

**REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE RADIOLOGÍA: UNA ESTRATEGIA DE
ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA CON PROFESORES EN FORMACIÓN**

JULIAN DAVID ORTEGÓN LEÓN

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.

Noviembre de 2025

REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE RADIOLOGÍA: UNA ESTRATEGIA DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA CON PROFESORES EN FORMACIÓN

JULIAN DAVID ORTEGÓN LEÓN

CÓDIGO: 2020215036

Proyecto de investigación para optar por el título de Licenciado en Química

Director: Profesor, Ricardo Andrés Franco Moreno.

Dr. Ciencias de la Educación.

Grupo de Investigación: Educación en Química Verde, Energías Alternativas y Sustentabilidad Ambiental – EDUQVERSA.

Línea de investigación: Educación en ciencias para la sustentabilidad ambiental

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ, D.C.

Noviembre de 2025.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia **Nasly León, Lizeth León, Edwin León y Myriam Cardozo**, quienes con su apoyo, amor y dedicación me han enseñado a ser una persona dedicada y resiliente, capaz de afrontar cualquier adversidad de la vida y para recompensar los esfuerzos que han tenido que hacer para sacarme adelante. A mi padre **Johann Ortegón** por estar presente en mi vida y aconsejarme sobre mi bienestar siempre de la mejor manera. A mi mascota **Brisa**, por alegrar los días difíciles con su sonrisa y su presencia. Sin duda alguna, Dios me premio con una familia maravillosa.

A **Valentina Moreno** por brindarme su apoyo y amor incondicional en todo momento, por ser la luz de mis ojos, y por destacar un sinfín de cualidades en mí que jamás había notado. Sin duda alguna, Dios me premio con una compañera de vida hermosa en todos los aspectos posibles; te amo Zereth.

Al profesor **Fernando Olaya** porque gracias a él tuve la oportunidad de ingresar a la gloriosa Universidad Pedagógica Nacional, por brindarme los mejores consejos y por darme alientos cuando en algún momento pensé que la docencia no era para mí, un maestro que llevaré por siempre en mi corazón y con el cual estaré agradecido de por vida.

A los amigos de carrera (**David, Tatiana, Natalia, Duván y Laura**) que hice en el camino por acompañarme y hacerme ver que puedo llegar a ser un buen licenciado en química, gracias a sus consejos, llamados de atención y enseñanzas donde me han ayudado a ser mejor y motivado a brindar mi mejor esfuerzo en el desarrollo de este trabajo y de la carrera en general.

Y, por último, al **Club Independiente Santa Fe** por enseñarme que la vida se debe afrontar como todo un león, con garra y corazón.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a Dios por llenarme de fortaleza, paciencia y resiliencia para poder culminar este proceso formativo de la mejor manera posible.

A mi director de trabajo de grado **Ricardo Franco** por su disposición en el primer semestre de la construcción de este trabajo.

A los profesores **Luis Alberto Castro** y **Dora Luz Gómez** por realizar la evaluación del proyecto con dedicación, en aras de realizar un mejor trabajo.

A los profesores en formación inicial que participaron en el espacio académico electivo “Química verde y energías alternativas para profesores de ciencias” durante el semestre 2025 – 2, por su participación y disposición en cada una de las actividades propuestas.

En general a todos aquellos que hicieron posible la realización de este trabajo.

¡Muchas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. JUSTIFICACIÓN	11
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
3. OBJETIVOS	13
3.1. Objetivo General	13
3.2. Objetivos Específicos.....	13
4. MARCO DE REFERENCIA	14
4.1. ANTECEDENTES	14
4.2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES.....	17
4.2.1 Radiología en contexto	17
4.2.2 Presente radiológico: Modalidades de imagen actuales	18
4.2.3 Los estudios con contraste	20
4.2.4 Radiología verde	21
4.2.5 El enfoque de la química verde	22
4.2.6 La educación en química verde y sustentabilidad ambiental	23
4.2.7 Los modelos de evaluación verde	24
4.2.8 Representaciones sociales.....	26
4.2.9 Un puente llamado alfabetización científica	27
5. METODOLOGÍA.....	28
5.1. Enfoque y tipología de la investigación	28
5.2. Población participante	28
5.3. Diseño metodológico	28
5.4. Cronograma	30
6. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	31
6.1 Análisis Eje # 1. Caracterización inicial de las representaciones sociales de PCFI sobre radiología	32
6.1.1 Actividad 1. Cuestionario de caracterización inicial de representaciones sociales	32
6.2 Análisis Eje #2. Implicaciones pedagógicas y didácticas de la estrategia de alfabetización científica sobre la radiología.....	40

6.2.1 Actividad 2. Mi propia unidad de radiología	40
6.2.2 Actividad 3. Evaluación verde radiológica.....	44
6.2.3 Actividad 4. Actividad inicial sobre medios de contraste	46
6.2.4 Actividad 5. Diseño de pictogramas sobre medios de contraste	49
6.2.5 Actividad 6. Práctica de laboratorio sobre medios de contraste.....	52
6.3 Caracterización de cierre de las representaciones sociales de PCFI sobre radiología.....	54
6.3.1 Cuestionario de caracterización de cierre de representaciones sociales	54
7. CONCLUSIONES	69
7.1. Recomendaciones	70
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Avances de la radiología consecuentes al descubrimiento de los rayos x).</i> <i>Adaptación y elaboración propia.</i>	18
Figura 2. <i>Clasificación de la radiología. Elaboración propia.</i>	18
Figura 3. <i>Las 5 densidades radiológicas básicas observadas en la radiografía convencional</i> <i>Elaboración propia.</i>	19
Figura 4. <i>Representación del enfoque de radiología verde propuesto por Lojo-Lendoiro et.,</i> <i>al (2023). Elaboración propia.</i>	22
Figura 5. <i>Los 12 principios de química verde propuestos por Anastas y Warner (1998).</i> <i>Elaboración propia.</i>	23
Figura 6. <i>Escala de análisis y evaluación verde (tomado de Morales et al. 2011).</i> <i>Adaptación y elaboración propia.</i>	25
Figura 7. <i>Código de color en función del número de principios de química verde que cumple</i> <i>el experimento (tomado de Vargas et al. 2016). Adaptación y elaboración propia.</i>	25
Figura 8. <i>Cronograma de actividades. Elaboración propia.</i>	30
Figura 9. <i>Porcentajes y consideraciones del nivel de verdor de las unidades de radiología</i> <i>diseñadas. Elaboración propia.</i>	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tipos de medios de contraste. Adaptación y elaboración propia.</i>	20
Tabla 2. <i>Clasificación química de los medios de contraste. Adaptación y elaboración propia.</i>	21
Tabla 3. <i>Estructuración de ejes de análisis de la información. Elaboración propia.</i>	31
Tabla 4. <i>Caracterización general de los PCFI. Elaboración propia</i>	31
Tabla 5. <i>Resultados formulario representaciones iniciales sobre radiología. Elaboración propia.</i>	32
Tabla 6. <i>Sistematización respuestas actividad 2: mi propia unidad de radiología. Elaboración propia.</i>	40
Tabla 7. <i>Sistematización respuestas actividad 3: evaluación verde radiológica. Elaboración propia.</i>	44
Tabla 8. <i>Sistematización respuestas actividad 4: actividad inicial sobre medios de contraste. Elaboración propia.</i>	46
Tabla 9. <i>Ejes temáticos identificados en las representaciones sociales de la actividad inicial sobre medios de contraste. Elaboración propia.</i>	48
Tabla 10. <i>Sistematización respuestas actividad 5: diseño de pictogramas para medios de contraste.</i>	49
Tabla 11. <i>Observaciones generales en las fichas diligenciadas sobre el trabajo práctico de laboratorio. Elaboración propia.</i>	52
Tabla 12. <i>Sistematización respuestas del cuestionario final sección 1</i>	54
Tabla 13. <i>Sistematización respuestas del cuestionario final sección 2</i>	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado	73
Anexo 2. Formulario inicial: Un mundo llamado radiología	75
Anexo 3. Collage presentación un mundo llamado radiología	77
Anexo 4. Collage presentación radiología verde	78
Anexo 5. Actividad 1: Mi propia unidad de radiología. Elaboración propia	79
Anexo 6. Fichas diligenciadas actividad 1: mi propia unidad de radiología	81
Anexo 7. Propuesta y ejemplo de aplicación de evaluación verde orientada en radiología. Elaboración propia.	83
Anexo 8. Evaluaciones radiológicas diligenciadas por grupos de trabajo.....	89
Anexo 9. Actividad inicial sobre medios de contraste	93
Anexo 10. Collage presentación medios de contraste	94
Anexo 11. Actividad 5: diseño de pictogramas para medios de contraste. Elaboración propia	95
Anexo 12. Diseño de pictogramas por grupo de trabajo.....	96
Anexo 13. Protocolo de laboratorio sobre medios de contraste	98
Anexo 14. Fichas de laboratorio propuestas diligenciadas	102
Anexo 15. Cuestionario final	106
Anexo 16. Rúbrica de validación de la estrategia implementada	109

INTRODUCCIÓN

Este informe final de investigación presenta la construcción de una estrategia de alfabetización científica centrada en la caracterización de las representaciones sociales sobre radiología en las dinámicas formativas de un grupo poblacional de profesores de ciencias en formación inicial para el abordaje de los fundamentos teóricos sobre esta especialidad médica desde la educación en ciencias. Todo ello se retoma a partir del diseño y aplicación de una serie de actividades, que contiene el acercamiento de conceptos radiológicos y desde la implementación de enfoques y metodologías propias de la química verde.

La población participante se constituye por estudiantes de la Facultad de Ciencia y Tecnología, inscritos en diversos programas de licenciatura (química, ciencias naturales y educación ambiental, diseño tecnológico y física), que cursan el espacio académico electivo de “Química verde y energías alternativas para profesores de ciencias” del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional; por lo tanto, a partir de ahora se les llamará profesores de ciencias en formación inicial: PCFI. El desarrollo del trabajo de investigación se llevó a cabo en dos semestres: en el primero se consumó la elaboración teórico-metodológica, mientras que en el segundo se elaboraron e implementaron los insumos de indagación necesarios para recopilar información que, luego fue analizada, para finalmente llegar a las conclusiones pertinentes.

Con respecto a los principales referentes teóricos que se trabajaron durante la construcción teórica de la investigación, se abordaron temáticas pertinentes tales como radiología, representaciones sociales, alfabetización científica y química verde; desde autores afines a cada una, donde destacan Herring (2024), Abric (1994) y Moscovici (1981), Agudelo (2023) y Anastas y Warner (1998); respectivamente.

Mediante la estrategia, los PCFI desarrollaron las representaciones sociales sobre radiología desde sus conocimientos y con las orientaciones brindadas, implementando en gran medida los enfoques de química y radiología verdes. Además, tras realizar los análisis, los PCFI establecieron de manera significativa la importancia de articular esta especialidad de la medicina en la enseñanza de las ciencias, con la finalidad de ser comprendida desde la cotidianidad.

Por otro lado, la metodología adoptada para la investigación se fundamenta en algunos de los planteamientos de la investigación cualitativa (Vasilachis, 2006) y de grupos focales (Hamui y Varela 2013), como técnica de investigación, para así recopilar las representaciones sociales sobre radiología con los instrumentos y procesos desarrollados en torno al abordaje de los fundamentos teóricos sobre radiología orientados en la enseñanza de las ciencias y de esta manera, promover la alfabetización científica de esta rama de la medicina.

Se concluye que, las representaciones sociales sobre radiología de los PCFI denotaron un proceso de resignificación orientado en la comprensión cotidiana de esta especialidad médica y la crítica reflexiva sobre los estereotipos iniciales frente a la misma. Además, la estrategia fue viable en la medida en la cual, los PCFI hicieron una reestructuración de las prácticas radiológicas realizadas hoy en día, con la finalidad de satisfacer la necesidad del diagnóstico clínico, buscando mitigar los impactos negativos en la salud y el ambiente.

1. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, es fundamental tener en cuenta la incidencia que presentan los procesos de enseñanza de las ciencias con el fin de desarrollar sujetos alfabetizados científicamente. Sin embargo, la educación en ciencias muchas veces omite situaciones que integren la vida cotidiana y permitan explicar fenómenos científicos desde una perspectiva más habitual.

Por lo anterior, se hace necesario realizar estrategias de alfabetización científica con profesores de ciencias en formación inicial que permitan fomentar la capacidad de comprender y transmitir la enseñanza de las ciencias de manera activa, crítica y reflexiva a través de acciones cotidianas como, por ejemplo, la toma de una radiografía simple de tórax, o la toma de una ecografía abdominal, con la finalidad de vislumbrar los impactos positivos o negativos en la salud y el ambiente.

El interés por realizar esta investigación surge desde la apuesta por diseñar una estrategia de alfabetización científica sobre radiología, comprendiendo el amplio conocimiento en ciencias que esta especialidad médica ofrece, así como su importancia en la medicina moderna y su impacto ambiental, con la finalidad de contribuir en los procesos de enseñanza de las ciencias a través del abordaje de la química verde y las representaciones sociales, fomentando conocimientos científicos de alto interés, pero poco tratados en currículos de ciencias aplicados en la vida cotidiana.

Teniendo en cuenta las ideas previas de la población participante, resulta fundamental generar un aprendizaje significativo que le permita a los docentes en formación desarrollar habilidades de pensamiento crítico y reflexivo sobre la importancia de las ciencias en la sociedad.

2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es de amplio conocimiento que la radiología es una especialidad fundamental en la medicina moderna dado que permite realizar diagnósticos clínicos a través de técnicas imagenológicas como radiografías convencionales, tomografías computarizadas, ecografías, resonancias magnéticas y aplicaciones de la radioscopia. Desde esta perspectiva, el propósito central de estas técnicas es obtener e interpretar imágenes que ayuden al diagnóstico y tratamiento de enfermedades con la finalidad de reducir al mismo tiempo las complicaciones asociadas a las mismas (Borrás, 2006).

Uno de los aspectos a destacar de cada servicio u apoyo, es sin duda su funcionamiento desde el punto de vista científico. Las salas de rayos x y TAC funcionan mediante procesos químicos y físicos relacionados entre sí, centrados en la emisión controlada de radiación ionizante y su interacción con la materia, siendo esta un tipo de energía capaz de ionizar átomos y romper enlaces atómicos; de modo que esta capacidad se evidencia en las distintas maneras que tienen los tejidos del cuerpo humano para absorber los rayos x (densidades radiológicas básicas) (Herring, 2024).

Tal y como lo menciona Borrás (2006), conforme su aplicación se generaliza, estas técnicas requieren de protocolos más sofisticados con la finalidad de garantizar la ejecución precisa y segura de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos que emplean radiación, así como también la capacitación constante y formación especializada de los profesionales involucrados. Médicos radiólogos, tecnólogos y personal de enfermería tienen como deber velar por el bienestar del paciente, sin embargo, ¿qué tan a menudo se tiene en cuenta el impacto ambiental que su labor genera?

Concretamente, los servicios de radiografía y TAC demandan un alto consumo energético para el funcionamiento de los equipos y a su vez, una gran cantidad de energía producida para la generación de las imágenes (radiación ionizante), por lo que, es necesario que los futuros docentes de ciencias en general y de química en particular, contribuyan con una alfabetización científica a la sociedad sobre los distintos impactos que estas ayudas diagnósticas llegan a generar, con la finalidad de fomentar prácticas sustentables, explorando iniciativas como el abordaje de la radiología entendida desde un enfoque verde (Lojo-Leondoiro et al., 2023). En tal sentido, la siguiente pregunta orienta el problema de la presente investigación:

¿Cuál es la incidencia de una estrategia de alfabetización científica en la caracterización de las representaciones sociales de un grupo de profesores de ciencias en formación inicial de la UPN frente a la radiología y su relación con el uso de insumos químicos y tecnológicos en procesos de diagnósticos clínicos?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Caracterizar las representaciones sociales de un grupo de profesores de ciencias en formación inicial de la UPN, acerca de la radiología y su relación con el uso de insumos químicos y tecnológicos en procesos de diagnósticos clínicos, en el marco de una estrategia de alfabetización científica.

3.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar una estrategia de alfabetización científica sobre radiología, desde los enfoques de química sustentable y radiología verde, dirigida a profesores de ciencias en formación inicial.
- Evaluar la incidencia de la estrategia de alfabetización científica en la vinculación de los fundamentos teóricos sobre radiología en el abordaje de la enseñanza de las ciencias.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. ANTECEDENTES

Con el propósito de esbozar los antecedentes necesarios para contextualizar la investigación, se realizó una revisión bibliográfica a partir de la búsqueda y lectura de artículos enfocados en el marco de la educación en ciencias, radiología verde y representaciones sociales, a fin de caracterizar el desarrollo temático en dicho campo, y su importancia en la sociedad.

El análisis de Lojo-Lendoiro, Rovira y Morales Santos (2023) sobre la radiología verde propone cuatro ejes para reducir el impacto ambiental de la radiología: disminución del consumo energético, manejo adecuado de residuos, minimización de efectos de radiaciones ionizantes y promoción de prácticas sustentables. Dirigido a profesionales de la salud y centros hospitalarios, se presentan metodologías prácticas para implementar este enfoque. Se concluye que estas prácticas pueden mitigar el cambio climático, optimizar recursos y mejorar la eficiencia del servicio radiológico, cumpliendo estándares ambientales globales.

La educación en radiología es actualmente limitada, a pesar de su relevancia en las ciencias de la salud. Vilanova (2024) propone integrar la radiología en los planes de estudio utilizando metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas y la simulación clínica, especialmente para estudiantes de medicina. Se concluye que la incorporación de competencias en interpretación de imágenes y tecnologías, a través de enfoques multidisciplinarios, mejora el diagnóstico y fomenta la colaboración entre especialidades.

El análisis bibliométrico de Pérez y Baquero (2025) sobre la alfabetización científica durante los últimos cuarenta años muestra un crecimiento significativo en la producción de investigaciones y nuevas temáticas asociadas a epistemologías contemporáneas. Destaca una movilización entre la cultura científica tradicional y visiones críticas, influenciadas por la relación ciencia-sociedad. Se concluye que la alfabetización científica es un campo en expansión, con perspectivas de mayor relevancia futura, aunque existen brechas geográficas y temáticas que deben ser atendidas para diversificar la producción intelectual y avanzar hacia enfoques más críticos en la educación científica.

En los últimos años, ha crecido la preocupación por fortalecer la alfabetización científica en las escuelas, llevando a la creación de iniciativas innovadoras como el Proyecto Zientzia Live. Este proyecto, liderado por un equipo de educadores y divulgadores científicos, busca acercar la ciencia a estudiantes de educación básica mediante metodologías activas y participativas. Se planificaron actividades experimentales y talleres interactivos, priorizando la inclusión y el acceso equitativo a experiencias científicas de calidad. La metodología abarca el aprendizaje basado en proyectos y la solución de problemas, lo que resultó en un aumento en el interés y comprensión de las ciencias, así como el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico y la comunicación. Las conclusiones subrayan la importancia de estas iniciativas para fomentar una alfabetización científica relevante, capacitando a los estudiantes para enfrentar desafíos contemporáneos y promover una ciudadanía activa y responsable.

Por otra parte, Piña y Cuevas (2004) proponen un estudio teórico-metodológico que incluyó las contribuciones de figuras como Moscovici, Jodelet y Abric, relacionando esta teoría con investigaciones educativas mexicanas relacionadas con las representaciones sociales de los actores escolares (estudiantes, profesores, autoridades y padres). Se guió a investigadores

y expertos en el sector educativo, empleando un método cualitativo con estrategias como entrevistas y grupos de discusión para recoger testimonios acerca de prácticas de enseñanza, políticas de educación e identidad profesional. Finalmente, se determinó que la teoría facilita la comprensión del pensamiento de sentido común en entornos educativos, resaltando su capacidad para examinar dinámicas sociales y previendo un aumento en su uso en estudios venideros.

El enfoque de las representaciones sociales en educación ambiental, según Pérez, Porras y Guzmán (2013), se ha estudiado a través de mapas mentales, grupos focales y entrevistas, revelando que docentes en formación poseen visiones conservacionistas y recursistas sobre el medio ambiente. Se destaca la necesidad de integrar enfoques críticos y globales en la educación para fomentar una ciudadanía ambiental consciente y comprometida con la sustentabilidad.

Con respecto al enfoque de Química Verde y su relación con la educación en ciencias existe una amplia bibliografía. Al respecto, González, Pérez y Figueroa (2016), centran su investigación en analizar la interpretación de profesores de química sobre este enfoque, así como su aplicabilidad en su práctica educativa. Fue una investigación de carácter cualitativa que exploró las interpretaciones atribuidas a la Química Verde como herramienta pedagógica identificando cuatro categorías clave:

- La Química Verde como contexto para la enseñanza de la química
- Química Verde como medio de aprendizaje significativo
- Química Verde y consciencia ambiental
- Química Verde como tema institucional

Aplicando un enfoque interpretativo, basado en los discursos de los docentes participantes a manera de entrevistas, Se concluyó que esta perspectiva no solo contextualiza el aprendizaje científico, sino que también fomenta la responsabilidad ambiental y proyecta líneas de investigación didáctica, siendo viable su incorporación en los programas educativos y en general en los currículos de ciencias.

La investigación de Mascarell y Vilches (2016) sobre la implementación de la Química Verde en la educación secundaria busca contribuir a la Ciencia de la sustentabilidad y fomentar sociedades responsables con el medio ambiente. Utilizando una metodología mixta que incluye la comparación de libros de texto y revistas, así como el análisis de las concepciones de docentes, se concluye que, a pesar de los llamados globales a integrar la Química Verde, su presencia en el currículo y la investigación didáctica es limitada. Se propone implementar estrategias pedagógicas que relacionen ciencia, ética y responsabilidad ambiental para formar ciudadanos críticos frente a desafíos planetarios.

Sobre conocimientos pedagógicos del contenido (PCK) de química verde en profesores en ejercicio, se encuentra la documentación de De Goes, Leal, Cono y Fernandez (2013) sobre las PCK de 26 profesores del Instituto de Química de la Universidad de Sao Paulo pertenecientes a programas de licenciatura como Química Ambiental, Química Industrial y Educación de Profesores de Química. A través de un cuestionario de 44 ítems se evaluaron aspectos como estrategias instruccionales, comprensión de los estudiantes y conocimiento curricular, siguiendo el modelo teórico de Grossman (conocimiento sobre propósitos de la enseñanza, estudiantes, currículo, estrategias e instrumentos de enseñanza). Finalmente, se

concluyó que los profesores enfocados en el área de química orgánica cuentan con mayor consistencia entre propósitos y estrategias para la enseñanza desde un enfoque socio-científico, mientras que otras áreas evidenciaron una integración más limitada de los principios de sustentabilidad en sus disciplinas; resaltando así, la necesidad de fortalecer el ejercicio docente desde la enseñanza y aplicación de la química verde.

