en Colombia. Estos artefactos no solo dificultan la interpretación adecuada de los estudios, sino que también tienen implicaciones significativas en la calidad del servicio, la optimización de recursos, y el impacto clínico en los pacientes. Identificar y abordar este problema se ha convertido en una prioridad para garantizar diagnósticos confiables, disminuir los costos asociados a estudios repetidos y reforzar la confianza en las instituciones de salud.

El análisis de esta problemática revela que los artefactos pueden originarse por diversas causas, entre las que destacan factores técnicos, como el desajuste en la calibración de los equipos o el uso de tecnología obsoleta, y factores humanos, incluyendo la falta de preparación del paciente o el desconocimiento técnico sobre cómo abordar situaciones particulares como el sobrepeso o la presencia de dispositivos médicos. En el contexto colombiano, estas dificultades suelen verse exacerbadas por limitaciones económicas y desigualdades en el acceso a tecnología avanzada en regiones específicas, lo que genera una brecha de calidad entre instituciones de alta y baja complejidad.

Además, las condiciones específicas del paciente, como la incapacidad para mantenerse inmóvil o las características físicas que interfieren con la calidad de la imagen, subrayan la necesidad de un enfoque más personalizado en la ejecución de los estudios. Esto es especialmente relevante si se considera el impacto que los artefactos tienen sobre la precisión diagnóstica, lo que podría retrasar tratamientos oportunos o, en el peor de los casos, llevar a diagnósticos incorrectos con consecuencias potencialmente graves para la salud del paciente.

La calidad de la imagen es fundamental para obtener diagnósticos precisos y confiables, los artefactos y artificios puede llegar hacer uno de los impedimentos para que la calidad de la imagen sea afectada, por ende, la corrección de artefactos, la selección de parámetros adecuados, como la energía del haz de rayos x, la resolución de los detectores y cumplir con los parámetros de reconstrucción son fundamentales para evitar o minimizar los artefactos y artificios en tomografía

Desde una revisión bibliográfica profunda se puede concluir que para la obtención en la calidad de los estudios radiológicos y por ende de las imágenes diagnósticas, debe centrarse en el fortalecimiento de las capacidades humanas y organizativas, asegurando una adecuada preparación frente a posibles contingencias. Como tecnólogos, podemos aportar al diseño de sistemas de monitoreo continuo que permitan la actualización y evaluación constante de los protocolos, además de proponer soluciones prácticas como la implementación de herramientas digitales para la gestión documental y la difusión de información.

## Referencias

Ardila Gómez, (2023) Calidad de las imágenes de tomografía computarizada y resonancia magnética ocasionado por artefactos y artificios.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62923>

Allende, F., Araya, K., Madariaga, E., Bitar, P., & Paolinelli, P. (2017). Calidad de imagen y reducción de dosis en angiotomografía computarizada de arterias coronarias usando protocolo de baja energía. *Revista Chilena de Radiología*, 23(3), 130-139.

Bustos Garay, C. A. (2022). Simulación de artificios en imágenes de tomografía computarizada y clasificación automática usando algoritmos de machine learning.

<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2908>

Charry-Cuellar, J. D. (2021). Modelo de predicción de mortalidad y pronóstico neurológico en pacientes víctimas de trauma craneoencefálico en Colombia. <https://crea.ujaen.es/handle/10953.1/11753>

Espitia Mendoza, Ó. J., Mejía Melgarejo, Y. H., & Arguello Fuentes, H. (2016). Tomografía computarizada: proceso de adquisición, tecnología y estado actual. *Revista Tecnura*, 20(47), 119-135. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.1.a10

IPEN (SF). Control de Calidad de Equipos de Rayos X.

<https://www.ipen.gob.pe/index.php/servicios/metrologia-y-dosimetria/control-de-calidad-de-equipos-de-rayos-x>

Núñez, M. (s/f). Reconstrucción Iterativa . OIEA.org. Recuperado el 10 de septiembre de 2024, de

[https://humanhealth.iaea.org/HHW/Technologists/NuclearMedicineTech/Educationalresources/sao\\_paulo2012/Reconstruccion\\_Iterativa.pdf](https://humanhealth.iaea.org/HHW/Technologists/NuclearMedicineTech/Educationalresources/sao_paulo2012/Reconstruccion_Iterativa.pdf)

Ochoa, & Ortiz Aguilar, (2024). Influencia de factores ambientales y operativos en la calidad de las imágenes radiológicas en entornos hospitalarios en el departamento de Boyacá.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62791>

Revista Tecnura . (s/f). Recuperado el 10 de septiembre de 2024, de

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/8154/9807>

Ramírez Giraldo, J. C., Fletcher, J. J., & McCollough, C. H. (2010). Reducción del ruido en imágenes de tomografía computarizada usando un filtro bilateral anisotrópico.

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.

Willeminck MJ, de Jong PA, Leiner T, de Heer LM, Nievelstein RAJ, Budde RPJ, Schilham AMR. Iterative reconstruction techniques for computed tomography. Part 1: technical Principles. *Eur Radiol* (2013) 23: 1623-31.<http://dx.doi.org/10.1007/s00330-012-2765-y>

Zuluaga, et al. (2020). Adaptación del algoritmo MARACAS para segmentación de la arteria carótida y cuantificación de estenosis en imágenes TAC. *Acta Biológica Colombiana*, 15(3), 197-212<http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-548X20100>