A manera de trabajos de grado a nivel local, la tesis realizada por Rozo (2020), opta por la implementación de una unidad didáctica para la electiva de *Química Verde y Energías Alternativas* de la Universidad Pedagógica Nacional, con la finalidad de analizar las representaciones sociales de profesores en formación inicial sobre la síntesis química sustentable, vinculando aspectos ambientales, económicos y pedagógicos. Como resultado de dicha aplicación se concluyó que los profesores en formación perciben la síntesis convencional como un "mal necesario" para el desarrollo humano, mientras que la síntesis sustentable se valora por sus beneficios ambientales, aunque se cuestionan sus riesgos económicos y la accesibilidad de materiales ecológicos. Además, se evidenció que las representaciones sociales están influenciadas por el contexto formativo y la necesidad de integrar enfoques críticos en la enseñanza de la química.

Teniendo en cuenta lo anterior, y la revisión bibliográfica realizada, es importante mencionar que cada enfoque proporciona elementos suficientes para acoplarlos entre sí, pero, no hay evidencia de artículos o trabajos que involucren los tres enfoques de manera transversal, por tanto, se espera desarrollar de manera acorde y coherente dicha correlación entre conceptos en la presente investigación.

4.2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

4.2.1 Radiología en contexto

La radiología es una especialidad médica encargada de generar imágenes del interior del cuerpo humano mediante diferentes técnicas imagenológicas a través del uso de agentes físicos y químicos como los rayos x, ultrasonidos, campos magnéticos etc. El propósito de la radiología es ser un apoyo diagnóstico capaz de identificar síntomas, enfermedades y lesiones, además de monitorizar la evolución de diferentes tratamientos médicos. En definitiva, la radiología es fundamental para la medicina moderna y requiere un conocimiento en ciencias bastante amplio.

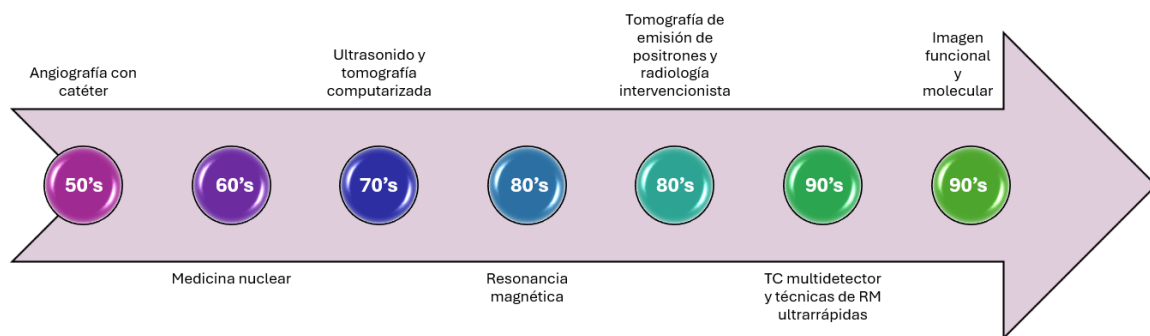
Epistemológicamente, la radiología se remonta al hito del descubrimiento de los rayos x. Wilhelm Roentgen fue un físico alemán que en 1895 mientras trabajaba a oscuras en su laboratorio, observó la fluorescencia de una pantalla pintada con platinocianuro de bario, provocada por una radiación desconocida que atravesaba un tubo de rayos catódicos cubierto con una caja de cartón negro. Además, notó que, al colocar su mano frente a la pantalla fluorescente, podía ver la imagen de los huesos de su mano proyectada sobre ella. Sorprendido por aquel descubrimiento, Roentgen repitió el experimento y dedujo que la pantalla respondía a la emisión cercana de una forma de energía que se transmitía de manera invisible a través de su laboratorio. Por ello, nombró a esta nueva radiación como rayos X, utilizando la letra "X" del álgebra para representar la incógnita de esta energía desconocida (Herring, 2024).

Por accidente o no, el descubrimiento de Roentgen permitió que la radiología progresara rápidamente (véase figura 1), y de la misma manera estableció el principio fundamental de funcionamiento de la radiología convencional, la radiación ionizante. Durante una exploración radiológica el paciente es expuesto a cierta cantidad de radiación. En este proceso, se enuncia que el paciente ha sido irradiado. Como lo mencionan S. Medina y P. Reyes (2002), "las radiaciones ionizantes son aquellas que, por su energía, longitud de onda y frecuencia, pueden desligar a un electrón de su átomo (ionización)" (p.32). Por lo tanto, se denomina radiación ionizante a cualquier tipo de energía que tiene la capacidad de ionizar la materia. Algunas formas de radiación electromagnética como los rayos x, gamma y ultravioleta, cuentan con la suficiente energía para ionizar, así como también algunas partículas de movimiento rápido (alfa y beta).

Cuando la radiación ionizante interactúa con la materia orgánica, transfiere energía que puede causar ionización densa o ligera a lo largo de su recorrido, dependiendo de su transferencia lineal de energía (TLE). Una mayor TLE implica una mayor ionización y por ende un daño biológico más significativo, que puede ser perjudicial o beneficioso, por ejemplo, en la irradiación de tumores malignos. Los efectos de las radiaciones ionizantes son en gran medida, catalogados de acuerdo con la radiosensibilidad de las especies según su evolución. En los seres humanos, los efectos dependen de la dosis recibida y la capacidad de reparación celular. Las consecuencias pueden variar desde daños celulares reparables hasta mutaciones, efectos hereditarios y desarrollo de cáncer. En dosis muy altas, la radiación ionizante puede causar efectos agudos como quemaduras en la piel, náuseas, caída del cabello y daño en órganos vitales, incluso la muerte (Medina y Reyes, 2002).

Por lo anterior, es importante destacar que los beneficios del uso de los rayos X en la medicina moderna son innegables; no obstante, su aplicación debe llevarse a cabo con cautela y adoptando todas las medidas necesarias para minimizar la exposición innecesaria tanto de los pacientes como del personal médico. Esta responsabilidad recae principalmente en los tecnólogos en radiología, dado que a menudo son quienes interactúan con los equipos en cada exploración radiológica.

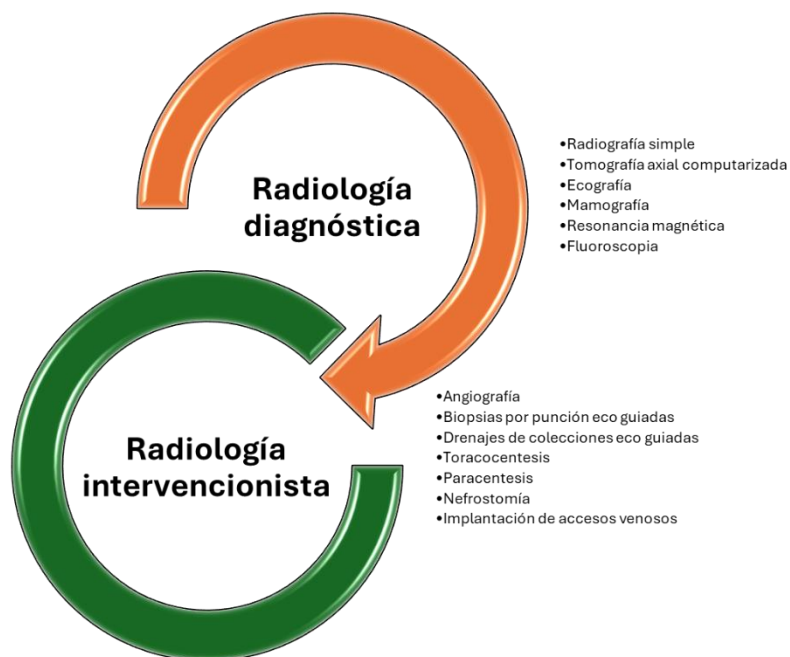
Figura 1. Avances de la radiología consecuentes al descubrimiento de los rayos x).
Adaptación y elaboración propia.



4.2.2 Presente radiológico: Modalidades de imagen actuales

La radiología se divide en dos áreas diferentes: radiología convencional y radiología intervencionista. La radiología convencional, permite brindar diagnósticos clínicos mediante el apoyo imagenológico, mientras que la radiología intervencionista son procedimientos mínimamente invasivos guiados por distintas técnicas de imagen.

Figura 2. Clasificación de la radiología. Elaboración propia.

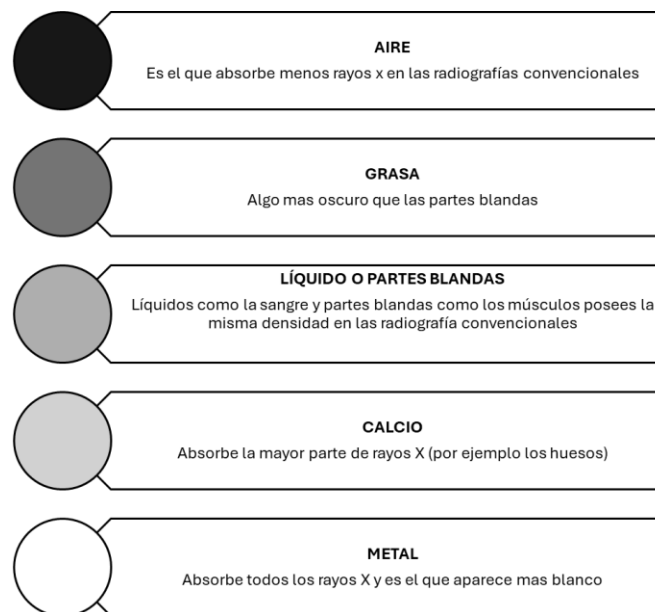


La radiología convencional practicada en la UTE comprende las siguientes modalidades de imagen:

- Radiografía convencional
- Tomografía axial computarizada
- Ecografía

La radiografía convencional es una técnica fundamental en el diagnóstico por imágenes que utiliza radiación ionizante (rayos x) para obtener imágenes bidimensionales del interior del cuerpo. Esta modalidad de imagen consiste en la capacidad que tienen los diferentes tejidos del cuerpo para absorber o permitir el paso de la radiación, de tal manera que se pueden visualizar estructuras óseas, órganos y tejidos blandos, debido a la generación de estos contrastes. Además, es un apoyo que permite a menudo identificar patologías del tórax, abdomen y pelvis, así como también distintas lesiones como fracturas o esguinces en el sistema musculoesquelético. La radiografía convencional es rápida, fácil de usar y proporciona información esencial para la evaluación clínica. Además, sirve de base para la interpretación radiológica y la selección de técnicas de imagen más avanzadas según sea necesario (Herring, 2024).

Figura 3. Las 5 densidades radiológicas básicas observadas en la radiografía convencional
Elaboración propia.



Por otra parte, la tomografía axial computarizada (TAC) como plantea Herring (2024), es una técnica de imagen que utiliza radiación ionizante (rayos x) y procesamiento computarizado para obtener imágenes detalladas en cortes transversales del cuerpo, superando las limitaciones bidimensionales de la radiografía convencional. Esta modalidad permite ver la anatomía interna con gran precisión, distinguiendo tejidos de densidades similares y ofreciendo una evaluación más completa de órganos, vasos sanguíneos y estructuras óseas. La TAC es un apoyo útil para diagnosticar patologías complejas, traumas y enfermedades que necesitan una evaluación detallada, la capacidad de la TAC para reconstruir imágenes en múltiples planos facilita el análisis tridimensional y mejora la precisión diagnóstica y la planificación terapéutica.

Por último, la ecografía o ultrasonografía es otra modalidad de imagen que a diferencia de sus predecesoras utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para producir imágenes en tiempo real de las estructuras internas del cuerpo, sin la necesidad de utilizar radiación ionizante, lo que la vuelve una alternativa útil para la determinación de patologías en pacientes que no pueden ser irradiados. La ecografía permite evaluar en gran medida tejidos blandos, órganos y el sistema cardiovascular, ya que facilita la visualización de movimientos y flujo sanguíneo mediante los distintos modos que tiene para visualizar estas imágenes (modo B, modo M, modo Doppler) (Herring, 2024).

4.2.3 Los estudios con contraste

La ausencia de contraste natural entre estructuras adyacentes con densidades radiológicas iguales hace necesario el uso de medios de contraste para una mejor caracterización imagenológica. Los medios de contraste son sustancias (algunas químicas) capaces de resaltar estructuras anatómicas y patológicas en una exploración radiológica. Al ser sustancias que son de uso médico su concentración está dada en osmolaridad, es decir cantidad de moles disueltas en un litro de líquido. Los medios de contraste pueden clasificarse según el tipo de imagen que generan, su vía de administración o incluso por sus características químicas. (Sartori, et., al., 2013)

Según el tipo de imagen que generen, los medios de contraste se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 1. *Tipos de medios de contraste. Adaptación y elaboración propia.*

Positivos	Negativos	Neutros
Son sustancias hidrosolubles y no hidrosolubles que aumentan la atenuación de los rayos x lo que hace que los tejidos o estructuras que los contienen se vean más brillantes o blancos (radiopacos) en las exploraciones radiológicas	Son sustancias que absorben menos radiaciones que los tejidos del cuerpo, haciendo que los órganos o tejidos parezcan más opacos (radiolúcidos) en las exploraciones radiológicas.	Son sustancias que no absorben radiación ni modifican la opacidad de la imagen en la exploración radiológica. Generalmente se utilizan para distender o rellenar órganos huecos, como el estómago o los intestinos.
Ejemplo: Bario, Yodo	Ejemplo: Aire, Dióxido de carbono	Ejemplo: Agua, Metilcelulosa, Polietilenglicol, Manitol

De igual manera, los medios de contraste pueden clasificarse según su vía de administración. En la UTE, los estudios especiales más recurrentes requieren que la vía de administración del medio de contraste sea oral o intravenosa. En ambas vías de administración el protocolo a seguir es un 1cc de medio de contraste por cada kg (peso del paciente). Como menciona Sartori et al. (2013), el medio de contraste vía oral se le suministra al paciente diluido en agua y su uso se basa en la tinción principalmente del sistema digestivo. Por otro lado, el medio de contraste vía intravenosa requiere la canalización en pliegue de una vena de alto calibre del paciente para una adecuada administración de este, con la finalidad de obtener tinciones correspondientes al sistema vascular y a órganos que estén irrigados por arterias.

Otra manera de clasificar los medios de contraste es según sus características químicas, la UTE utiliza medios de contraste yodados para las exploraciones radiológicas y Sartori et., al. (2013), los definen como “sales de yodo que, cuando son inyectadas por vía endovenosa,

tienen una distribución vascular y capilar hacia el espacio intersticial” (p.50), además de diferenciarse por su osmolaridad, ionicidad y viscosidad. Los medios de contraste se pueden dividir según su disociación en iones cuando son disueltos en agua, pero también, se les puede dividir según la cantidad de núcleos benzoicos que estos posean (monoméricos: un núcleo benzoico o diméricos: dos núcleos benzoicos). Según su estructura química la clasificación de los medios de contraste yodados es la siguiente:

Tabla 2. *Clasificación química de los medios de contraste. Adaptación y elaboración propia.*

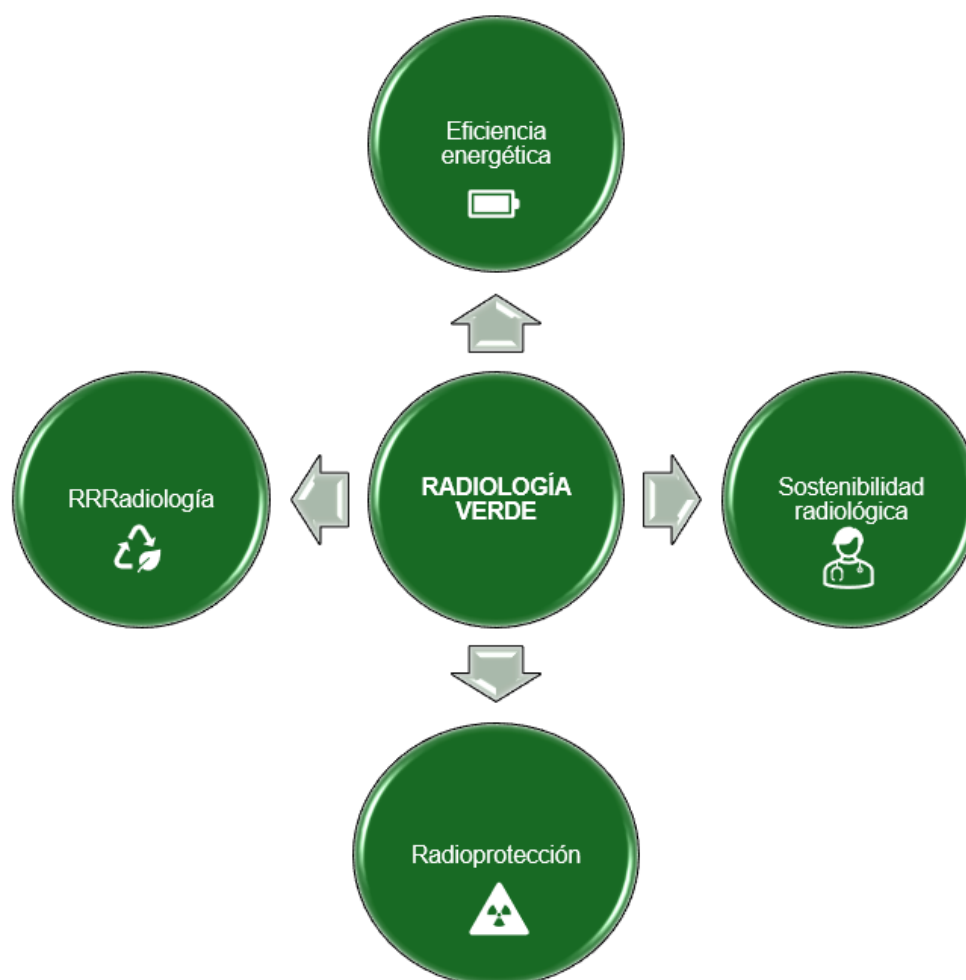
Iónicos monoméricos	Iónicos diméricos	No iónicos monoméricos	No iónicos diméricos
Sustancias que poseen alta osmolaridad.	Sustancias que poseen baja osmolaridad.	Sustancias que poseen baja osmolaridad.	Sustancias que son isoosmolares.
Poseen 3 átomos de Yodo en su estructura.	Poseen 6 átomos de Yodo en su estructura.	Poseen 3 átomos de Yodo en su estructura.	Poseen 6 átomos de Yodo en su estructura.
Ejemplo: Iodotalamato de meglumina (Telebrix 1710 mOsm/kg)	Ejemplo: Ioxagato de metilglucamina (Hexabrix 600 mOsm/kg)	Ejemplo: Iopamidol (Iopamiron 616 mOsm/kg)	Ejemplo: Iodixanol (Visipaque 290 mOsm/kg)

Para los diferentes estudios contrastados que se abordan en la UTE, se utilizan medios de contraste como Iopamiron, Omnipaque y Visipaque, los tres tienen la característica de ser contrastes no iónicos, por lo tanto, poseen una menor osmolaridad. Al tener una concentración baja, los contrastes son mejor tolerados, poseen menor incidencia de reacciones adversas y representan un riesgo mínimo en los pacientes sometidos a estas exploraciones radiológicas.

4.2.4 Radiología verde

Para nadie es un secreto que la actividad humana representa las principales causas de los gases de efecto invernadero, y por ende la radiología no está exenta de ello. El gran consumo energético, la producción de residuos derivados de la actividad diaria y la emisión de radiación ionizante, son algunos factores que hacen a la radiología parte de esta problemática ambiental. Por lo anterior, iniciativas que impulsen prácticas sustentables se hacen necesarias y la radiología verde es una de ellas. La radiología verde es un enfoque innovador que busca minimizar el impacto ambiental de los servicios radiológicos mediante la reducción de la huella de carbono, hídrica y ecológica. A través de la disminución del consumo de energía y agua, el manejo adecuado de los residuos incluyendo los medios de contraste, la reducción de emisiones de radiación ionizante y la promoción de prácticas de radiología ecológicas, este enfoque busca preservar la salud del medio ambiente y garantizar un futuro sustentable para las generaciones venideras (Lojo-Lendoiro, et., al. 2023).

Figura 4. Representación del enfoque de radiología verde propuesto por Lojo-Lendoiro et., al (2023). Elaboración propia.



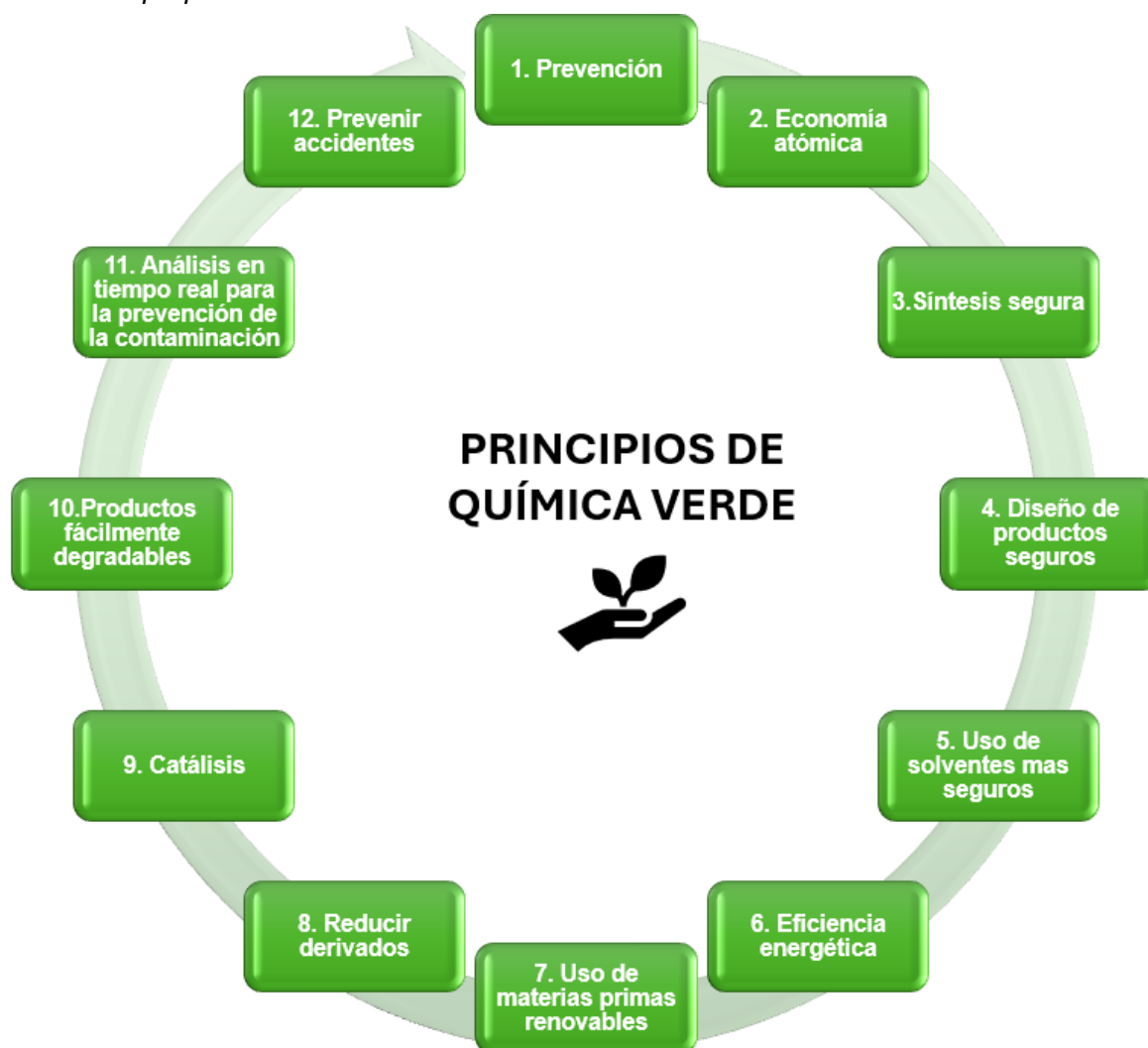
4.2.5 El enfoque de la química verde

Química verde o química sustentable, es un enfoque que busca diseñar estrategias que sean amigables con el ambiente con la finalidad de minimizar el uso y generación de sustancias peligrosas causantes de fenómenos dañinos para el mismo. A través de 12 principios fundamentales establecidos por P. Anastas y J. Warner (1998), la química verde tiene como objetivo promover un desarrollo sustentable donde las necesidades de la sociedad se satisfagan sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Teniendo en cuenta el deterioro ambiental global causado por actividades humanas, como el cambio climático, la contaminación, la deforestación y la pérdida de biodiversidad, así como su relación implícita con procesos químicos y el manejo inadecuado de recursos naturales e industriales, aplicar la química verde se vuelve una necesidad para contrarrestar los impactos negativos en el ambiente. Por tanto, N. Pájaro y J. Olivero (2011) destacan algunas

aplicaciones del enfoque en la industria química tal y como la síntesis de compuestos químicos más seguros y eficientes mediante el uso de materias primas renovables, solventes benignos y catalizadores reutilizables que incrementan la eficiencia y reducen residuos. De la misma manera, la aplicabilidad del enfoque se evidencia en la industria farmacéutica donde se busca minimizar el empleo de solventes nocivos, mientras se desarrollan tecnologías catalíticas que faciliten la separación de productos sin generar contaminantes. Gracias a estas aplicaciones, se ve reflejado el compromiso de la química verde con el diseño de procesos ambientalmente responsables y seguros para el ser humano.

Figura 5. Los 12 principios de química verde propuestos por Anastas y Warner (1998). *Elaboración propia.*



4.2.6 La educación en química verde y sustentabilidad ambiental

Promover una ciencia socialmente responsable mediante conceptos como desarrollo sustentable, es una de las contribuciones más importantes de la química verde en el ámbito educativo. La inclusión del enfoque y de los principios de sustentabilidad en la educación en ciencias, permite la formación de una ciudadanía responsable capaz de comprender su papel en la construcción de sociedades sustentables. Sin embargo, existe una brecha entre la investigación en química verde y su traslado a las aulas, que limita dicha contribución, debido a que los materiales educativos suelen omitir los 12 principios de la química verde. Por

consiguiente, es necesario diseñar programas de formación docente que permitan conectar la educación científica y los distintos desafíos ambientales (cambio climático, contaminación, etc.), con la finalidad de adaptar los principios de la química verde a la cotidianidad, y también de vincular la educación científica con prácticas culturales arraigadas que favorezcan la sustentabilidad (Reyes, 2012). En definitiva, la incorporación de la química verde en la educación no solo actualiza los contenidos científicos, sino que también transforma la enseñanza en una herramienta para la justicia social y ambiental, pero ¿de qué manera se puede enseñar química verde?

Algunos autores como Belford y Bastin (2013) establecen que, en el ámbito educativo, la química verde es una herramienta que busca fomentar prácticas sustentables con la finalidad de formar ciudadanos conscientes de los problemas ambientales de su sociedad. De la misma manera Marques y Machado (2018) identifican 3 aspectos centrales en la enseñanza de la química verde:

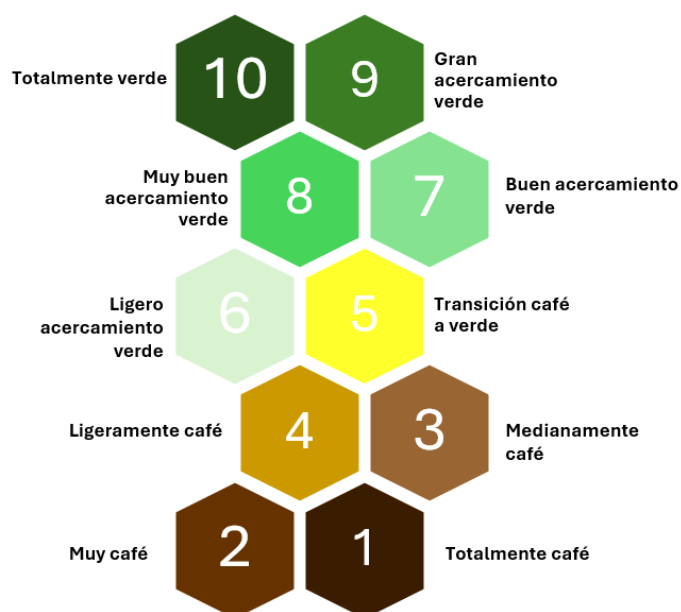
- Inserción de contenidos puntuales: Propuestas que sugieren la inclusión de contenidos teóricos o actividades experimentales de química verde dentro de las disciplinas clásicas de la química.
- Química verde como disciplina específica: Iniciativas que proponen la química verde como una disciplina independiente o un curso introductorio especial.
- Enseñanza transversal de la química verde: Estrategias que buscan integrar la química verde de manera transversal en el currículo, abarcando diversas disciplinas y actividades.

Por lo anterior, es importante destacar que la incorporación de la química verde en la educación debe estar asociada a la necesidad de alfabetizar la química presente en la cotidianidad y el desarrollo humano, con la finalidad de demostrar las consecuencias ocasionadas (generación de residuos en su mayoría contaminantes y alto consumo energético) a partir de las necesidades humanas, tal y como Mascarell y Vilches (2016) proponen.

4.2.7 Los modelos de evaluación verde

Una de las maneras de implementar la química verde en la educación es a partir de un modelo de evaluación verde. Estos, son herramientas metodológicas mixtas que permiten analizar el cumplimiento de los principios de la química verde en un determinado proceso como por ejemplo un trabajo práctico de laboratorio. En ese sentido algunos autores han planteado modelos de evaluación verde centrados en la evaluación cualitativa y cuantitativa de las etapas de un TPL, teniendo en cuenta algunos criterios de análisis como pictogramas de seguridad e impacto ambiental. De modo que Morales et., al (2011) elaboraron su propuesta combinando herramientas cualitativas (código de colores) y cuantitativas (escala tipo Likert del 1 a 10) para analizar en los diagramas de flujo de los TPL el cumplimiento o no de los principios de la química verde, con la finalidad de contribuir en la construcción de una química sustentable que impulse la formación de principios ciudadanos que garanticen la existencia de la vida en la tierra.

Figura 6. Escala de análisis y evaluación verde (tomado de Morales et al. 2011). Adaptación y elaboración propia.



Asimismo, Vargas et., al. (2016) diseñaron una métrica integral basada en el diseño de los diagramas de flujo de un TPL, donde se integran aspectos importantes como el uso y disposición de los reactivos y residuos, así como los riesgos ambientales de los mismos, teniendo como premisa general el cumplimiento o no de los principios de la química verde. En este modelo se implementa una carta de 13 colores (del rojo al verde) que permite evaluar los riesgos en el paso a paso de los diagramas de flujo. Este modelo tiene como propósito analizar TPL incluso sin ser llevados a cabo, lo que permite previamente evaluar que tan cerca esta de cumplir con los principios de la química verde.

Figura 7. Código de color en función del número de principios de química verde que cumple el experimento (tomado de Vargas et al. 2016). Adaptación y elaboración propia.

Nº de principios de química verde que se cumplen	Color observado
0	Rojo
1	Naranja
2	Naranja
3	Naranja
4	Naranja
5	Amarelo
6	Amarelo
7	Amarelo
8	Verde
9	Verde
10	Verde
11	Verde
12	Verde

4.2.8 Representaciones sociales

Uno de los grandes propósitos de la sociología ha sido comprender la sociedad y al individuo que interactúa en ella con la finalidad de mejorar la vida de las personas y promover el progreso, siendo las representaciones sociales una herramienta fundamental para cumplir este objetivo. El concepto de las representaciones sociales fue introducido por Moscovici y se entiende como una forma de conocimiento específico, en particular el saber del sentido común. Este conocimiento, a diferencia del conocimiento científico, está marcado socialmente y refleja la operación de procesos generativos y funcionales (Banchs, 1986).

De modo que, las representaciones sociales expresan una forma de pensamiento social capaz de hacer comprensible la realidad física y social del individuo. Uno de los aspectos centrales de la teoría de Moscovici, es la transformación del conocimiento científico en conocimiento del sentido común. Por consiguiente, estudiar las representaciones sociales “nos aproxima a la “visión de mundo” que las personas o grupos tienen, pues el conocimiento del sentido común es el que la gente utiliza para actuar o tomar posición ante los distintos objetos sociales” (Moscovici, 1981, p.6).

De la misma manera Jodelet (1986), contribuye al desarrollo de las representaciones sociales como concepto, definiéndolas como un conocimiento socialmente elaborado y compartido, que permite interpretar y pensar nuestra realidad de manera cotidiana. Los planteamientos de Jodelet destacan la practicidad de las representaciones sociales para aplicarlas en el mundo social, con el propósito de organizar la información y dominarla en el entorno, donde las representaciones sociales contribuyen a un entendimiento compartido que facilita la acción y la comunicación colectiva.

Por lo anterior, existen dos mecanismos que permiten la interacción del conocimiento nuevo con el conocimiento previo y son el anclaje y la objetivación. El anclaje es uno de los procesos esenciales que permiten la formación de las representaciones sociales. Se trata de incorporar algo novedoso e inexplorado en contextos de conocimiento ya existentes para hacerlo conocido y entendible. Mientras que, la objetivación es el mecanismo que permite convertir lo abstracto en algo inteligible y conocido mediante la creación de iconos, o metáforas culturalmente significativas que acaban por simbolizar el fenómeno reciente (Hokkanen, 2020).

En el contexto de Colombia y América Latina, el estudio de las representaciones sociales es importante y relevante para comprender las dinámicas culturales de la sociedad sobre temas como la educación y el medio ambiente, utilizando la teoría como una herramienta valiosa, capaz de analizar las perspectivas de diferentes grupos sociales, profundizando en como estas representaciones influyen en las actitudes, los comportamientos y las políticas públicas. Por lo tanto, las representaciones sociales desempeñan un rol importante cuando los alumnos se enfrentan a un tema de aprendizaje totalmente desconocido. Estas representaciones sociales impactan en como los estudiantes comprenden, asimilan y edifican nuevos conocimientos. Además, permiten la construcción colectiva de significado, pues a través del diálogo y la interacción los alumnos comparten y enriquecen sus ideas, generando un aprendizaje más profundo. Estas representaciones también orientan las actitudes y comportamientos, influyendo en la motivación y disposición para aprender, lo que puede ser aprovechado por el docente para diseñar estrategias metodológicas más efectivas. Asimismo, facilitan el cambio conceptual al reconocer y transformar posibles malentendidos, convirtiendo el aula en un espacio de transformación del conocimiento. Finalmente, promueven la inclusión

y la participación, valorando la diversidad de perspectivas y fomentando un ambiente donde todos los estudiantes se sienten parte activa del proceso de aprendizaje.

4.2.9 Un puente llamado alfabetización científica

El concepto de alfabetización científica ha experimentado un desarrollo relevante, pasando de enfocarse primordialmente en el dominio de conocimientos básicos, a incluir una serie de habilidades, actitudes y la capacidad de interactuar con la ciencia en la cotidianidad. En primera instancia se consideraba alfabetizada científicamente a la persona capaz de dominar conceptos científicos que le permitieran analizar la influencia de la ciencia en su entorno. No obstante, la comprensión de la alfabetización científica se amplió para integrar no solo el conocimiento de hechos científicos, sino también la percepción de la naturaleza de la ciencia, los procesos científicos y la interacción entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (Agudelo, 2023). Este cambio representa la idea de que la alfabetización científica es esencial para todos los individuos y no solo para aquellos que se desempeñan en áreas científicas o tecnológicas. Como expresa P. Membiela (2002), la alfabetización científica puede ser la base para un currículo de ciencias equitativo que armonice la formación de futuros profesionales científicos y tecnológicos con una formación científica para toda la población.

Por lo anterior, la aplicación de la alfabetización científica en la educación en ciencias permite a los estudiantes comprender e interpretar los conceptos científicos de manera crítica. Además de facilitar el aprendizaje de la ciencia y los métodos científicos, la alfabetización científica capacita a los estudiantes para tomar decisiones en su vida cotidiana gracias al pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas, formando así ciudadanos conscientes, capaces de participar activamente en debates sociales, y de contribuir al desarrollo sustentable.

5. METODOLOGÍA

5.1. Enfoque y tipología de la investigación

El enfoque del trabajo es de tipo cualitativo teniendo en cuenta los planteamientos de Vasilachis (2006), donde la investigación cualitativa se entiende como una aproximación que busca interpretar y comprender la realidad social desde la perspectiva de los sujetos involucrados, a través de un proceso abierto, flexible y reflexivo que permite generar conocimiento significativo y contextualizado.

Una de las maneras de captar la pluralidad y diversidad de opiniones mediante la interacción grupal son los grupos focales, donde no solo se recolecta información individual, sino que también se explora como las personas construyen significados en un contexto social compartido, lo que enriquece la comprensión del presente estudio (Hamui y Varela 2013). De modo que, el uso de esta técnica permite explorar conocimientos, actitudes y experiencias que fomenten la reflexión y el debate a través del análisis interpretativo de las representaciones sociales del grupo.

5.2. Población participante

La población participante consta de un grupo de profesores de ciencias en formación inicial (PCFI), de la Facultad de Ciencia y Tecnología inscritos en el espacio académico electivo de “Química verde y energías alternativas para profesores de ciencias” del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. El grupo era diverso, pues se encontraban estudiantes inscritos en diferentes licenciaturas (química, ciencias naturales y educación ambiental, diseño tecnológico y física), quienes trabajaron individualmente y desde la dinámica de los grupos focales para desarrollar los insumos de indagación propuestos.

5.3. Diseño metodológico

Para abordar el planteamiento del problema, se plantean las siguientes fases de desarrollo:

Fase I: Es la fase donde los PCFI darán a conocer las representaciones sociales que han elaborado sobre radiología. Las actividades para desarrollar se proponen, sean las siguientes:

Actividad inicial. Un mundo llamado Radiología

Se presenta a los PCFI un formulario inicial para recoger las representaciones sociales iniciales que se tienen en radiología. Acto seguido se realiza una aproximación teórica sobre lo que es radiología, su epistemología, su importancia en la medicina moderna, su relación con las ciencias y ejemplos de aplicación como el servicio radiológico que presta la UTE y un diagrama que explica el protocolo necesario para llevar a cabo una exploración radiológica. Finalizando con la propuesta de lectura guía para la sesión siguiente “*Green Radiology: como desarrollar una radiología sostenible*”.

Fase II: En la segunda fase se desarrolla la contextualización sobre radiología verde y su relación con química verde, teniendo en cuenta los conocimientos ya adquiridos por parte del espacio académico (química verde, sustentabilidad, modelos de evaluación verde, entre otros). Las actividades para desarrollar se proponen, sean las siguientes:

¿Radiología y química verde?

Con base en la lectura realizada por parte de los PCFI, se realiza una contextualización del artículo "*Green Radiology: como desarrollar una radiología sostenible*", donde se explica su significado, importancia, descripción de principios y ejes estratégicos y la aplicabilidad de los principios de química verde en una unidad de radiología. Acto seguido, se plantea la actividad "mi propia unidad de radiología" donde se sugiere la creación de una unidad de radiología con aspectos clave como los servicios ofertados, un protocolo orientado en radiología verde y la aplicación de principios de química verde, con la finalidad de ser socializada al final de la sesión.

Fase III: Para la tercera fase se incluye el concepto de "evaluación verde" pero aplicada en radiología, teniendo en cuenta los conocimientos ya adquiridos por parte del espacio académico con respecto las metodologías "¿Que tan verde es un experimento?" y "El diagrama de flujo como semáforo de seguridad ecológica de los experimentos de laboratorio". Las actividades para desarrollar se proponen, sean las siguientes:

Un modelo de evaluación verde aplicado en radiología

Se presenta a los PCFI una propuesta metodológica propia considerada como evaluación verde orientada en radiología, además de su aplicación en unidad de radiología como lo es la UTE. Acto seguido los PCFI retoman la creación de sus unidades radiológicas con la finalidad de evaluarlas teniendo en cuenta la propuesta diseñada, para posteriormente socializarla y discutirla al final de la sesión.

Fase IV: Para la cuarta fase se retoma el concepto de los estudios con contraste. Las actividades para desarrollar se proponen, sean las siguientes:

1. La importancia de los medios de contraste

Se realiza una sesión introductoria donde se lleva a cabo una actividad de indagación con preguntas orientadoras en la cual la población participante dará a conocer sus saberes previos sobre medios de contraste en radiología. Posteriormente, se realiza una aproximación teórica sobre medios de contraste, donde se resalta su importancia, clasificación, impacto ambiental y relación con química verde. Finalizada la explicación se realiza una actividad sobre el diseño de pictogramas para medios de contraste con la finalidad de evaluar la sustentabilidad de estos.

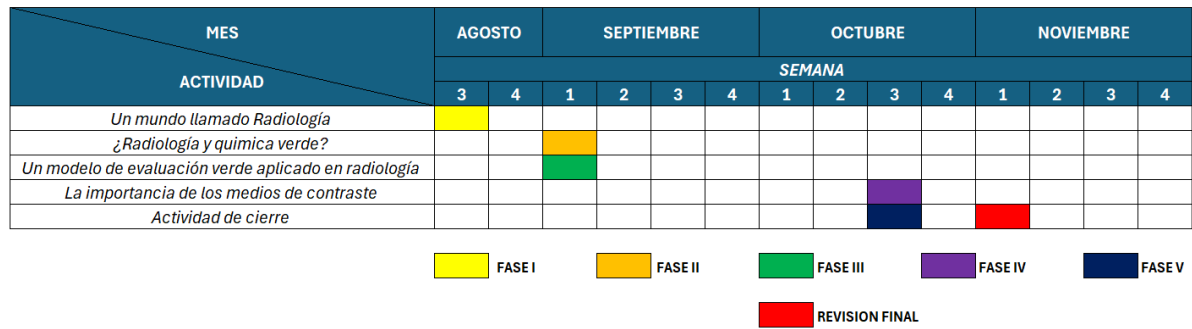
2. Trabajo Práctico de Laboratorio - TPL sobre medios de contraste

Se desarrolla un TPL el cual consiste en identificar algunas propiedades químicas de los medios de contraste yodados.

Fase V: Finalmente, la quinta fase, se basa en evaluar los conocimientos enmarcados en las representaciones sociales de la población participante sobre radiología y su relación con el enfoque de química verde. Se aplica un cuestionario final y se recogen las experiencias vividas por parte de la población participante para los respectivos fines analíticos.

5.4. Cronograma

Figura 8. Cronograma de actividades. Elaboración propia.



6. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Las actividades presentes en este trabajo de investigación se desarrollaron de manera presencial en el espacio académico de “*Química verde y energías alternativas 2025-II*”, apoyadas con herramientas digitales como presentaciones en Canva, cuestionarios en Google Forms, y documentos de trabajo físicos, en Word y PDF. Las mismas fueron sometidas a un ejercicio de validación por parte de un par académico con título de Licenciatura en Química y estudios de Maestría en Docencia de la Química, de la Universidad Pedagógica Nacional.

Conforme a los objetivos del proyecto de investigación, se construyeron los siguientes ejes de análisis pertinentes para los resultados obtenidos en el marco de la implementación del material que constituye la propuesta de alfabetización científica:

Tabla 3. Estructuración de ejes de análisis de la información. Elaboración propia.

Eje #	Nombre del eje	Insumos de información pertinentes
1	Caracterización inicial de las representaciones sociales de PCFI sobre radiología.	Actividad 1. Cuestionario de caracterización inicial de representaciones sociales (FORMS 1).
2	Implicaciones pedagógicas y didácticas de la estrategia de alfabetización científica sobre la radiología.	Actividad 2. Mi propia unidad de radiología Actividad 3. Evaluación verde radiológica Actividad 4. Medios de contraste: actividad inicial Actividad 5. Diseño de pictogramas para medios de contraste Actividad 6. Trabajo práctico de laboratorio sobre medios de contraste con enfoque a química verde
3	Caracterización de cierre de las representaciones sociales de PCFI sobre radiología.	Actividad 7. Cuestionario de caracterización de cierre de representaciones sociales (FORMS 2).

A continuación, se presenta una caracterización general de la población participante.

Tabla 4. Caracterización general de los PCFI. Elaboración propia

Codificación Docentes Formación	Programa académico (Licenciatura)
PCFI 1	Ciencias naturales y educación ambiental
PCFI 2	Diseño tecnológico
PCFI 3	Química
PCFI 4	Física
PCFI 5	Diseño tecnológico
PCFI 6	Química
PCFI 7	Diseño tecnológico
PCFI 8	Ciencias naturales y educación ambiental
PCFI 9	Química
PCFI 10	Química
PCFI 11	Química

PCFI 12	Química
PCFI 13	Química
PCFI 14	Ciencias naturales y educación ambiental
PCFI 15	Ciencias naturales y educación ambiental
PCFI 16	Ciencias naturales y educación ambiental.
PCFI 17	Ciencias naturales y educación ambiental
PCFI 18	Ciencias naturales y educación ambiental
PCFI 19	Química

6.1 Análisis Eje # 1. Caracterización inicial de las representaciones sociales de PCFI sobre radiología

6.1.1 Actividad 1. Cuestionario de caracterización inicial de representaciones sociales

Inicialmente se implementó una actividad para caracterizar las representaciones sociales iniciales sobre radiología de los PCFI (véase anexo 2), mediante un Google Forms de 5 preguntas, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5. Resultados formulario representaciones iniciales sobre radiología. Elaboración propia.

PREGUNTA	REPRESENTACIÓN SOCIAL INICIAL
1. ¿Qué viene a su mente al ver las imágenes de la presentación? (En la presentación se planteaban tres imágenes diagnósticas de diferente técnica imagenológica)	"Me viene a la mente cuando la gente va al médico y se hace radiografías con el fin de averiguar si hay alguna anomalía o no, a partir de las ondas" (PCFI 1).
	"Son radiografías las cuales nos ayudan a ver algo en específico del interior de nuestro cuerpo" (PCFI 2).
	"Información sobre anatomía más interna del cuerpo y descripciones" (PCFI 3).
	"Rayos x, radiografías" (PCFI 4).
	"Diferentes ecografías" (PCFI 5).
	"El uso de la radiología en la medicina para detallar el cuerpo humano" (PCFI 6).
	"Un sistema que permite dimensionar de manera más clara (fracturas, embarazos etc.)" (PCFI 7).
	"Me recuerda cuando me hice la primera ecografía de mi embarazo" (PCFI 8).
	"Esas imágenes son producidas por aparatos especializados para observar dentro del cuerpo, y utilizan rayos de alta frecuencia" (PCFI 9).
	"Son representaciones de cómo interactúan los rayos x con los cuerpos y como son usados en diversas aplicaciones" (PCFI 10).
	"Ondas gamma, rayos x, la percepción que tenemos de ellas y los usos en la medicina que se le dan" (PCFI 11).
	"Miro los beneficios de la radiología de como la medicina a avanzado" (PCFI 12).
	"Me viene a la mente cuando la gente va al médico y se hace radiografías con el fin de

	averiguar si hay alguna anomalía o no, a partir de las ondas" (PCFI 13).	
	"Partículas que viajan muy rápido a través del cuerpo para plasmar este tipo de imágenes" (PCFI 14).	
	"Sobre una presentación demasiado llamativa ya que es un tema de gran agrado (PCFI 15)"	
	"Investigación, enfermedades, ciencia, medicina (PCFI 16)".	
	"Que el paciente se ve relativamente sano" (PCFI 17).	
	"Qué son exámenes que utilizan los médicos para ver el sistema interno del cuerpo" (PCFI 18).	
2. ¿Con cuál de los siguientes enunciados se siente más identificado al momento de hablar sobre radiología? Seleccione mínimo 1 y máximo 3.	ENUNCIADO	NÚMERO DE PARTICIPANTES DE ACUERDO
	La radiología ayuda a diagnosticar enfermedades con precisión.	8
	Las radiografías pueden ser peligrosas por la radiación.	5
	La radiología es un avance tecnológico.	12
	La exposición a la radiación genera infertilidad o mutaciones.	2
	Las radiografías y tomografías son dolorosas.	0
	La ecografía es una técnica para las mujeres en estado de gestación.	7
	La exposición a la radiación puede derivar en enfermedades como el cáncer.	5
	No tengo clara una representación social sobre radiología.	2
3. Si pudiera representar la radiología con una imagen, ¿cuál de las siguientes opciones escogería?	OPCIÓN	NÚMERO DE PARTICIPANTES DE ACUERDO
	<i>Opción 1 (Radioactividad)</i>	2
	<i>Opción 2 (Peligro)</i>	1
	<i>Opción 3 (Diagnostico)</i>	8
	<i>Opción 4 (Imagen)</i>	7
4. En escala de 1 a 10, ¿qué tan importante considera la articulación conceptual de una especialidad médica como lo es la radiología en la enseñanza de las ciencias? Justifique su respuesta	PUNTUACIÓN	JUSTIFICACIÓN
	8	"Pues es un avance porque se pueden detectar enfermedades o huesos rotos con mejor precisión y vista, si no

		se tuviera pues más difícil de detectar enfermedades a tiempo" (PCFI 1).
	5	"No veo como se podría enlazar, aunque sería muy interesante" (PCFI 2).
	8	"Es importante identificar cómo nos afecta la exposición y el procedimiento a la hora de interactuar con este tipo de mecanismos de radiación, ya que, pueden derivar mucha información delicada en el individuo" (PCFI 3).
	10	"Considero que, en el aula de clase, es importante relacionar situaciones, fenómenos, incluso conceptos relacionados con la medicina conocidos por lo estudiantes para la enseñanza de conceptos tal vez complejos, no solo de la química sino también de otras disciplinas" (PCFI 4).
	10	"Lo considero importante ya que puede analizar afectaciones en el ser humano que no se ven a simple vista" (PCFI 5).
	9	"La importancia es enseñar los procesos derivados de la radiología como importancia en la medicina y como estos ayudan a detallar partes del cuerpo humano, ayudando de esta manera a la salud" (PCFI 6).
	10	"Debido a que como yo hay muchas personas ajenas a los efectos secundarios o los aplicativos de este sistema, es necesario conocer un poco más

		sobre el tema ya que son avances que permiten detectar algunas enfermedades o como lo había mencionado anteriormente, fracturas y de más” (PCFI 7).
	7	“Es necesario que las personas que estudiamos ciencias sepamos que la radiología de cualquier manera está presente en la cotidianidad y es importante saber más el concepto” (PCFI 8).
	8	“Por qué, se puede explicar varios temas específicos en diferentes áreas de la ciencia como longitud de onda, las partículas que emiten los elementos e isótopos que están presentes en los aparatos, consecuencias en el cuerpo humano a una sobre exposición, etc.” (PCFI 9).
	10	“Considero que puede ser como una conexión entre lo teórico y lo práctico, esto debido a los principios ya establecidos del comportamiento de los rayos x sobre la materia y su aplicabilidad práctica en un área como es la medicina, se podría explicar los rayos x a través de estas aplicaciones y hacer más fácil la enseñanza de algo tan complejo” (PCFI 10).
	10	“Es importante porque en mi caso que aspiro ser docente en química conozco que los elementos de la tabla periódica que son radioactivos en cierta medida pueden ser perjudiciales, además, como profesores de la

		facultad de ciencia y tecnología debemos entender nuestro entorno y formar un pensamiento crítico. En el caso de los laboratorios se deben llevar las precauciones correctas entendiendo los daños que podría causar el mal uso de estos" (PCFI 11).
	10	"Muy importante ya que la medicina tiene que avanzar" (PCFI 12).
	8	"Me parece importante, para ayudar a las personas a concientizarse de lo que trata eso, ya que a veces las personas al escuchar la palabra radiación, de una lo asocian a algo malo, cuando necesariamente no es así. Además, que es un tema donde se puede enseñar varios conceptos como lo es longitud de onda" (PCFI 13).
	10	"Es importante llevar contextos con los que las personas seguramente se van a encontrar en su vida cotidiana para que la ciencia pueda llegar a todos, por ejemplo, las radiografías y demás, la gente desconoce el proceder de estas imágenes y son algo tan común" (PCFI14).
	10	"Ya que no se ve esta especialidad de una manera lineal si no que la podemos llegar a contextualizar con variedad de fenómenos" (PCFI 15).
	10	"Es importante enseñar y aprender sobre medicina y las múltiples formas en las que se expresa para poder escuchar nuestro cuerpo,

		entenderlo y cuidar de él" (PCFI 16).
	10	"Considero importante para enseñar a los estudiantes a entender que es lo que les hacen y porque en términos de salud. Aunque también sería bueno hablar sobre la problemática ambiental en torno a los residuos y encontrar una posible solución" (PCFI 17).
	8	"Es importante conocer los procesos que se manejan al hacernos este tipo de exámenes, cómo funcionan y para qué sirven para así estar al tanto de cómo funcionan" (PCFI 18).
5. ¿Qué posibles relaciones existen entre radiología y química verde / sustentable?	REPRESENTACIÓN SOCIAL INICIAL	
	"Ninguna, o bueno que utilizan químicos, pero de verde no tiene nada" (PCFI 1).	
	"No se" (PCFI 2).	
	"La relación podría ser entre el mecanismo de intensidad a la hora de realizarse las reacciones en donde en un lado es más potente que en el otro" (PCFI 3).	
	"No sé si existe relación" (PCFI 4).	
	"No tengo idea" (PCFI 5).	
	"Puede ser en el uso que se le da a la radiología, buscando que estos procesos o instrumentos usados generen el menor impacto" (PCFI 6).	
	"La posibilidad de generar un sistema el cual no perjudique tanto la salud, ya que la exposición a estos exámenes conlleva consecuencias" (PCFI 7).	
	"Pienso que existe relación porque estudia una parte del cuerpo humano" (PCFI 8).	
	"La relación que existe radica en la interacción de los elementos e isótopos radioactivos utilizados y en como estos pueden afectar el ecosistema y la integridad de las personas de no ser gestionados con precaución" (PCFI 9).	
	"Tal vez hacer fijadores menos tóxicos o que sean más degradables" (PCFI 10).	
	"Hablamos de ondas, y del aprovechamiento de las energías, sabemos que la química verde busca la forma más "sustentable" para coexistir en este planeta tan diverso, y como los estudios han avanzado tanto ahora podemos utilizar estas ondas a favor de la salud, sin embargo, es imprescindible conocer las dos caras de estas prácticas, para así poder determinar cómo	

	aparte de ayudarnos nos puede afectar" (PCFI 11).
	"El tipo de energía que representa la radiación y lo que podría servir en futuras generaciones" (PCFI 12).
	"Considero que la química verde tiene un importante papel con la radiología, ya que es tratar de prevenir eso desechos o el mal uso de los elementos químicos que se utiliza en las radiografías, además que a veces al no tener un buen manejo genera un gran impacto" (PCFI 13).
	"En el uso de la energía requerida para tomar estas imágenes y tal vez el uso de los desechos de este proceso para reutilizarlo" (PCFI 14).
	"Quizá la exposición radiológica que provocan estos procedimientos" (PCFI 15).
	"La sustentabilidad puede ir relacionada al hecho de cuidar de mi para cuidar de los otros y por ende de las futuras generaciones y del ambiente donde vivimos todos" (PCFI 16).
	"No tendría claro" (PCFI 17).
	"Son avances modernos en los que se deben trabajar mucho para tener una mayor comprensión de los procesos que pasan tanto médicos como químicos y las alternativas menos impactantes ambientalmente para el desarrollo" (PCFI 18).

En consecuencia, con los anteriores resultados se analiza que las representaciones sociales sobre radiología entre los PCFI se configuran como un saber mixto que combina conocimientos científicos, creencias sociales y emociones, influyendo de manera significativa en su aprendizaje y actitud hacia esta disciplina. Desde el uso diagnóstico y el avance tecnológico reconocido, hasta los miedos asociados a la exposición a radiación, estas representaciones reflejan cómo se transforma la radiología en un objeto familiar a partir de esquemas simplificados y anclajes simbólicos, como plantean Moscovici (1981) y Jodelet (1986).

También, es oportuno destacar la relación entre respuestas y programa académico. En los PCFI de ciencias naturales y educación ambiental, predominan respuestas afines a la utilidad médica y experiencias personales, tendiendo a ser menos técnicas y más concentradas en el impacto de la vida cotidiana. De la misma manera, los PCFI de física y química en sus respuestas se inclinan por destacar términos técnicos y científicos, ligados a la explicación de los principios físicos o químicos involucrados en radiología. Mientras tanto los PCFI de diseño tecnológico reflejan en sus respuestas el enfoque en la funcionalidad y el propósito de la radiología, percibiendo de esta manera una orientación hacia el diseño y operación de los dispositivos y sistemas de imagen. Teniendo en cuenta lo anterior, no se evidencian distancias entre las respuestas de las diferentes licenciaturas, sin embargo, se observa un énfasis en particular que refleja el enfoque pragmático de cada programa de formación académica.

En la enseñanza de las ciencias, los PCFI reconocen mayoritariamente la articulación conceptual de la radiología considerando la importancia de esta para comprender fenómenos

de salud, tecnología y ciencias aplicadas. Dentro del marco teórico de las representaciones sociales, Abric (1994) señala que estas se organizan en torno a un núcleo central que contiene los elementos esenciales, estables y consensuados, y un perímetro flexible con elementos variables y menos compartidos. En este caso, la función educativa y formativa de la radiología puede ser entendida como un núcleo central en las representaciones de los estudiantes sobre su importancia.

En cuanto a la relación con química verde, las representaciones sociales de los PCFI son variadas debido a la influencia del contexto formativo y disciplinar en el que se encuentran. En tal sentido los PCFI de física y química tienden a anclar sus respuestas en aspectos técnicos (interacción de elementos radioactivos, toxicidad de insumos químicos o eficiencia energética), demostrando una visión más científica. Por otro lado, los PCFI de ciencias naturales y educación ambiental realizan un proceso de objetivación ligado a preocupaciones e impactos ambientales y sociales. Mientras que los PCFI de diseño tecnológico denotan mayor incertidumbre para establecer relaciones interdisciplinarias debido a que su formación hace menos explícita la articulación con temas químicos o ambientales (Hokkanen, 2020).

A pesar de que existen diferencias, no sugiere un distanciamiento en las respuestas, sino más bien como interactúa el conocimiento previo de cada campo para la construcción de la representación social sobre una temática emergente. No obstante, surgen representaciones que integran la responsabilidad ambiental y la búsqueda de prácticas menos perjudiciales, demostrando una construcción social que permite articular de manera interdisciplinaria ciencia, tecnología y sustentabilidad.

Seguido a este ejercicio inicial se desarrolló una actividad a manera de clase magistral donde se brinda a los PCFI una contextualización sobre la epistemología, significado, consecuencias, aplicaciones, principios científicos y presente sobre radiología (*véase anexo 3*), con la finalidad de retroalimentar las representaciones sociales iniciales sobre este tema. De modo que, recolectar las representaciones sociales iniciales de los PCFI es un ejercicio esencial para entender como construyen y expresan el conocimiento previo, creencias, miedos e ideas acerca del tema, con la finalidad de orientar su proceso de aprendizaje, siendo así estas representaciones sociales un recurso válido para la comprensión de los conceptos científicos involucrados en radiología.

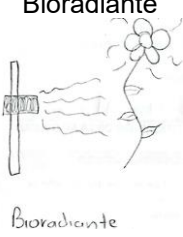
6.2 Análisis Eje #2. Implicaciones pedagógicas y didácticas de la estrategia de alfabetización científica sobre la radiología

6.2.1 Actividad 2. Mi propia unidad de radiología

En la segunda fase de la estrategia, se realizó una sesión a manera de clase magistral donde se da una contextualización sobre lo que significa radiología verde, esto justificado en la importancia de comprender las estrategias que existen para minimizar el impacto ambiental por parte de los servicios de radiología y de las relaciones interdisciplinarias que se tienen con química verde y sustentabilidad (véase *anexo 4*). Posteriormente, se propone el desarrollo de la actividad en grupo “Mi propia unidad de radiología” (véase *anexo 5*), mediante una ficha a diligenciar para posteriormente ser socializada, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6. Sistematización respuestas actividad 2: mi propia unidad de radiología.
Elaboración propia.

#GRUPO	LOGO Y NOMBRE	SERVICIOS OFERTADOS	PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE	PRINCIPIOS DE QUÍMICA VERDE UTILIZADOS
1: PCFI 8 PCFI 13 PCFI 18	Imágenes para la vida humana 	• Radiología dental • Mamografía • Ecografía	• Ahorro energético • Reducción del papel • Diseño de espacios ecoeficientes • Gestión de residuos • Educación ambiental	P1, P3, P7
2: PCFI 4 PCFI 6 PCFI 10	Radio ecology 	• Resonancia magnética • Ecografía	• Eliminación de residuos y desechos • Reducción del impacto ambiental • Diseño de espacios ecoeficientes • ALARA • Tele radiología • Prácticas de radiología sustentables	P6, P11
3: PCFI 14 PCFI 15	Mi primer signo civilización 	• Radiografía convencional • Ecografía • Resonancia magnética	• Tele radiología • ALARA • Ahorro energético • Diseño de espacios ecoeficientes	P1, P4, P6

4: PCFI 11 PCFI 12 PCFI 19	Sky Rad 	• Resonancia magnética • Ecografía • Tele radiología	• Reducción del consumo energético • Reducción y reciclaje de residuos y desechos • Promoción de prácticas ecológicas • Tele radiología • Uso de energías renovables	P1, P6, P7
5: PCFI 16	T y C servicios radiológicos 	• Tomografía • Ecografía	• Reducción del consumo energético • Reducción uso de papel	P1, P6
6: PCFI 2 PCFI 5 PCFI 7	Expertos en radiología 	• Ecografía • Radiología convencional	• Reducción del consumo energético • Reducción uso de papel (SISTEMA PAC's)	P6, P7
7: PCFI 1 PCFI 3 PCFI 17	Bioradiante 	• Radiografía convencional • Ecografía	• Reducción del consumo energético • Promoción de prácticas radiológicas ecológicas	P1, P12

El grupo 1, presenta una propuesta donde desde el logo, se refleja una representación socioambiental y humanista de la radiología que permite ser entendida como un servicio vital para la vida. Los servicios ofertados abarcan radiología convencional y algunas técnicas diagnósticas avanzadas, que reflejan una visión técnica y actualizada de esta especialidad, además de contemplar una estrategia que permite optimizar el servicio como lo es adoptar solo el turno de la noche, pensado desde la optimización de recursos. El protocolo de radiología verde es claro y abarca tres de los cuatro principios contemplados en esta práctica, destacando la gestión de residuos, el diseño de espacios con iluminación LED, sistemas CVAA, sistemas de ahorro de agua y la promoción de prácticas sustentables en el personal

médico; además de la implementación de principios de química verde orientados en la reducción de los residuos radiológicos, el uso de sustancias químicas con impacto ambiental reducido (medios de contraste) y la investigación sobre metodologías como radiofármacos y medios de contraste basados en materias primas renovables; demostrando así, conciencia ambiental práctica, adecuación a los principios de química verde en el contexto radiológico y un grado de sustentabilidad apropiado para aplicar en el contexto clínico y tecnológico de la radiología.

El grupo 2 en su propuesta refleja desde el logo, una representación social clara que integra la sustentabilidad, ecología y radiología. A través de los servicios ofertados (resonancia magnética y ecografía), se denota una percepción de radiología menos invasiva y de menor riesgo ambiental. La selección de los turnos de mañana y tarde, indica una organización para optimizar recursos en horas de alta demanda y posiblemente reducir el consumo energético que se presenta en la noche. El protocolo de radiología verde contempla los cuatro principios de esta práctica donde se destaca la reducción de las radiaciones ionizantes a partir de la selección de técnicas imagenológicas que no dependen de este principio activo, así como la aplicabilidad de los criterios ALARA para la protección radiológica y el fomento de la tele radiología. De la misma manera, los principios de química verde aplicados como la eficiencia energética y el análisis en tiempo real de los procesos radiológicos demuestran una adecuación apropiada sobre la interdisciplinariedad de este enfoque aplicado al contexto radiológico.

El grupo 3 plantea una representación social sobre radiología desde la ecología en su logo. Los servicios para ofrecer son radiografías convencionales, ecografía, resonancia magnética; y la selección de turnos (mañana y noche) apunta a un manejo segmentado de la unidad, a través de estrategias como el ahorro energético y la sustentabilidad de esta. El protocolo de radiología verde se orienta en tres de los cuatro principios donde se enfatiza en la reducción del consumo energético, la reducción de las radiaciones ionizantes (gracias a la selección de dos técnicas imagenológicas que no requieren de este principio activo) y el uso de los criterios ALARA. También, se contempla la aplicación de los principios de química verde sobre prevención, eficiencia energética y diseño de productos más seguros (orientado en el uso de los medios de contraste), que demuestran un esquema sustentable, ajustado a las realidades operativas radiológicas.

El grupo 4 esboza una representación social sobre radiología de carácter interdisciplinar a través de propuestas innovadoras que integran química verde, sustentabilidad y tecnologías emergentes, así como una planificación del servicio eficiente con relación a la gestión energética y ambiental. Incorpora en su unidad, servicios que comprenden técnicas modernas como resonancia magnética y ecografía, además de la prestación de tele radiología como forma de optimizar servicios remotos. El protocolo de radiología verde se orienta en los cuatro principios de esta práctica, enfatizando en la reducción de las radiaciones ionizantes (gracias a la selección de técnicas imagenológicas que no requieren de este principio activo), el uso de materiales biodegradables, estrategias de gestión responsable de residuos, tele radiología y la promoción de prácticas radiológicas ecológicas. De igual manera, se contempla la implementación de principios de química verde como la eficiencia energética, el uso de materias primas renovables (a través del uso de paneles solares para alimentar la unidad) y la prevención evidenciando un fuerte compromiso ambiental y una apropiación social de la radiología bajo criterios de sustentabilidad.

El grupo 5 desde su logo, sugiere una representación social que destaca el valor ambiental, la sustentabilidad y el compromiso con las practicas ecológicas, además de aludir el enfoque científico, sobre la tomografía, representando así, la unión simbólica que resalta la práctica integrada con responsabilidad ambiental enfocada en el bienestar humano llamada radiología. Los servicios de tomografía y ecografía orientados en jornadas no continuas representan una estrategia operativa que permite enfocarse en la eficiencia energética. El protocolo de radiología verde se orienta en tres de los cuatro principios de esta práctica donde destaca la reducción del consumo energético, la reducción del uso del papel, y la reducción de las radiaciones ionizantes (uso de técnica imagenológica como la ecografía). Igualmente, se evidencia la aplicación de principios de química verde como eficiencia energética y prevención, demostrando una integración efectiva entre radiología y química verde, con una planificación operativa orientada a la sustentabilidad.

El grupo 6 a partir de su logo y nombre, comunica una representación social reforzada desde el conocimiento técnico especializado y la relación con tecnología avanzada y precisión diagnostica sobre radiología. Los servicios selectos son comunes y la elección de un solo turno sugiere un modelo operativo donde se optimizan al máximo los recursos. El protocolo de radiología verde incorpora tres de los cuatro principios de esta práctica, destacando la eficiencia energética (a través del uso de paneles solares), la reducción del papel y la reducción de las radiaciones ionizantes (mediante la ecografía). De igual manera, se evidencia la implementación de principios de química verde, como la eficiencia energética y el uso de materias primas renovables, reflejando compromiso con la responsabilidad ambiental en el contexto radiológico.

El grupo 7 en su logo simboliza una representación social sobre radiología que se visualiza como una herramienta que impacta en la vida. Los servicios ofertados son comunes y la elección de un solo turno refleja una estrategia para minimizar el consumo energético. El protocolo de radiología verde se proyecta en tres principios de esta práctica, destacando la eficiencia energética, la promoción de prácticas radiológicas ecológicas, la reducción de radiaciones ionizantes (mediante la ecografía), y el uso de los criterios ALARA. Igualmente, la aplicación de los principios de química verde como la prevención de residuos y la prevención de accidentes se aplican activamente, reflejando el compromiso con la reducción del impacto ambiental.

Como resultado del ejercicio anterior, es pertinente destacar que, de manera general, los PCFI plantean propuestas que reflejan la comprensión apropiada de los protocolos de radiología verde, destacando aspectos clave de cada eje estratégico como la reducción del consumo energético, la minimización del impacto ambiental, la gestión adecuada de residuos y la promoción de prácticas radiológicas sustentables. Además, aplican varios principios de química verde en sus propuestas demostrando una apropiación práctica de los mismos, integrando conceptos sustentables de manera interdisciplinar. También, las fichas exhiben representaciones sociales donde la sustentabilidad se distingue como un componente necesario dentro de la radiología, de modo que la población participante considera de manera positiva la implementación de protocolos que no solo garanticen la calidad diagnóstica, sino que también resguarden del medio ambiente y la salud pública; reflejando así un cambio en la percepción tradicional sobre la contaminación que produce la radiología.

6.2.2 Actividad 3. Evaluación verde radiológica

En la tercera fase de la estrategia, se desarrolló una actividad a manera de clase magistral donde se presentó una propuesta de evaluación verde orientada en radiología y un ejemplo de aplicación (véase anexo 7), con la finalidad de que los PCFI retomen el ejercicio anterior y procedan a evaluar su unidad, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7. Sistematización respuestas actividad 3: evaluación verde radiológica. Elaboración propia.

# GRUPO	PRINCIPIO DE RADIOLOGÍA VERDE	PUNTUACIÓN OBTENIDA POR PRINCIPIO (De 1 a 10)	PORCENTAJE REPRESENTATIVO VERDE	BONIFICACIONES	PORCENTAJE FINAL
1: Imágenes para la vida humana	P1	10	66.25%	+8% (Uso de energías renovables +4% (Uso de 3 PQV)	78.25%
	P2	4.0			
	P3	7.5			
	P4	5.0			
2: Radio ecology	P1	7.5	94%	+4% (Uso de 3 PQV)	98%
	P2	10			
	P3	10			
	P4	10			
3: Mi primer signo civilización	P1	7.5	54%	+4% (Uso de 3 PQV)	58%
	P2	2.5			
	P3	9.0			
	P4	2.5			
4: Sky Rad	P1	8.0	60%	+10% (Uso de 4 PQV)	70%
	P2	8.1			
	P3	7.8			
	P4	8.1			
5: T y C servicios radiológicos	P1	4.0	47.5%	+4% (Uso de 2 PQV)	51.5%
	P2	4.5			
	P3	7.5			
	P4	3.0			
6: Expertos en radiología	P1	7.5	72.5%	+8% (Uso de energías renovables +4% (Uso de 3 PQV)	84.5%
	P2	5.0			
	P3	7.5			
	P4	10			
7: Bioradiante	P1	1.0	54%	+4% (Uso de 2 PQV)	58%
	P2	7.5			
	P3	4.0			
	P4	9.0			

En consecuencia, con los resultados anteriores, se evidencia que los grupos aplicaron el modelo de evaluación verde planteado con rigurosidad teniendo en cuenta la implementación de los respectivos protocolos de radiología verde diseñados en cada unidad propuesta. Se observa que los porcentajes representativos verdes varían entre grupos indicando diversidad en el nivel de aplicación y compromiso con los protocolos diseñados, consiguiendo unidades de radiología con un buen acercamiento verde (4) y totalmente verdes (3) respectivamente (véase figura 9). De la misma manera, algunas de las fortalezas observadas son las siguientes:

- Se destaca el uso de protocolos, como los criterios ALARA o la oferta de servicios que no utilizan el principio activo de la radiación ionizante para minimizar el impacto de estas en todas las unidades.

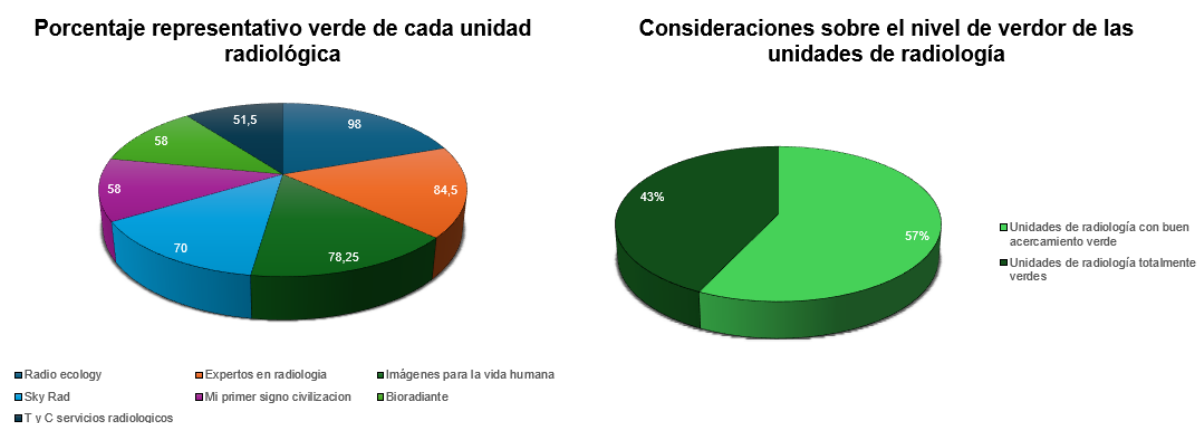
- En la mayoría de las unidades se evidencia el fuerte cumplimiento en la promoción de prácticas radiológicas ecológicas a través del uso de la tele radiología.
- Existen estrategias dentro de la mayoría de las unidades que priorizan el uso digital amplio de documentos, consentimientos informados y resultados para reducir el consumo de papel.
- Algunas unidades reportan la implementación de espacios con iluminación LED y sistemas automáticos para el ahorro de energía.
- Se resalta la innovación debido al uso de energías renovables (paneles solares) como estrategia para la reducción del consumo energético concretamente en dos unidades (Imágenes para la vida humana y Sky Rad).

Asimismo, es importante destacar las áreas de mejora que plantean las unidades conforme a la elaboración de la evaluación:

- Optimización de la reducción del consumo energético, a través del apagado sistemático de equipos y el diseño de espacios con iluminación LED.
- Uso de materiales biodegradables (vasos de bioplástico), reutilizables (protectores de plomo) y diseño de contenedores debidamente etiquetados para la correcta gestión de residuos y desechos.
- Mejorar elementos de desinfección y uso de insumos químicos (medios de contraste) menos tóxicos.

De manera general, los resultados obtenidos en cada evaluación verde reflejan un nivel variable, pero en su mayoría positivo para la integración de prácticas sustentables en las unidades de radiología diseñadas, gracias a la correcta integración de la radiología verde y el buen manejo de principios de química verde. Además, la implementación de esta evaluación verde actúa como un proceso reflexivo que materializa las representaciones sociales iniciales de los PCFI sobre las prácticas sustentables y la relación con química verde en radiología, aumentando la conciencia crítica y la responsabilidad ecológica. De la misma manera, la aplicación de este ejercicio da como resultado la comprensión necesaria por parte de los PCFI para emplear una metodología propia de la química verde de manera interdisciplinar, a través de las propuestas sobre las unidades de radiología planteadas.

Figura 9. Porcentajes y consideraciones del nivel de verdor de las unidades de radiología diseñadas. *Elaboración propia.*



6.2.3 Actividad 4. Actividad inicial sobre medios de contraste

En la cuarta fase de la estrategia, se realizó una actividad inicial sobre medios de contraste (véase anexo 9) con la finalidad de caracterizar las representaciones sociales iniciales de los PCFI sobre estas sustancias, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8. Sistematización respuestas actividad 4: actividad inicial sobre medios de contraste. Elaboración propia.

PREGUNTAS ORIENTADORAS	#GRUPO	PÁRRAFO REALIZADO
• ¿Qué ventajas y desventajas ves en el uso de medios de contraste en medicina? • ¿Crees que los medios de contraste pueden afectar al medio ambiente? ¿Por qué? • ¿Cómo imaginas un medio de contraste "verde"? ¿Qué características debería tener? • ¿Qué piensan tus familiares o amigos sobre los estudios médicos que usan medios de contraste? ¿Has escuchado algún mito o creencia? • ¿Qué acciones podrían tomar los hospitales para reducir el impacto ambiental de estos productos?	1: PCFI 2 PCFI 5 PCFI 18	“Ventajas: Se pueden ver anomalías, lesiones o alteraciones que no se pueden ver con otros aparatos de radiología. Desventajas: Pueden generar diferentes efectos secundarios en el organismo leves o graves dependiendo de la persona. De alguna manera los medios de contraste afectan el ambiente ya que por ejemplo los medios de contraste yodados llegan a los ríos y aguas superficiales porque son resistentes a la biodegradación. Podría ser un líquido que sea fluorescente de origen natural, que no genere efectos secundarios en el organismo. No habíamos escuchado sobre este método. Se puede reducir el impacto ambiental con acciones con opciones más seguras y biodegradables” (PCFI 2, 5, 18).
	2: PCFI 1 PCFI 8 PCFI 15	“Los medios de contraste son herramientas valiosas que permiten una mejor visualización de órganos y tejidos, facilitan los diagnósticos más precisos y tempranos, pero estos también pueden cambiar reacciones adversas y afectar a ciertos pacientes y causando la contaminación al medio ambiente al eliminarse por medio de la orina. Los hospitales deberían optimizar más su uso y hacer un manejo bueno de los desechos y aplicar tecnologías más seguras y ecológicas. Ante los mitos se plantea la necesidad de desarrollar contraste “verdes”

		biodegradables y no tóxicos y sostenible implementando recolección de orina" (PCFI 1, 8, 15).
	3: PCFI 4 PCFI 6	"Teniendo en cuenta que un medio de contraste es una sustancia que se introduce al cuerpo para diferenciar estructuras anatómicas, consideramos una ventaja en su uso el poder detectar, gracias a esto, alguna malformación o enfermedad del paciente, pero puede ser una desventaja que el paciente pueda generar algún tipo de alergia a alguna de estas sustancias. Contemplamos que los medios de contraste pueden afectar el medio ambiente por el uso indebido de desechos o de los dispositivos utilizados para estos. También se puede considerar verde un medio de contraste cuando se puede reutilizar algún recipiente, se tienen en cuenta los gastos energéticos, y se les da un buen manejo a los desechos" (PCFI 4, 6).
	4: PCFI 7 PCFI 12	"Los medios de contraste permiten resaltar, estructuras anatómicas y facilitan diagnósticos precisos, pero también presentan desventajas como efectos adversos en los pacientes y riesgos ambientales por contener metales pesados como lo son yodo, bario y gadolinio. Al eliminarse estos compuestos, pueden llegar a aguas residuales y afectar ecosistemas. Desde la química verde, se plantea diseñar medios de contraste biodegradables, que sean menos tóxicos y efectivos en bajas de dosis" (PCFI 7, 12).
	5: PCFI 10 PCFI 13	"Ventajas: Hacer más visibles las anomalías que presenta el paciente en las radiografías. Desventajas: Los efectos secundarios que pueda tener el paciente al tomar el medio de contraste. Si, dependiendo de la composición química de la sustancia, dosis y concentración de esta.

		Un medio de contraste con baja toxicidad y que sea seguro para los pacientes. No hemos escuchado sobre este método en las conversaciones de mi familia. Para usar la práctica debe existir una justificación medica valida" (PCFI 10, 13).
	6: PCFI 11 PCFI 19	"Los medios de contraste se mantienen en uso aun teniendo efectos secundarios, ya que, al estar cerca del bebe, la mama no puede estar con él bebe por efecto de radiación del Gadolinio. Según estos son los más efectivos para la parte científica de la medicina, pero más allá de todo lo mencionado su contaminación es alta y debemos detener si se sigue afectando la humanidad y el ambiente" (PCFI 11, 19)".

Con relación al ejercicio anterior, se pueden establecer los siguientes ejes temáticos que permiten identificar la presencia de representaciones sociales asociadas con estos en las respuestas de cada grupo, entendiéndose de la siguiente manera:

Tabla 9. *Ejes temáticos identificados en las representaciones sociales de la actividad inicial sobre medios de contraste. Elaboración propia.*

Eje temático	Contenido	Presencia de ejes temáticos entre grupos
Función diagnóstica	Uso para resaltar estructuras anatómicas y detectar anomalías.	6/6
Riesgos clínicos	Reconocimiento de efectos adversos	6/6
Impacto ambiental	Contaminación y toxicidad	5/6
Innovación verde	Propuesta o reconocimiento de medios de contraste biodegradables	4/6
Mitos	Presencia de mitos y representaciones familiares	1/6
Gestión, manejo de desechos y aspectos éticos	Conciencia sobre el manejo hospitalario de residuos, uso justificado, responsabilidad médica y ambiental	4/6

Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente destacar que todos los grupos coinciden en la representación social del medio de contraste como herramienta fundamental para resaltar estructuras anatómicas en los estudios radiológicos con la finalidad de obtener un diagnóstico detallado y en ocasiones preciso. También, todos los grupos muestran conciencia sobre la presencia de efectos adversos al momento de administrar los medios de contraste,

contemplando así, la salud del paciente como una dimensión importante en la representación social inicial. Asimismo, el 83.3% de los grupos reconoce que los medios de contraste afectan al medio ambiente, en especial las aguas residuales debido a la forma en que se eliminan estas sustancias en los pacientes, destacando la presencia de metales pesados como el yodo, bario o gadolinio.

Por otra parte, el 66.6% de los grupos manifiestan la necesidad de medios de contraste “verde”, biodegradables, con baja toxicidad e impacto ambiental reducido, denotando la influencia de la formación en química verde en esta especialidad médica (orientación sustentable). Incluso, el mismo porcentaje de los grupos refleja la importancia de las acciones que pueden tomar las entidades médicas para mitigar el impacto de los medios de contraste; acciones como la justificación médica de los exámenes y la adecuada gestión de los medios de contraste (uso, reutilización y desechos de este). Igualmente, en los grupos no se identifican mitos o creencias familiares impuestas, lo que sugiere que su representación social se encuentra poco alterada por ideas erróneas comunes.

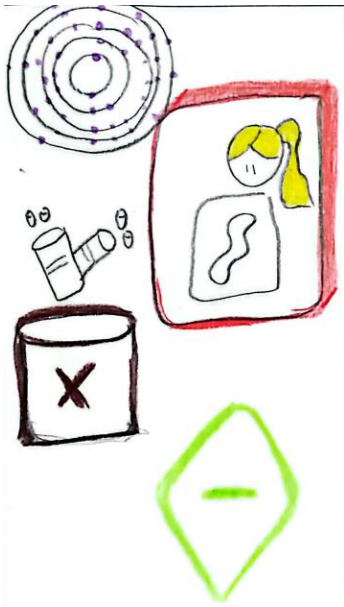
En general, la mayoría de los grupos manifiesta una representación social híbrida que integra el conocimiento científico de los medios de contraste con la ética y responsabilidad ambiental propias de la química verde. Sin embargo, en este ejercicio inicial se evidencia en algunos aspectos el desconocimiento por parte del grupo de PCFI sobre los medios de contraste.

6.2.4 Actividad 5. Diseño de pictogramas sobre medios de contraste

Continuando con la fase 4, se realizó una sesión a manera de clase magistral donde se da una contextualización sobre los medios de contraste en la radiología, con la finalidad de comprender la importancia de estas sustancias químicas en radiología y asimismo la relación interdisciplinar con química verde (véase anexo 10). Posteriormente se propone el desarrollo de la actividad en grupo “Diseño de pictogramas sobre medios de contraste” (véase anexo 11), para posteriormente ser socializada, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 10. Sistematización respuestas actividad 5: diseño de pictogramas para medios de contraste.

#GRUPO Y MEDIO DE CONTRASTE ASIGNADO	PICTOGRAMA (S)	EXPLICACIÓN
Grupo 1: Omnipaque PCFI 7 PCFI 11 PCFI 12		✓ “Menos tóxico ✓ Seguro en uso medico ✓ No es biodegradable ✓ Persiste en el ambiente Es un 50% bueno y otro 50% no tan bueno, ya que, aunque este es llevadero con el cuerpo al ser no iónico, no lo es para el medio ambiente por la presencia de yodo que no se desintegra” (PCFI 7, 11, 12).

Grupo 2: Iopamidol PCFI 1 PCFI 8 PCFI 15		“Consideramos que se pueden aplicar los siguientes principios de química verde: • Diseño de productos químicos más seguros: Es un medio de contraste no iónico y de baja osmolaridad. • Prevención de residuos: Al permitir diagnósticos más precisos se evita la repetición de procedimientos y el uso innecesario de más sustancias químicas. • Mayor eficiencia en el uso de energía. • Economía atómica: la molécula de Iopamidol incorpora eficientemente el yodo. • Minimizar el potencial de accidentes químicos: seguridad para la salud y el ambiente Además, es menos dañino que contrastes previos, evita liberaciones significativas en el ambiente. En escala valorativa de que tan verde es le damos un 6” (PCFI 1, 8, 15).
Grupo 3: Contrastes con Gadolinio PCFI 10 PCFI 13 PCFI 17		“El pictograma representa algunas enfermedades que puede causar el Gadolinio, entre ellas estaban problemas cutáneos y la descomposición de la piel, por otro lado, contamina las aguas representamos esa dualidad con la sirena. La articulación con química verde es la siguiente: ✓ Investigar y desarrollar nuevos agentes de contraste biodegradables y seguros ✓ Implementar protocolos para minimizar la exposición al Gadolinio y garantizar un uso seguro y efectivo en la práctica. Le damos un color rojo por su toxicidad y afectación con el

		ambiente y salud humana” (PCFI 10, 13, 17).
Grupo 4: Contrastes baritados PCFI 4 PCFI 6 PCFI 19		“El método es poco verde porque utiliza Bario, siendo este un metal pesado no biodegradable, lo que lo convierte en un contaminante. Por lo tanto, se puntúa con un 5 en la escala de que tan verde es. Por otro lado, el método se puede reemplazar por medio de una endoscopia, aunque es un poco invasiva no genera la contaminación que tiene el Bario” (PCFI 4, 6, 19).
Grupo 5: Gastrografina PCFI 2 PCFI 5 PCFI 18		• “Nocivo en pacientes con broncoaspiración. Si se aspira se vuelve nocivo para los pulmones • Es hidrosoluble • Bastante amargo, a veces se mezcla con jugo para que sea más tolerable En escala valorativa de que tan verde podría ser el medio de contraste se le otorga un 5” (PCFI 2, 5, 18).

El grupo 1, evidencia desde su pictograma una postura equilibrada sobre el Omnipaque, resaltando la eficacia y seguridad medica del insumo, pero también señalando críticamente el impacto ambiental ocasionado. También se evidencia una representación social donde los beneficios clínicos se ven contrarrestados por las preocupaciones ambientales, promoviendo de esta manera una visión reflexiva que permite que el uso de este medio de contraste se considere de manera responsable.

El grupo 2, denota la representación social sobre el Iopamidol a través de la seguridad del paciente y la minimización del impacto ambiental, destacando aspectos clave como la osmolaridad, toxicidad y la prevención de residuos; además realizan una adecuada apropiación de los principios de química verde, que les permite no solo describir el insumo químico, sino que también las implicaciones ecológicas y sociales que se presentan al momento de su uso.

El grupo 3, enfatiza en los efectos adversos para la salud y los riesgos ambientales, asociando los medios de contraste que contienen Gadolinio con agentes netamente tóxicos que ocasionan enfermedades cutáneas y contaminación de aguas. La representación social que

indican se orienta hacia la alerta y la necesidad de alternativas más seguras y biodegradables que permitan una gestión adecuada de riesgos en las prácticas radiológicas.

El grupo 4, desde su representación social, manifiesta una crítica hacia los medios de contraste baritados calificándolos como poco verdes por la presencia de metales pesados. También, confrontan su utilidad diagnóstica con el impacto ambiental generado articulando en su representación el beneficio médico y la responsabilidad ambiental. También plantearon la sustitución de este medio de contraste por técnicas menos contaminantes como la endoscopia y destacaron la importancia de evaluar los procedimientos médicos no solo por su eficacia diagnóstica, sino que también por su impacto ambiental.

Por último, el grupo 5, que trabajó con Gastrografina, centró su análisis en los riesgos clínicos y aunque su valoración ambiental fue intermedia, la representación social se priorizó en la seguridad del paciente y la experiencia de su uso.

Con base en los resultados del ejercicio anterior, se observa que los PCFI comprenden el uso de los medios de contraste en radiología, demostrando la comprensión necesaria de propiedades químicas específicas, además de contemplar el impacto ambiental producido y relacionarlo con principios de química verde. Como consecuencia de esta apropiación conceptual es importante destacar la evolución de las representaciones sociales con respecto al ejercicio inicial, donde predominaban las opiniones poco desarrolladas sobre utilidad diagnóstica y riesgos básicos para la salud y el medio ambiente.

De la misma manera, es importante mencionar que en el grupo de los PCFI se mantiene una representación social incomprensible sobre los medios de contrastes y es la categorización entre buenos y malos, si bien los efectos adversos y el impacto ambiental se encuentran presentes en estos insumos químicos, no es correcto categorizar de esta manera a los medios de contraste, debido a que cada uno cumple con una finalidad específica en las exploraciones radiológicas.

6.2.5 Actividad 6. Práctica de laboratorio sobre medios de contraste

Finalizando la fase 4, se realizó una sesión a manera de práctica de laboratorio con el propósito de identificar algunas propiedades de los medios de contraste para así comprender su importancia y uso radiológico (véase anexo 13). Se propuso diligenciar una ficha con preguntas orientadoras sobre la práctica, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11. Observaciones generales en las fichas diligenciadas sobre el trabajo práctico de laboratorio. Elaboración propia.

GRUPO DE TRABAJO	OBSERVACIONES
Grupo 1: PCFI 2, 11	Descripciones cualitativas de cada experimento. Aspecto para destacar: El grupo 2 en su ficha presenta ilustraciones características de los fenómenos observados en el TPL.
Grupo 2: PCFI 1, 8, 17, 19	
Grupo 3: PCFI 3	Algunas descripciones cualitativas de los experimentos, además de presentar discusiones relacionadas con las preguntas orientadoras que orientan la comprensión del uso del medio de contraste en radiología.

	Aspecto para destacar: Incluye una reflexión que contempla la importancia del TPL para reforzar los fundamentos teóricos trabajados sobre el medio de contraste.
Grupo 4: PCFI 6, 11	Descripciones cualitativas de cada experimento y discusiones más elaboradas relacionadas con las preguntas orientadoras que orientan la comprensión del uso del medio de contraste en radiología. Aspecto para destacar: El grupo 4 articula algunas interpretaciones necesarias sobre química, que ayudan a la comprensión de los fenómenos observados en el TPL. De modo general, los grupos, establecen de manera significativa la importancia de las propiedades trabajadas en los medios de contraste, y la influencia de estas en la práctica radiológica.
Grupo 5: PCFI 14, 18	
Grupo 6: PCFI 4	

Los grupos 1 y 2, demuestran de manera detallada las observaciones de cada experimento, así como también la metodología necesaria para lograrlas evidenciar, sin embargo, no presentan en su ficha un análisis e interpretación de los fenómenos que les permita comprender a cabalidad las propiedades físicas y químicas de los medios de contraste.

El grupo 3 reúne algunas descripciones cualitativas de los experimentos, además de contar con una interpretación de cada fenómeno que le permite comprender la presencia de Yodo en el medio de contraste, las implicaciones que tiene la absorción o dispersión de la luz en la imagen diagnóstica, y el equilibrio que tiene el pH del medio de contraste. A través de la reflexión final que plantea, se evidencia que el trabajo práctico de laboratorio funciona como refuerzo conceptual de los aspectos importantes (uso clínico y propiedades) sobre los medios de contraste.

El grupo 4 además de presentar todas las descripciones pertinentes, demuestra un análisis apropiado respecto a los procedimientos realizados, también denota un nivel de interpretación alto que le permite vislumbrar las propiedades del medio de contraste, destacando su naturaleza yódica, la calidad y nitidez detrás de las imágenes diagnósticas, la estabilidad y seguridad en las aplicaciones clínicas. De la misma manera, se observan relaciones ligadas al funcionamiento del medio de contraste en el organismo y en las diferentes técnicas de imagen, permitiendo así reforzar la importancia de las propiedades químicas y el manejo de los medios de contraste.

El grupo 5 registra en su análisis las descripciones cualitativas de los experimentos además de relaciones acertadas que permiten establecer la importancia de las propiedades físicas y químicas de los medios de contraste, destacando la presencia de yodo, la absorción y dispersión de luz como factores fundamentales en la toma de imágenes diagnósticas. En la reflexión final enfatiza en la comprensión de las propiedades de los medios de contraste a través del experimento 2, ya que relaciona las observaciones con fenómenos correspondientes a la difracción de la luz.

Por último, el grupo 6 presenta las descripciones de los experimentos y un análisis breve de los fenómenos observados, de modo que, logra la identificación del yodo, la relación de la

absorción de luz con la calidad de la imagen diagnóstica, y la afinidad biológica con el pH neutro observado en el medio de contraste.

Como resultado del ejercicio anterior, es oportuno recalcar que el 66.6% de los PCFI, relacionan de manera adecuada los procedimientos experimentales propuestos con algunas propiedades de los medios de contraste (presencia de yodo, absorción y dispersión selectiva de la radiación, y naturaleza neutra de la sustancia), que les permiten comprender su uso e importancia en radiología. Por otra parte, el 33.4% de los PCFI, no logran establecer relaciones significativas que les permitan comprender el protocolo de laboratorio con el uso de los medios de contraste en radiología.

De manera general, el protocolo de laboratorio funciona como mecanismo de objetivación dado que permite transformar el concepto abstracto que los PCFI tienen sobre los medios de contraste, en formas concretas de comprensión sobre los mismo. De la misma manera, otro mecanismo evidente en las representaciones sociales de los PCFI es el anclaje, mediante el cual utilizan los marcos de referencia dados en las sesiones para construir un conocimiento que les permite identificar la importancia de estos insumos químicos en un contexto ya conocido, como lo son las exploraciones radiológicas especiales (Hokkanen, 2020).

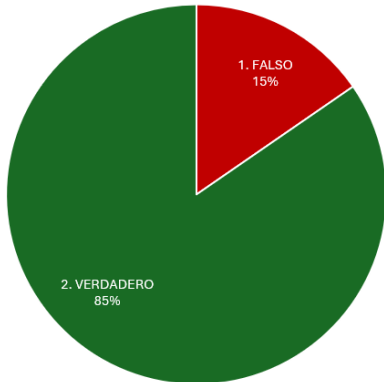
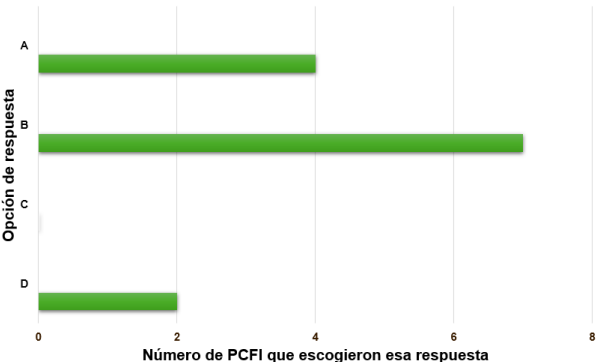
6.3 Caracterización de cierre de las representaciones sociales de PCFI sobre radiología.

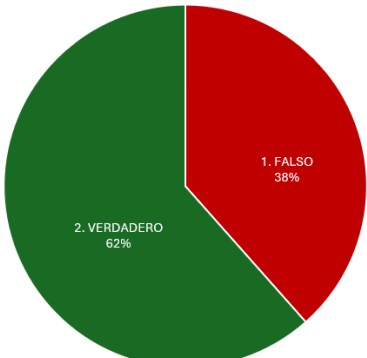
6.3.1 Cuestionario de caracterización de cierre de representaciones sociales

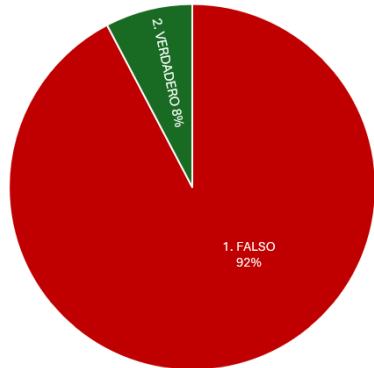
Finalmente, en la fase 5, se implementó un cuestionario dividido en dos secciones con preguntas abiertas y cerradas, con la finalidad de recoger las representaciones sociales finales sobre radiología de los PCFI (véase anexo 15), mediante Google Forms, obteniendo los siguientes resultados en la primera sección:

Tabla 12. Sistematización respuestas del cuestionario final sección 1

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA	SELECCIÓN DE RESPUESTA DE LOS PCFI										
La radiología es una:	A. Especialidad médica B. Técnica imagenológica C. Examen médico D. Labor exclusivamente diagnostica	RESPUESTAS DE LOS PCFI PREGUNTA 1 <table><thead><tr><th>Opción de respuesta</th><th>Número de PCFI que escogieron esa respuesta</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>6</td></tr><tr><td>B</td><td>6</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td></tr><tr><td>D</td><td>1</td></tr></tbody></table>	Opción de respuesta	Número de PCFI que escogieron esa respuesta	A	6	B	6	C	0	D	1
Opción de respuesta	Número de PCFI que escogieron esa respuesta											
A	6											
B	6											
C	0											
D	1											

El principio activo de toda la radiología es la radiación ionizante.	• Verdadero • Falso	RESPUESTAS DE LOS PCFI PREGUNTA 2  <table><thead><tr><th>Opción</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. FALSO</td><td>15%</td></tr><tr><td>2. VERDADERO</td><td>85%</td></tr></tbody></table>	Opción	Porcentaje	1. FALSO	15%	2. VERDADERO	85%				
Opción	Porcentaje											
1. FALSO	15%											
2. VERDADERO	85%											
¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre radiación ionizante es FALSA?	A. Puede causar daño en el ADN B. Es completamente segura en cualquier dosis C. Se utiliza en tomografía computarizada D. Puede producir radicales libres en los tejidos	RESPUESTAS DE LOS PCFI PREGUNTA 3  <table><thead><tr><th>Opción de respuesta</th><th>Número de PCFI que escogieron esa respuesta</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>4</td></tr><tr><td>B</td><td>7</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td></tr><tr><td>D</td><td>2</td></tr></tbody></table>	Opción de respuesta	Número de PCFI que escogieron esa respuesta	A	4	B	7	C	0	D	2
Opción de respuesta	Número de PCFI que escogieron esa respuesta											
A	4											
B	7											
C	0											
D	2											
La radiación ionizante recibida en las exploraciones radiológicas convencionales es causante de enfermedades. ¿Verdadero o falso? Justifique su respuesta.	• Verdadero • Falso	“Verdadero, puede generar afectaciones a los organismos de las personas, aunque es más visible si esta práctica se realiza seguidamente en una persona” (PCFI 2). “Falso, no he escuchado sobre alguna enfermedad causada por una radiología convencional” (PCFI 6). “Verdadero, puede causar a largo plazo cáncer” (PCFI 7). “Falso, en la actualidad se utilizan reducción para evitar el impacto ambiental en las radiaciones ionizantes” (PCFI 8). “Falso, ya que precisamente la radiación ionizante se utiliza como tratamiento” (PCFI 9). “Normalmente no, porque si se siguen los parámetros establecidos de cuidado no debería hacer ningún efecto secundario que, a lo ideal en los exámenes médicos, por otro lado, si no se cuidan y se toman las medidas necesarias es peligroso que los rayos afecten los tejidos o las macromoléculas” (PCFI 10). “Verdadero ya que hay personas que son sensibles y para mujeres embarazadas es muy peligroso” (PCFI 12). “Falso, por qué a dosis bien justificadas, no va a causar enfermedades, a parte que las dosis sean prolongadas” (PCFI 13). “Verdadero, los rayos que atraviesan el cuerpo para las imágenes son demasiado pequeños si hablamos de frecuencia esto puede causar por ejemplo efectos										

		secundarios en los fetos de las embarazadas" (PCFI 14). "Verdadero, puede causar enfermedades debido al uso que se le dé a estos procesos" (PCFI 15) "Verdadero, por qué no se tienen los protocolos de seguridad adecuados" (PCFI 16). "Verdadero, pues es malo en dosis altas" (PCFI 17). "Verdadero, ya que genera cambios en el cuerpo. Segundo, si es constante las exploraciones generará efectos secundarios en las células, en el ADN, la tercera sería para mí otra es saber que exploración radiológica se está haciendo con que intensidad es la radiación o las sustancias para emplear la técnica radiología" (PCFI 19). RESPUESTAS DE LOS PCFI PREGUNTA 4  <table><caption>Survey Results for Question 4</caption><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr><tr><td>1. FALSO</td><td>38%</td></tr><tr><td>2. VERDADERO</td><td>62%</td></tr></table>	Respuesta	Porcentaje	1. FALSO	38%	2. VERDADERO	62%
Respuesta	Porcentaje							
1. FALSO	38%							
2. VERDADERO	62%							
La ecografía es una técnica exclusivamente para mujeres embarazadas. ¿Verdadero o falso? Justifique su respuesta.	• Verdadero • Falso	"Falso, ya que la ecografía se puede realizar en más partes del cuerpo" (PCFI 2). "Falso, se pueden hacer ecografías para revisar algún problema abdominal" (PCFI 6). "Falso, pues las ecografías también se pueden hacer en otras partes del cuerpo y pueden aplicar para hombres" (PCFI 7). "Verdadero ya que en las ecografías se usan estas prácticas" (PCFI 8). "Falso, ya que la ecografía también funciona para observar órganos, y no solo para tener un control en mujeres embarazadas" (PCFI 9). "Falso, si mal no recuerdo este mito se desmintió en clase y nos dimos cuenta de que no solo servía para esto" (PCFI 10). "Falso ya que las ecografías también se utilizan para descubrir hernias, masas malignas y quistes" (PCFI 12) "Falso, la ecografía no es solo para ver el estado del bebé, hay para ver la vejiga, el estómago" (PCFI 13). "Falso, también se pueden hacer ecografías para otro tipo de tratamientos, por ejemplo, en hombres con problemas en el sistema digestivo" (PCFI 14). "Falso, no es sólo para mujeres se puede usar para cualquier género y en cualquier ocasión debido a la zona en que se quiera trabajar" (PCFI 15). "Falso, se puede implementar con cualquier persona para evaluar el estado de algunos órganos internos" (PCFI 16). "Falso, se puede usar en cualquier parte que se desee realizar la observación" (PCFI 17).						

		“Es falso, por qué cuando hay una hernia hacemos una ecografía, entonces lo utilizamos no solo para las mujeres embarazadas si no para analizar otro tipo de síntomas en diferentes partes del cuerpo más que todo del sistema o el aparato digestivo” (PCFI 19). RESPUESTAS DE LOS PCFI PREGUNTA 5 <table><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>1. FALSO</td><td>92%</td></tr><tr><td>2. VERDADERO</td><td>8%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	1. FALSO	92%	2. VERDADERO	8%
Respuesta	Porcentaje							
1. FALSO	92%							
2. VERDADERO	8%							
¿Cuál es la misión principal de la radiología verde?	Pregunta abierta	“Es hacer radiografías, tomografías y ecografías sin afectar a la persona ni al ambiente” (PCFI 2) “Minimizar consumos e impactos que generan la radiología común” (PCFI 6) “Llevar a cabo procedimientos que no sean tan contaminantes tanto para el planeta como para los seres humanos” (PCFI 7). “Preservar la salud del medio ambiente y la salud humana para garantizar un futuro sostenible para generaciones futuras” (PCFI 8). “Reducir la energía utilizada en al realizar las pruebas, además de evitar la magnificación de residuos generados” (PCFI 9). “Hacer procesos que minimicen la formación de productos malos para el ambiente y las personas, además de maximizar un procedimiento adecuado, por otro lado, se podrían diseñar tinciones más sustentables y fáciles químicamente de crear, aunque es una tarea compleja por la necesidad de el elemento y su estabilidad química” (PCFI 10). “Crear conciencia en el consumo desahogado de luz y de recursos aprendiendo mejores técnicas de energías más limpias y renovables y no generar gastos innecesarios” (PCFI 12) “La misión principal es reducir esos residuos que a veces deja la radiología, además se centra en que cada radiografía sea bien justificada, reducir el uso de la energía que usa estos aparatos” (PCFI 13). “Desarrollar radiología sostenible” (PCFI 14). “Preservar la salud del medio ambiente y garantizar un futuro sostenible” (PCFI 15). “Reducir los impactos ambientales en la práctica de esta técnica” (PCFI 16). “Mantener un equilibrio con el planeta tierra” (PCFI 17). “Hacer todo tipo de acción para contrarrestar el impacto que hacen en los estudios con las sustancias químicas, por ejemplo, o desenchufar los equipos, lo que se puedan ya que algunos dispositivos no se pueden apagar” (PCFI 19).						

Seleccione las prácticas que favorecen la radiología verde:	✓ Reciclaje de materiales plásticos usados en el servicio. ✓ Uso racional de energía eléctrica en equipos de imagen. ✗ Eliminación inadecuada de residuos de contraste. ✓ Capacitación del personal en sustentabilidad.	RESPUESTAS DE LOS PCFI PREGUNTA 7 A B C D 0 2 4 6 8 10 12 14 Número de PCFI que escogieron esa respuesta
Mencione 3 principios de química verde aplicables en radiología con su respectivo ejemplo.	Pregunta abierta	“Cumple los principios 12 y 4 debido a que los medios de contraste son químicos seguros y no impactan al medio ambiente” (PCFI 2) “3) Síntesis química menos peligrosas: usar métodos que sean menos invasivos o que no generen un peligro de contaminación. 6) Eficiencia energética: desconectar equipos cuando no se requiera su uso. 7) Uso de materias primas renovables- usar materiales que se puedan reutilizar” (PCFI 6). “PRINCIPIO 4 por qué es el diseño de químicos seguros tanto para las personas como el medio ambiente. PRINCIPIO 12 por qué son químicos seguros para prevenir accidentes” (PCFI 7). “Eficiencia energética, eliminación de residuos y desechos y reducción de impacto ambiental de las radiaciones ionizantes” (PCFI 8). “No sé” (PCFI 9). “Uno puede ser el principio de ahorro energético. Este es aplicable porque si las máquinas se desconectan en la noche o al no ser usadas puede que ahorre energía. Principio de minimizar residuos. Considero que este si bien minimizar es un poco complejo se puede tener un manejo más adecuado tirando los materiales en el contenedor correspondiente y dando buen uso a los residuos Síntesis químicas sin tanta peligrosidad. Se puede hacer una síntesis que genere menos derivados y esto mejorará la seguridad” (PCFI 10). “1. Prevención: prevenir la generación de residuos 6. Diseño de la eficiencia energética: mejorar el consumo con energía más verde como la solar 7. Uso de materiales primas renovables” (PCFI 12). “Prevención de residuos: ya que, con la justificación médica, se busca prevenir el uso excesivo de la radiología y así no dejar tanto residuo. Eficiencia energética: como lo mencione anteriormente se busca reducir el uso de energía

		para los aparatos, por ejemplo, cuando no se usó por un tiempo se apague” (PCFI 13). “1 mejor prevenir residuos que eliminarlos y tratarlos, usar imágenes digitales 2 diseño eficiencia energética desconectar las máquinas cuando no se usan 8 reducir derivados, no uso de imágenes reveladas” (PCFI 14) “Eficiencia energética eliminación de residuos y desechos reducción de impacto ambiental de las radiaciones ionizantes” (PCFI 15). “1. Prevenir 7. Uso de materias primas renovables” (PCFI 16). “Eficiencia energética, eliminación de residuos y desechos, reducción de impacto” (PCFI 17). “1. Reducción de impacto. 2.Diseño para el manejo de una sustancia química. 3.Sustancias químicas renovables” (PCFI 19).										
¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los medios de contraste es FALSA ?	A. Son sustancias que mejoran la visualización de estructuras internas en estudios de imagen B. Se administran únicamente por vía oral. C. Pueden ser yodados, de bario o gadolinio, según el tipo de estudio. D. Permiten distinguir entre tejidos normales y anormales en radiología.	RESPUESTAS DE LOS PCFI PREGUNTA 9 <table><tr><th>Opción de respuesta</th><th>Número de PCFI que escogieron esa respuesta</th></tr><tr><td>A</td><td>2</td></tr><tr><td>B</td><td>9</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td></tr><tr><td>D</td><td>2</td></tr></table>	Opción de respuesta	Número de PCFI que escogieron esa respuesta	A	2	B	9	C	0	D	2
Opción de respuesta	Número de PCFI que escogieron esa respuesta											
A	2											
B	9											
C	0											
D	2											
¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los medios de contraste yodados es CORRECTA ?	A. Se utilizan principalmente en radiografías, tomografía y resonancia magnética. B. Su principal componente es el yodo, que permite la absorción de rayos X y la visualización de estructuras vasculares y órganos. C. Solo pueden administrarse por vía oral.	RESPUESTAS DE LOS PCFI PREGUNTA 10 <table><tr><th>Opción de respuesta</th><th>Número de PCFI que escogieron esa respuesta</th></tr><tr><td>A</td><td>3</td></tr><tr><td>B</td><td>8</td></tr><tr><td>C</td><td>0</td></tr><tr><td>D</td><td>2</td></tr></table>	Opción de respuesta	Número de PCFI que escogieron esa respuesta	A	3	B	8	C	0	D	2
Opción de respuesta	Número de PCFI que escogieron esa respuesta											
A	3											
B	8											
C	0											
D	2											

	D. No presentan riesgos de reacciones adversas en ningún paciente.	
--	--	--

Como resultado de la sección 1 del ejercicio anterior, es importante destacar que algunos de los PCFI, comprenden de manera acorde los fundamentos teóricos de educación en ciencias, usos e impactos ambientales sobre radiología.

Referente a las representaciones sociales sobre radiación ionizante, en las respuestas de los PCFI sigue predominando la idea de que es peligrosa inclusive a dosis bajas. Según Moscovici (1981), las representaciones sociales permiten a las personas interpretar fenómenos complejos mediante esquemas compartidos nutridos de experiencias, información cultural y emocional. En el caso de las radiaciones ionizantes, el imaginario colectivo está dominado por el conocimiento científico popularizado que relaciona este tipo de radiación con efectos adversos biológicos, riesgo de cáncer y efectos nocivos para la salud, dando como resultado que se establezca en la mayoría de los PCFI un conjunto de ideas guiadas por el conocimiento popular y no por la comprensión detallada de los aspectos técnicos de uno de los principios activos de la radiología, lo que sugiere profundizar de manera concisa en este referente conceptual, teniendo en cuenta los aspectos positivos y controlados existentes, con la finalidad de que los PCFI puedan anclar la información recibida y les permita alejar la abstracción del miedo de su representación social.

Por otra parte, otra de las representaciones sociales que sobresale en las respuestas de los PCFI es la de la ecografía, donde la mayoría de los estudiantes afirman que es una técnica no exclusiva para mujeres embarazadas, justificando que también se emplea para evaluar otras partes del cuerpo, tanto en hombres como mujeres, además de ser útil para diagnosticar diversas patologías. Por lo anterior, es importante reconocer que el núcleo central de la representación social inicial en los PCFI cambió y no se encuentra estrictamente asociado al embarazo, demostrando un proceso de reconstrucción social del conocimiento donde se denotan los elementos periféricos que amplían y diversifican el significado social atribuido a la ecografía (Abric 1194).

De la misma manera, es pertinente decir que todos los PCFI comprenden las relaciones interdisciplinarias existentes entre radiología, química verde y sustentabilidad, permitiendo así, desarrollar habilidades críticas que les permitan desarrollar conciencia ambiental sobre esta especialidad médica.

La sección 2 del cuestionario contó con preguntas abiertas, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 13. Sistematización respuestas del cuestionario final sección 2

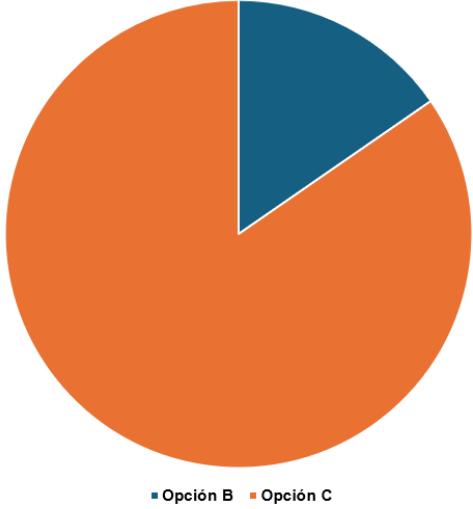
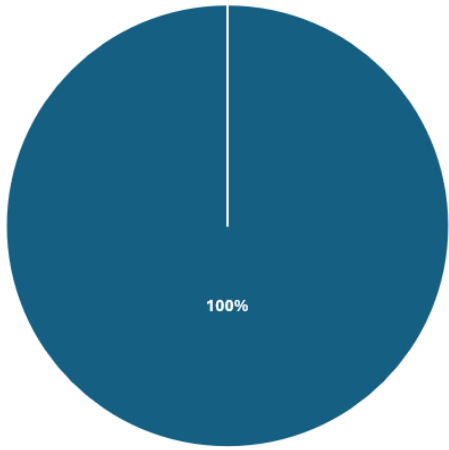
PREGUNTA	RESPUESTA
Desde su experiencia, ¿cómo ha evolucionado su percepción sobre la radiología como especialidad médica luego de las actividades y clases recibidas? ¿Qué aspectos nuevos considera fundamentales ahora, y por qué?	“Al principio no sabía nada sobre radiología, me pareció un tema importante e interesante, no sabía que eran medios de contraste y que había distintos métodos para distintas áreas del cuerpo” (PCFI 2).
	“El avance en la radiología ha sido buena, ya que sobre el tema era muy poco lo que conocía, tenía en cuenta algunas técnicas como, pero no el principio que hacía

	posible que está forma médica fuera posible. Ahora, considero fundamental conocer los medios de contraste usados en el cuerpo para reconocer ventajas o desventajas de estos" (PCFI 6). "Teniendo en cuenta que muchas veces caemos en la ignorancia y omitimos muchas cosas, me lleva a pensar más sobre aquella "acciones comunes" cómo lo son exámenes radiográficos, los cuales afectan significativamente el cómo ahora que se más cosas, verlo desde un punto de vista más subjetivo, a nivel personal fue enriquecedor. Ya que la química no es mi área me llevo más retroalimentación" (PCFI 7). "Me parece fundamental la clase de radiología para entender los impactos ambientales y para la salud humana el uso de la radiología, aprendí y comprendí las prácticas de la radiología sostenible" (PCFI 8). "Bueno, un aspecto que cambio mi forma de pensar con respecto a la radiología fue que no todos los métodos implican el uso de radiación ionizante, sino que también hay otro tipo que no lo usa como la ecografía. También otro aspecto que cambio mi manera de pensar fue el uso que se me da a cada especialidad, por ejemplo, yo tenía en cuenta, que las ecografías solo se utilizaban para las mujeres embarazadas y con el taller de Julián me di cuenta de que también se utiliza para observar órganos. También los métodos de tinción en radiología para el observar órganos o por ejemplo observar el sistema circulatorio" (PCFI 9). "Sinceramente no sabía por qué por ejemplo se marcaban algunas partes más que otras y se me hizo muy interesante el cómo esto absorbía los iones dependiendo el material además de esto desmentimos mitos de la radiología que por ejemplo un método no se usa para caso específico sino para varios y ver la función que cumple por ejemplo otros materiales como el plomo para detener la radiación de los iones bombardeados" (PCFI 10). "Que cada día puede mejorar utilizando materiales y energías más verdes" (PCFI 12). "Considero que mejoró mi percepción por qué si tenía un conocimiento previo, pero no sabía lo de los medios de contraste, qué significa los colores en las radiografías" (PCFI 13). "No había tenido en cuenta la evolución que tiene la radiología, aún pensaba que las imágenes eran reveladas y puestas en radiografías plásticas, tampoco pensé que se preocuparan por buscar un ambiente sostenible, me agrada esto por qué son procedimientos muy necesarios, pero también muy contaminantes, así que es bueno hacerle más verde estos procesos, considero que pueden desarrollarse más innovaciones y estudios que permitan seguir reduciendo el impacto" (PCFI 14). "Me ha parecido de gran importancia ya que no tenía en cuenta la importancia y sus consecuencias basándonos siempre en la reducción del impacto ambiental con la aplicación de sus principios y sus ejes estratégicos" (PCFI 15).
--	---

	“Desconocía por completo la radiología ahora entiendo su importancia en la medicina para prevenir problemas mayores a largo plazo en tema de enfermedades y el cómo funciona la química de esta” (PCFI 16).
	“No había tenido conocimiento en este aspecto, me pareció chévere aprender sobre sus afectaciones, sus usos y lo que se evidencia en esta especialidad médica” (PCFI 17).
	“Mucho, ya que no conocía mucho sobre la radiología, saber qué aspectos y características tiene la radiología, es para hacer toma de muestra de imagen y que no solo sirve para las mujeres embarazadas y que se utilizan ciertas sustancias para determinado momento de investigación y análisis, los impactos biológicos y ambientales que tiene y como debemos manejar los resultados y residuos que las investigaciones generan respecto a la radiología” (PCFI 19).
¿En qué medida considera que su aprendizaje modificó estereotipos previos sobre la radiología para usted, su entorno académico o la sociedad en general? De ejemplos de estereotipos superados o reafirmados.	“Que las ecografías solo eran para embarazadas” (PCFI 2).
	“No tenía acercamiento sobre la radiología, por lo tanto, no reconocía estereotipos sobre este método” (PCFI 6).
	“Muy alta, ya que en un principio pensaba que las radiografías solo eran para huesos rotos y no pensaba que tuviese mucho más” (PCFI 7).
	“Comprendí temas que no eran de mi importancia la verdad y ahora sé cómo se debe actuar por si en mi familia o en mi salud debo hacer un examen radiológico, verificar si la entidad médica lo está haciendo de manera sostenible o no para tomar medidas que puedan ayudar a cambiar estas prácticas” (PCFI 8).
	“Un estereotipo que cambio fue el pensar que la radiología es un método muy peligroso, para el tratamiento de enfermedades o diagnósticos” (PCFI 9).
	“Considero que es más académico ya que me permitió relacionar conceptos y no quedarme en lo teórico del permitiendo relacionarlo con otra área como es la medicina y como aplican estos conceptos en sustancias que absorben radiación” (PCFI 10).
	“El miedo y pensar que genera cáncer” (PCFI 12).
	“Considero que para la sociedad cambia por qué muchas veces se consideró como dañina, cuando no es así. También que se piensa que la ecografía es solo para embarazadas cuando no lo es” (PCFI 13).
	“Si, por ejemplo, pensar que la radiología no tenía alguna preocupación por hacer más sostenible el ambiente” (PCFI 14).
	“En cuanto a los estereotipos me gustaría acotar el de las ecografías ya que plenamente siempre pensé que eran exclusivamente para hombres también en cuanto al impacto ambiental que genera un enfoque como lo es la radiología y sus ejes fundamentales” (PCFI 15)
	“Por ejemplo, que someterse a una técnica de estas acortan la vida, afectan a nivel celular los procesos y producen cáncer” (PCFI 16).
	“La consideraba muy mala para la salud, pero ahora veo que no hay una sola manera de tomar muestras sino sin varias” (PCFI 17).

	“En mi entorno educativo mejoró, ya que me dieron a conocer este tema y también a cómo manejar este aspecto a nivel social y como puedo interactuar y ayudar en hacer parte de una radiología verde cuando se requiera” (PCFI 19).
Explique con sus propias palabras la importancia de la radiología verde y cómo este enfoque puede transformar las prácticas clínicas tradicionales. De ejemplos concretos de acciones sustentables en radiología.	“Este es importante ya que no afectaría a los organismos de las personas y tampoco afectaría al medio ambiente, no tendría el uso de tanta energía” (PCFI 2).
	“La importancia de radiología verde son poder generar menos impactos y cambiar aspectos convencionales por algunos que sean más prácticos a la hora de realizar una radiografía” (PCFI 6).
	“El ahorro de energía es muy esencial ya que es un recurso muy explotado, y el uso de elementos biodegradables es un abrazo al planeta” (PCFI 7)
	“Como decía en la anterior respuesta es que me parece importante entender estos temas que a veces no tenemos mucha importancia en estos, es importante verificar con la entidad de salud como EPS si lo está haciendo de manera sostenible y que medidas seguras tienen para evitar impactos” (PCFI 8).
	“No sé” (PCFI 9).
	“Tal vez se puede generar un impacto primero más seguro para el paciente segundo mayor calidad de imagen al avanzar los métodos de tinción y por último la minimización de residuos de la síntesis de medios de contraste” (PCFI 10).
	“La energía solar es un implemento importante en la salud” (PCFI 12).
	“Considero que es importante por qué puede que se realicen radiografías, ecografías, de manera seguida y sin justificación médica sin pensar si puede afectar el medio ambiente, también los medios de contraste pensar que cada cuerpo va a reaccionar diferente a ese medio, y como reducir esos residuos” (PCFI 13).
	“La radiología verde es importante por qué los químicos y energía usadas antes de ponerle el enfoque verde eran menos sustentables, más tóxicos y no median su consumo, esto afecta el ambiente por la toxicidad de los productos usados en este tipo de imágenes” (PCFI 14).
	“Me parece de gran importancia ese cambio tan radical hacia nuevas técnicas de ver las prácticas clínicas y más aún de gran importancia como se generan esos cambios que con el tiempo van dando paso a nuevas prácticas más ecológicas y enfocadas en el medio ambiente y su preservación” (PCFI 15).
	“La disminución de energía eléctrica en procesos clínicos tradicionales” (PCFI 16).
	“Si se cumple con los criterios se podría minimizar el impacto ambiental que puede causar la radiología. Por ejemplo, la eficiencia energética que se convierta en algo más sustentable” (PCFI 17).
	“Es importante por qué ayuda a minimizar los impactos, desde la parte económica, sustentable, reducible en el impacto ambiental y quiere ayudar en la parte biológica y la salud, que no afecte o no tenga efectos secundarios, que no afecte al individuo” (PCFI 19).

Seleccione tres palabras que asocie ahora con la radiología y explique por qué las eligió, comparando con sus asociaciones iniciales. ¿Qué cambió y qué se mantuvo?	“Medio de contraste, organismos, química” (PCFI 2).
	“Yodo, medio de contraste y metales pesados. Escogí estas palabras, porque son las que relaciono más con la radiología desde un punto de vista nuevo, en el que reconozco el uso e importancia de los medios de contraste. Con el nuevo saber de radiología cambio la manera de pensar sobre la técnica, en la que inicialmente creí que solo manejaba con rayos x” (PCFI 6).
	“Ionizantes (frecuencia) Yodo (componentes) Capacitación (retroalimentación)” (PCFI 7).
	“Eliminación de residuos es importante hacer una buena separación de residuos y desechos lo cual en este momento las personas no son conscientes de cómo se debe hacer y para que nos sirve eliminar esos residuos innecesarios para nuestro buen vivir” (PCFI 8).
	“Radiación, niveles de contraste, ondas. Las elegí por qué siento que estas tres palabras definen de manera muy adecuada. Ya que son el principio general al momento de definir las prácticas radiológicas” (PCFI 9).
	“Al final: medio de contraste, método radiológico, integral. Al inicio: huesos, medicina. Al inicio no se me ocurrió nada más era de manera más superficial, al final ya lo relacioné” (PCFI 10).
	“Renovable, limpio, verde” (PCFI 12).
	“Medios de contraste, que no sabía que existían y ahora sé que sí y que ayuda a visualizar mejor. Ecografía, tomografía: yo consideraba que no se relacionaban. Ondas Magnéticas: no sabía cómo se realizaba las radiografías” (PCFI 13).
	“Sostenibilidad, yodo, eficiencia. No pensé que estuvieran relacionadas” (PCFI 14).
	“Cambio, progreso y efectividad. Para mis estas tres palabras las quise asociar debido a todo ese cambio generacional que se está dando, teniendo en cuenta unos pilares fundamentales y un progreso que se ve de manera continua” (PCFI 15).
	“Ecografía, radiografía, tomografía” (PCFI 16).
	“Cambio, transformación, desarrollo” (PCFI 17)
	“Investigación: Investigación con yodo, gadolinio, etc., que a su vez analizamos el uso de estos con el semáforo ecológico o 12 principios de la química. Sustentabilidad: Saber que la radiología tiene un impacto, pero se puede seguir minimizando el impacto, generando cambios sociales en conocimiento del impacto de la radiología y que se puede hacer para ayudar a minimizar este impacto que hace los estudios con la radiología” (PCFI 19).

¿Cuál de las siguientes afirmaciones representa mejor su pensamiento actual sobre la integración de radiología y química verde? A. La radiología y la química verde sólo se relacionan al desechar residuos peligrosos. B. La química verde orienta la selección de equipos y materiales menos dañinos para quienes usan la radiología. C. La integración de química verde permite combinar eficiencia diagnóstica y atención ambiental en cada procedimiento radiológico. D. La química verde y la radiología no tienen relación directa, salvo por temas regulatorios.	RESPUESTAS PCFI PREGUNTA 5 - SECCIÓN 2  ■ Opción B ■ Opción C
¿Cuál es el mayor beneficio de aplicar química verde en la radiología clínica? A. Disminuir costos operativos. B. Mejorar la imagen institucional. C. Reducir riesgos para la salud y el ambiente. D. Facilitar la obtención de certificaciones internacionales.	RESPUESTAS PCFI PREGUNTA 6 - SECCIÓN 2  ■ Opción C 100%
¿En qué medida considera usted aplicar metodologías propias de la química verde (es decir modelos de evaluación verde), en actividades humanas como la radiología?	“En actividades del taller mecánico de la universidad, debido a que no se tienen en cuenta para nada estos principios” (PCFI 2). “Puede ser en la enseñanza de la radiología y los métodos se química verde” (PCFI 6). “Muy importante, no solo en radiología sino en otras actividades como por ejemplo el compostaje para las plantas con residuos de cáscaras” (PCFI 7). “En la cotidianidad deberíamos realizar talleres en centros médicos a pacientes que requieren estas prácticas para que sean conscientes de lo que pasa en los exámenes radiológicos y generar una conciencia de respeto” (PCFI 8). “Considero que son muy importantes ya que se está evaluando metodológicamente que tan limpio es el proceso al realizar cada práctica radiológica” (PCFI 9). “Además de radiología, debería implementarse en la creación de un vidrio, algo tan básico, pero tan complejo a la vez también se puede evaluar de manera

	verde y ver su proceso químico y la evaluarlo" (PCFI 10)	
	"Lo implementaría más en mi vida y mis estudios a la química" (PCFI 12).	
	"Siento que se puede aplicar bien ya que, esta es una rama que se puede aplicar en todas las actividades ya que trata de hacer esas actividades unas poco más verdes" (PCFI 13).	
	"Es importante tener un método de medición en actividades que puedan ser perjudiciales para el ambiente, así que lo considero muy pertinente y debería ser de carácter obligatorio para más actividades humanas, como las curtiembres y esos procesos que usan metales pesados" (PCFI 14).	
	"Sería de gran impacto poder implantar este tipo de modelos no sólo en radiología si no en los distintos escenarios ya que con estos principios podemos generar alternativas más viables para un progreso continuo en cuanto al desarrollo del medio ambiente y su equilibrio" (PCFI 15).	
	"Además de radiología, deberían aplicarse básicamente en todos los procesos industriales a nivel alimentario" (PCFI 16).	
	"Si es importante evaluar constantemente la radiología con la química verde para evitar daños repercusiones en el ambiente" (PCFI 17).	
	"Compuestos químicos, daños al medio ambiente, optimizar las máquinas que eviten menos energía de fósiles y más energía verde, segundo hacer que las sustancias no tengan tanto impacto a nivel de salud y ambiental" (PCFI 19)	
Desde su experiencia, en escala de 1 a 10, ¿qué tan importante considera la articulación conceptual de una especialidad médica como lo es la radiología en la enseñanza de las ciencias? Justifique su respuesta.	PUNTUACIÓN	JUSTIFICACIÓN
	9	"Es importante porque son procedimientos que todas las personas en algún momento las tendremos que hacer y es necesario saber de ellas y el por qué" (PCFI 2)
	9	"Considero que es un método muy importante, porque por medio de este se hace más fácil poder realizar un estudio médico" (PCFI 6).
	10	"Es importante saber que compone a lo que uno se somete, y como esto afecta la vida no solo de nosotros si no también del planeta" (PCFI 7).
	9	-
	10	"Considero que un 10, todo lo que se pueda aprender" (PCFI 10).
	8	-
	10	Considero que un 10, todo lo que se pueda aprender.

	10	“Si es importante para concientizar a los estudiantes y relacionar la química con una actividad que es cotidiana” (PCFI 13).
	10	“Creo que las ciencias se deben enseñar desde las cosas cotidianas y del diario vivir para que sean más interesantes para quienes las estudian y para que puedan ayudar a su contexto” (PCFI 14).
	10	“Me parecieron de gran agrado las sesiones ya que se pudo entender y dar a conocer la importancia de la química verde no sólo en la radiología si no en distintos enfoques” (PCFI 15).
	10	“Debemos tener la capacidad de abordar la mayor cantidad de conocimientos posibles para generar más seguridad a la hora de transmitir lo entiendo cómo ciencia” (PCFI 16).
	10	-
	8	“Es importante reconocer los estudios que hace la radiología y que también tiene unas características y estás características generan cambios en los individuos en el medio ambiente y la salud. Entonces debemos abordar el tema para reconocer también la parte que entra aquí de la química verde y como los doce principios de la química se unen a los estudios de la radiografía y más como se busca ser eficiente en la radiografía” (PCFI 19)

Como resultado de las respuestas de la sección 2 del ejercicio anterior es importante recalcar que los PCFI muestran un proceso de cambio significativo en las representaciones sociales sobre radiología, evidenciando un salto desde un conocimiento inicialmente limitado o estereotipado hacia una comprensión más amplia, crítica e integral. Se observa que han internalizado nuevos conocimientos e informaciones que corrigen creencias, amplían saberes

(por ejemplo, el uso de técnicas imagenológicas no ionizantes, la función diversa de los medios de contraste y la química involucrada en este proceso) y le dan valor a la radiología no solo como especialidad sino también como práctica médica con dimensiones sociales y ambientales.

De la misma manera, las respuestas reflejan interés sobre la importancia de reducir el impacto ambiental de la radiología, incluyendo la gestión adecuada de residuos, búsqueda de materiales más verdes, y prácticas radiológicas sustentables, demostrando así una apropiación de los conceptos y principios sobre química y radiología verde. De modo que la resignificación de estas representaciones sociales se evidencia en la caracterización de las relaciones interdisciplinarias existentes que los PCFI no encontraban inicialmente.

También, las respuestas demarcan una aprobación notoria en la articulación conceptual de esta especialidad médica en la enseñanza de las ciencias, demostrando la importancia de comprender actividades cotidianas bajo enfoques científicos y sustentables que destaquen el papel de la educación para fomentar competencias científicas y compromiso con la sustentabilidad.

En general, las representaciones sociales sobre radiología de los PCFI muestran una evolución interdisciplinar comprometida con sustentabilidad y química verde, aportando elementos esenciales para la formación docente en ciencias, reforzando valores sociales y ambientales junto con saberes técnicos y de carácter clínico, que se pueden implementar o enfocar en contextos cotidianos para la comprensión de las ciencias en general.

7. CONCLUSIONES

La caracterización de las representaciones sociales sobre radiología en los PCFI que cursaban el espacio electivo *“Química verde y energías alternativas”* se dio a través de la identificación previa y posterior de conceptos tales como radiación ionizante, técnica de imagen, densidad radiológica, medio de contraste, diagnóstico clínico e insumo químico-tecnológico, que a su vez fueron relacionados con enfoques de química sustentable y radiología verde, que permitieron establecer un proceso de resignificación importante de las representaciones sociales iniciales, evidenciando en los PCFI no solo la apropiación teórica de los fundamentos sobre radiología y su uso en procesos de diagnóstico clínico, sino que también la comprensión de los riesgos, beneficios, e impactos ambientales y sociales de esta especialidad médica en la vida cotidiana, además de transformar de manera crítica y reflexiva los estereotipos personales y sociales de la misma.

A nivel del desarrollo de la estrategia de alfabetización científica, se realizó la construcción de una secuencia didáctica teniendo en cuenta una serie de actividades enfocadas en profundizar los referentes conceptuales sobre radiología brindados, donde los PCFI desde los grupos focales tuvieron la posibilidad de desarrollar una unidad de radiología enfocada en la química y radiología verde, encontrando en su mayoría propuestas que garantizan las prácticas radiológicas sustentables. También, se efectuó una propuesta de evaluación radiológica verde, orientada en las propuestas elaboradas por parte de los PCFI sobre unidades de radiología, encontrando unidades catalogadas con un buen y total acercamiento verde respectivamente, resaltando de esta manera la importancia de la implementación de metodologías propias de la química verde en escenarios distintos de un TPL. De la misma manera, se realizó un ejercicio de caracterización sobre la importancia de los medios de contraste, a través del diligenciamiento de una serie de fichas temáticas en una clase magistral y un trabajo práctico de laboratorio, que permitió la identificación de propiedades (físicas y químicas), y usos de los medios de contraste en radiología.

Con lo anterior, los PCFI identificaron relaciones interdisciplinarias enfocadas en radiología y química verdes, todo esto con el fin de que reconocieran la importancia de articular los enfoques propios de la química verde con una actividad humana conocida pero poco explorada en el ámbito de la educación en ciencias como lo es la especialidad médica de radiología, estableciendo un vínculo necesario para la comprensión cotidiana de los fenómenos científicos implícitos en esta.

Finalmente, frente a la evaluación de la incidencia de la estrategia de alfabetización científica, se logró evidenciar que los PCFI consideran que las dinámicas de trabajo son adecuadas, ya que permiten establecer la articulación de la radiología con la enseñanza de las ciencias, a través de los distintos enfoques relacionados (química sustentable y radiología verde), demostrando así la importancia de implementar esta estrategia con profesores de ciencias a través de la elaboración, construcción y resignificación de las representaciones sociales sobre radiología. En tal sentido, es importante destacar que este trabajo aportó a la vinculación de una especialidad médica, dentro de un espacio académico de la Licenciatura en Química, a través del amplio conocimiento en ciencias que comprende y acercándola a perspectivas sociales, ambientales y sustentables que plantean un conocimiento cotidiano sobre la práctica radiológica.

7.1. Recomendaciones

A modo de recomendación se sugiere fortalecer los referentes necesarios para contextualizar la radiación ionizante, además de implementar actividades (por ejemplo, demostraciones de dosis reales y controladas que se dan en las exploraciones radiológicas) que permitan concretar y objetivar el concepto, con la finalidad de alejar la abstracción del miedo con información tangible y real, favoreciendo en los PCFI un conocimiento técnico y social integrado.

De la misma manera y de ser posible se recomienda integrar la información brindada con el relato de profesionales de la salud involucrados en radiología (tecnólogos y radiólogos), a través de conversatorios sobre radiología o inclusive a partir de la visita a alguna unidad radiológica, con el propósito de establecer contextos reales sobre la práctica radiológica que permitan moldear las representaciones sociales iniciales.

Por último, otra recomendación puede estar asociada a la explicación previa del cuestionario final, a pesar de que las preguntas son intuitivas y sugieren un nivel de respuesta detallado, no está demás hacer énfasis en la importancia de la lectura detallada por parte de los PCFI en cada ítem con la finalidad de recoger respuestas mucho más integrales y no tan sucintas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abric, J.C. (Ed.). (1994). *Prácticas sociales y representaciones*. Ciudad de México: Ediciones Coyoacán.
- Anastas, P.T. & Warner J.C. (1998). *Green Chem., Theory and Practice*. New York: Oxford University Press, 1998, p. 30.
- Agudelo, S. (2023). Estrategias que desbloquean la alfabetización científica en el aula. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 2288-2296.
- Banchs, M. A. (1986). Concepto de representaciones sociales: análisis comparativo. *Revista costarricense de psicología*, 8(9), 27-40.
- Belford, R. E. & Bastin, L. D. (2013). ConfChem Conference on Educating the Next Generation: Green and Sustainable Chemistry - An Online Conference. *Journal of Chemical Education*, 90, 508-509.
- Borrás, C. (2006). El papel de la radiología diagnóstica y terapéutica en el campo de la salud pública. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 20, 81-83.
- Chen, M. Y., Pope, T. L., & Ott, D. J. (2012). *Radiología Básica (Lange)-2*. Madrid: AMGH Editora.
- De Goes, L. F., Leal, S. H., Cono, P., & Fernandez, C. (2013). Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. *Educación química*, 24, 113-123.
- Garmendia Mujika, M., & Guisasola Aranzabal, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live! *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 294-310.
- González-García, P. J., Pérez-Méndez, C., & Figueroa-Duarte, S. (2016). La enseñanza de la química desde la perspectiva de la química verde. *Revista científica*, 24(1), 24-40.
- Hamui, A. & Varela, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación en educación médica*, 2(5), 55-60.
- Herring, W. (2024). *Radiología básica: aspectos fundamentales*. Barcelona: Elsevier Health Sciences.
- Hokkanen, S. (2020). Social representations theory: An approach to studying translators' socio-cognitive processes. *Linguistica Antverpiensia, New Series—Themes in Translation Studies*, 19, 94-110.
- Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. *Psicología Social II*, Barcelona, Paidós, 469-494.
- Lojo-Lendoiro, S., Rovira, À., & Morales-Santos, Á. (2023). Green radiology: cómo desarrollar una radiología sostenible. *Radiología*, 66(3), 248-259.
- Marques, C., & Machado, A. A. S. C. (2018). Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 19-43.

- Mascarell, L., & Vilches, A. (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(2), 25-42.
- Medina Araujo, S. & Reyes Torres, P. (2002). Radiaciones ionizantes y efectos sobre la materia. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, (12), 31-39.
- Membiela, P. (2002). Las temáticas transversales en la alfabetización científica. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (32), 17-23.
- Morales, M., Martínez, J., Reyes, L., Martín, O., Arroyo, G., Obaya, A. & Miranda, R. (2011). ¿Qué tan verde es un experimento? *Educación Química*, 22(3), 240-248.
- Moscovici, S. (1981). *Representaciones sociales*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Pájaro Castro, N. P. & Olivero Verbel, J. T. (2011). Química verde: un nuevo reto. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 21(2), 169-182.
- Piña Osorio, J., & Cuevas Cajiga, Y. (2004). La teoría de las representaciones sociales: Su uso en la investigación educativa en México. *Perfiles educativos*, 26(105-106), 102-124.
- Pérez Mesa, M. R., Porras Contreras, Y. A., & Guzmán, H. L. (2013). Representaciones sociales de la educación ambiental y del campus universitario. Una mirada de los docentes en formación de la Universidad Pedagógica Nacional. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (34), 47-69.
- Pérez-Rodríguez, F., & Baquero-Mendieta, G. (2025). Alfabetización científica en la educación científica y la didáctica de las ciencias: tendencias y brechas en la producción intelectual de los últimos 40 años. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 22(2) 2101.
- Reyes-Sánchez, L. B. (2012). Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. *Educación química*, 23(2), 222-229.
- Rozo, N. (2020). Química verde y representaciones sociales sobre síntesis sustentable en profesores en formación inicial [Tesis de pregrado, licenciatura en química], Repositorio Universidad Pedagógica Nacional.
- Sartori, P., Rizzo, F., Taborda, N., Anaya, V., Caraballo, A., Saleme, C., Carrizo, R., Cayo, M. & Peña, A. (2013). Medios de contraste en imágenes. *Revista argentina de radiología*, 77(1), 49-62.
- Vargas Rodríguez, Y. M., Obaya Valdivia, A., Lima Vargas, S., Hernández Escamilla, A., Miranda Ruvalcaba, R., & Vargas Rodríguez, G. I. (2016). El diagrama de flujo como semáforo de seguridad ecológica de los experimentos de laboratorio. *Educación química*, 27(1), 30-36.
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.
- Vilanova, J. C. (2024). La enseñanza de la radiología en los programas docentes integrados. *Radiología*, 66(2), 189-195.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Formación Académica	FORMATO		
	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN		
Código: FOR026INV	Fecha de Aprobación: 28-08-2019	Versión: 02	Página 1 de 2

Vicerrectoría de Gestión Universitaria
Subdirección de Gestión de Proyectos – Centro de Investigaciones CIUP
Comité de Ética en la Investigación

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Ley Estatutaria 1581 de 2012 “Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales” y la Resolución 1642 del 18 de diciembre de 2018 “Por la cual se derogan las Resoluciones N°0546 de 2015 y N° 1804 de 2016, y se reglamenta el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, se ha definido el siguiente formato de consentimiento informado para proyectos de investigación realizados por miembros de la comunidad académica considerando el principio de autonomía de las comunidades y de las personas que participan en los estudios adelantados por miembros de la comunidad académica.

Lo invitamos a que lea detenidamente el Consentimiento informado, y si está de acuerdo con su contenido exprese su aprobación firmando el siguiente documento:

PARTE UNO: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del proyecto de investigación	REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE RADIOLOGÍA: HACIA UNA ESTRATEGIA DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA PARA PROFESORES DE CIENCIAS EN FORMACIÓN INICIAL		
Resumen de la investigación	El presente proyecto de investigación tiene como finalidad caracterizar e identificar las representaciones sociales sobre radiología a través de una serie de actividades como formularios, ejercicios de lápiz y papel y una práctica de laboratorio. Todo lo anterior, enfocado en química verde y educación en ciencias.		
Descriptores claves del proyecto de investigación	Radiología, química verde, representación social		
Descripción de los posibles beneficios de participar en el estudio	Favorecer el aprendizaje de conceptos científicos sobre una rama de la medicina a través del enfoque de química verde y sustentabilidad.		
Mencione la forma en que se socializarán los resultados de la investigación	Sustentación pública ante jurados y entrega del documento final para divulgación en biblioteca central.		
Explicite la forma en que mantendrá la reserva de la información	Protección general de datos personales y reserva de información sensible		
Datos generales del investigador principal	Nombre(s) y Apellido(s): Julián David Ortegón León N° de Identificación: 1000381614 Teléfono: 3013894767 Correo electrónico: jdortegonl@upn.edu.co Dirección: Calle 56ª sur #27-75		

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA	FORMATO		
	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN		
Código: FOR026INV	Fecha de Aprobación: 28-08-2019	Versión: 02	Página 2 de 2

PARTE DOS: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo : _____

Identificado con Cédula de Ciudadanía _____, en representación de _____ con número de identificación _____.

Declaro que:

1. He sido invitado a participar en la investigación y de manera voluntaria he decidido hacer parte de este estudio.
2. He sido informado sobre los temas en que se desarrollará el estudio, han sido resueltas todas mis inquietudes y entiendo que puedo dejar de participar en cualquier momento si así lo deseo.
3. Sobre esta investigación me asisten los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.
4. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos.
5. La información obtenida de mi participación será parte del estudio y mi anonimato se garantizará. Sin embargo, si así lo deseo, autorizaré de manera escrita que la información personal o institucional se mencione en el estudio.
6. Autorizo a los investigadores para que divulguen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto y que no comprometan lo enunciado en el punto 4D.

En constancia, manifiesto que he leído y entendido el presente documento.

Firma,

Nombre: _____
 Identificación: _____
 Fecha: _____
 Correo electrónico: _____

La Universidad Pedagógica Nacional agradece sus aportes y su decidida participación

Anexo 2. Formulario inicial: Un mundo llamado radiología

UN MUNDO LLAMADO RADIOLOGÍA

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Nombres y apellidos *

2. ¿A qué licenciatura perteneces? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Licenciatura en biología
☐ Licenciatura en química
☐ Licenciatura en matemáticas
☐ Licenciatura en física
☐ Licenciatura en diseño tecnológico
☐ Licenciatura en electrónica
☐ Licenciatura en tecnología
☐ Licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental

Apreciad@s docentes en formación, el presente formulario pretende recoger las representaciones sociales iniciales que tiene usted sobre la radiología. Siéntase libre en contestar lo que crea, este ejercicio no tiene respuestas correctas o incorrectas. De antemano muchas gracias por participar en esta primera actividad.

3. ¿Qué viene a su mente al ver las imágenes de la presentación? *

4. ¿Con cuál de los siguientes enunciados se siente más identificado al momento de hablar sobre radiología? Seleccione mínimo 1 y máximo 3. *

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ La radiología ayuda a diagnosticar enfermedades con precisión.
☐ Las radiografías pueden ser peligrosas por la radiación.
☐ La radiología es un avance tecnológico.
☐ La exposición a la radiación genera infertilidad o mutaciones.
☐ Las radiografías y tomografías son dolorosas.
☐ La ecografía es una técnica para las mujeres en estado de gestación.
☐ La exposición a la radiación puede derivar en enfermedades como el cancer.
☐ No tengo clara una representación social sobre radiología.
☐ Otro: _____

5. Si pudiera representar la radiología con una imagen, ¿cuál de las siguientes opciones escogería? *

Marca solo un óvalo.



☐ Opción 1



☐ Opción 2



☐ Opción 3



☐ Opción 4

6. En escala de 1 a 10, ¿qué tan importante considera la articulación conceptual de una especialidad médica como lo es la radiología en la enseñanza de las ciencias? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



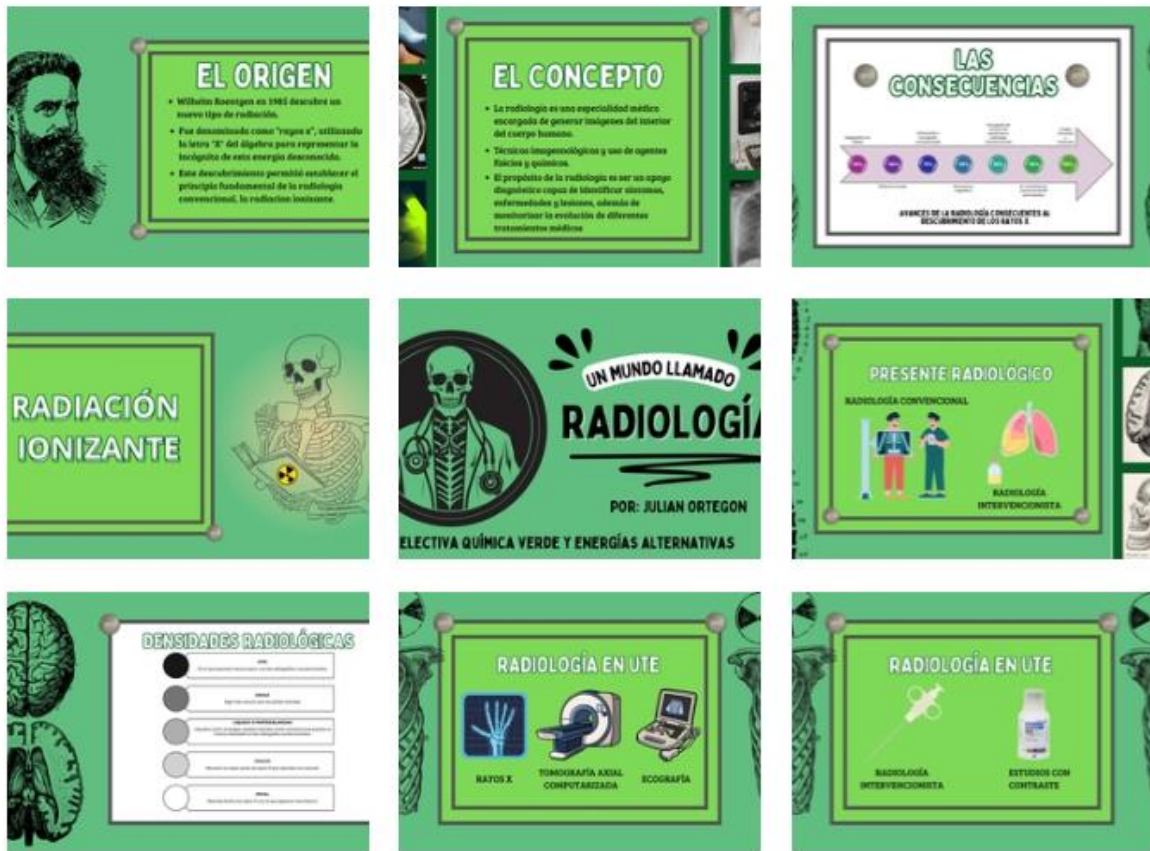
7. Justifique su respuesta a la pregunta anterior *

8. ¿Qué posibles relaciones existen entre radiología y química verde / sustentable? *

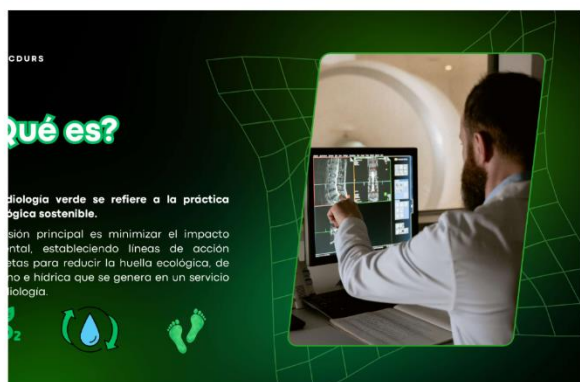
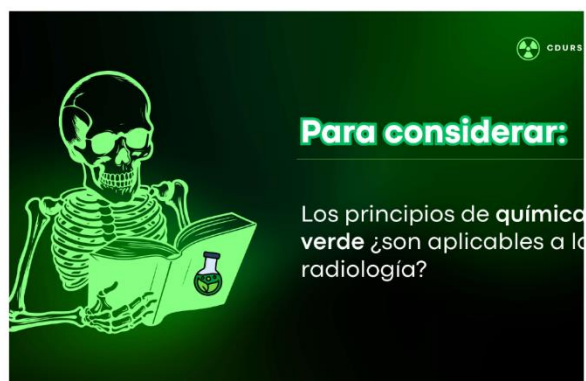
Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Anexo 3. Collage presentación un mundo llamado radiología



Anexo 4. Collage presentación radiología verde



CDURS

Aplicabilidad de la química verde en radiología

PRINCIPIO	¿SE APLICA?	APORTACIONES
1. Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos	✓	Se han implementado acciones para reducir el consumo de energía y agua en los equipos de radiología.
2. Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos	✗	Se han implementado acciones para reducir el consumo de energía y agua en los equipos de radiología.
3. Reducir el impacto de las radiaciones ionizantes	✗	Se han implementado acciones para reducir el consumo de energía y agua en los equipos de radiología.
4. Promover prácticas de radiología ecológicas	✓	Se han implementado acciones para reducir el consumo de energía y agua en los equipos de radiología.



CDURS

Aplicabilidad de la química verde en radiología

PRINCIPIO	¿SE APLICA?	APORTACIONES
1. Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos	✗	Se han implementado acciones para reducir el consumo de energía y agua en los equipos de radiología.
2. Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos	✗	Se han implementado acciones para reducir el consumo de energía y agua en los equipos de radiología.
3. Reducir el impacto de las radiaciones ionizantes	✗	Se han implementado acciones para reducir el consumo de energía y agua en los equipos de radiología.
4. Promover prácticas de radiología ecológicas	✓	Se han implementado acciones para reducir el consumo de energía y agua en los equipos de radiología.

Química verde y energías alternativas

Un mundo llamado radiología

IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Mi propia unidad de radiología
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Reconocer el papel que desempeña la química verde en la radiología
DURACIÓN	1 hora
Orientaciones para el desarrollo	
1. Por grupos de trabajo, diseñar y planificar un servicio de radiología con los siguientes criterios: • Logo y nombre • Servicios para ofrecer, es decir que modalidades y técnicas de radiología desean implementar en su unidad. Como mínimo ofrecer el servicio de radiología convencional con al menos dos técnicas imagenológicas • Seleccionar jornadas para la prestación del servicio • Proponer un número aproximado de exploraciones radiológicas realizadas por día • La unidad debe contar con un protocolo de radiología verde orientado en al menos dos principios • La unidad debe contar con la aplicación de al menos dos principios de química verde 2. Diligenciar la ficha propuesta para abordar los criterios de la unidad a diseñar. 3. Preparar una explicación de 5 minutos para el grupo	
Parámetros para la entrega	• Ficha diligenciada • Socialización de 5 minutos

LOGO Y NOMBRE	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD	
	TURNOS DE LA UNIDAD ☐ MAÑANA (M) ☐ TARDE (T) ☐ NOCHE (N)	NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLÓGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD
PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD		
PRINCIPIOS DE QUÍMICA VERDE UTILIZADOS EN LA UNIDAD		

Directores de la unidad:

Anexo 6. Fichas diligenciadas actividad 1: mi propia unidad de radiología



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Escuela de Radiología

LOGO Y NOMBRE 	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD • Radiología dental digital = radiografías panorámicas • Mamografía digital - Es un diagnóstico temprano al cáncer de mama • Ecografía y doppler: Obstétrica, abdominal pélvica, músculo-esquelético, vascular - Con gran variedad de estudios
PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD • Ahorro energético: equipos de bajo consumo, apagado automático en inactividad u uso de energías limpias si es posible • Educación Ambiental: Capacitación en prácticas sostenibles al personal • Reducción al papel = Uso de Historiales clínicos digitales • Espacios Ecológicos: Iluminación LED, ventilación natural, sistemas de agua aromáticas o implementos como geles antibacterianos o alcohol. • Gestión de residuos = Manejo adecuado de desechos electrónicos y reciclaje de materiales	TURNOS DE LA UNIDAD ☐ MAÑANA (M) ☐ TARDE (T) ☒ NOCHE (N) NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLÓGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD Más de 150 exploraciones por día

Directores de la unidad:



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Escuela de Radiología

LOGO Y NOMBRE 	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD - Endoscopia, Colonoscopia, Fuegos x - ecografías (NO uso radiación ionizante) - Resonancia magnética
PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD • Ahorro energético: equipos de bajo consumo, apagado automático en inactividad u uso de energías limpias si es posible • Educación Ambiental: Capacitación en prácticas sostenibles al personal • Reducción al papel = Uso de Historiales clínicos digitales • Espacios Ecológicos: Iluminación LED, ventilación natural, sistemas de agua aromáticas o implementos como geles antibacterianos o alcohol. • Gestión de residuos = Manejo adecuado de desechos electrónicos y reciclaje de materiales	TURNOS DE LA UNIDAD ☒ MAÑANA (M) ☐ TARDE (T) ☒ NOCHE (N) NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLÓGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD 30 Radiografías, 10 ecografías, 20 procedimientos

Directores de la unidad:



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Escuela de Radiología

LOGO Y NOMBRE 	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD • Resonancia magnética • Ecografía
PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD • Ahorro energético: equipos de bajo consumo, apagado automático en inactividad u uso de energías limpias si es posible • Educación Ambiental: Capacitación en prácticas sostenibles al personal • Reducción al papel = Uso de Historiales clínicos digitales • Espacios Ecológicos: Iluminación LED, ventilación natural, sistemas de agua aromáticas o implementos como geles antibacterianos o alcohol. • Gestión de residuos = Manejo adecuado de desechos electrónicos y reciclaje de materiales	TURNOS DE LA UNIDAD ☐ MAÑANA (M) ☐ TARDE (T) ☐ NOCHE (N) NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLÓGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD 25

Directores de la unidad:



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Escuela de Radiología

LOGO Y NOMBRE 	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD ✓ Resonancia magnética (m-r) ✓ Ecografía ultrasonido (m-r) ✓ Rete radiológica (noche) (cantidad de energía en plataformas donde se busque un pionero amigable)
PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD • Ahorro energético: equipos de bajo consumo, apagado automático en inactividad u uso de energías limpias si es posible • Educación Ambiental: Capacitación en prácticas sostenibles al personal • Reducción al papel = Uso de Historiales clínicos digitales • Espacios Ecológicos: Iluminación LED, ventilación natural, sistemas de agua aromáticas o implementos como geles antibacterianos o alcohol. • Gestión de residuos = Manejo adecuado de desechos electrónicos y reciclaje de materiales	TURNOS DE LA UNIDAD ☒ MAÑANA (M) ☒ TARDE (T) ☒ NOCHE (N) NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLÓGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD 45, 45, 60/70

Directores de la unidad



LOGO Y NOMBRE  T.Y.C. Servicios Radiológicos	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD ✓ Tomografía ✓ Ecografía
PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD 2) Equipos de revelado = películas, frascos de revelado, metales pesados ✓ Maquinas dañadas ✓ Gestores autorizados ✓ Reducción en la fuente 1) Tecnología moderna que minimice el consumo de energía Ofrecer que los resultados se envíen de forma digital para minimizar el impacto de residuos Medios impresos que no necesitan películas, películas ni fijadores	TURNOS DE LA UNIDAD ☒ MAÑANA (M) ☐ TARDE (T) ☒ NOCHE (N) NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLOGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD 30
PRINCIPIOS DE QUÍMICA VERDE UTILIZADOS EN LA UNIDAD 1) Eliminación de residuos y desechos → prevención 4) Eficiencia Energética	

Directores de la unidad:



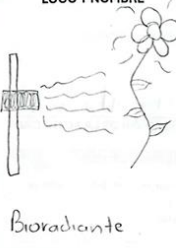
LOGO Y NOMBRE  EXPERTOS EN RADIOLOGÍA	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD → Ecografía → Rayos X
PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD 1- Se implementa un sistema de automatización que permita un mejor aprovechamiento de la energía solar. 2- Se tienen paneles solares que permiten eficiencia energética 3- Almacenamiento y Comunicación, por medio de un sistema (PACS) Pictures, Archivo, Comunicación, Sistemas. 4- Cuenta con todos los protocolos de bioseguridad.	TURNOS DE LA UNIDAD ☐ MAÑANA (M) ☐ TARDE (T) ☐ NOCHE (N) NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLOGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD
PRINCIPIOS DE QUÍMICA VERDE UTILIZADOS EN LA UNIDAD → Reducción del impacto ambiental (Menor emisión de CO₂ y otros contaminantes) → Eficiencia energética (Combustible fósiles)	

Directores de la unidad:

Química

Química



LOGO Y NOMBRE  Bioradiante	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD - Rayos X - Ecografía
PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD 1) Eficiencia energética: Bajo este principio nuestra empresa tendrá sensores de energía, implementaremos una plataforma digital para la visualización de las imágenes (critero ALARA), utilización de equipos modernos que disminuyan el consumo energético y la emisión de radiación. 2) Promoción de prácticas de radiología ecológicas: Se utilizarán vasos o posillos de vidrio, se harán jornadas de teletrabajo según las necesidades del paciente para reducir los costos y huella ecológica.	TURNOS DE LA UNIDAD ☒ MAÑANA (M) ☐ TARDE (T) ☐ NOCHE (N) NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLOGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD 10
PRINCIPIOS DE QUÍMICA VERDE UTILIZADOS EN LA UNIDAD Uso de protocolos sobre la manipulación de fuentes radiactivas (12) Prevención de accidentes Prevención (1) Prevenir la generación de residuos y minimizar el impacto ambiental de los productos usados	

Anexo 7. Propuesta y ejemplo de aplicación de evaluación verde orientada en radiología.
Elaboración propia.

Propuesta de evaluación verde

Es de amplio conocimiento, que algunos autores como Morales et., al (2011), Vargas et., al. (2016) han planteado modelos de evaluación verde orientados a los trabajos prácticos de laboratorio, con la finalidad de favorecer la búsqueda cotidiana de la sustentabilidad a través de la aplicación de los 12 principios de la química verde. Sin embargo, la aplicación de estas propuestas metodológicas no contempla un escenario diferente al de un laboratorio, a pesar de tener los criterios suficientes como para evaluar cualquier actividad humana, en donde se vea implícitamente la aplicación de la química verde. Por lo anterior, a continuación, se plantea una propuesta metodológica para evaluar de manera verde el funcionamiento de una unidad de radiología, teniendo en cuenta la aplicación de los principios de radiología y química verdes.

Metodología y forma de evaluación que se propone

Para llevar a cabo la evaluación verde se tienen en cuenta algunos ejes estratégicos por cada principio de radiología verde:

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando.
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED.
- Los sistemas CVAA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos.
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial.

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo.
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos.
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital.
- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados.

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica.
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes

Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

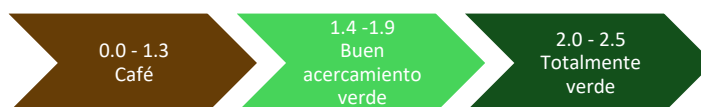
- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología.
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes.

El objetivo es evaluar cada principio de manera cuantitativa teniendo en cuenta el número de ejes estratégicos a considerar asignando puntuaciones correspondientes al 25%.

	Numero de ejes estratégicos a considerar	Puntuación por eje estratégico	Puntuación a obtener por principio
Principio 1	4	0 a 2.5	0-10
Principio 2	4	0 a 2.5	0-10
Principio 3	2	0 a 5.0	0-10
Principio 4	2	0 a 5.0	0-10

Entiéndase las puntuaciones de la siguiente manera:

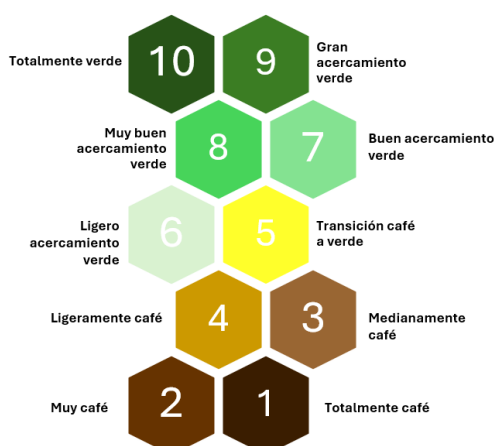
- *Puntuación por eje estratégico (para principios 1 y 2)*



- *Puntuación por eje estratégico (para principios 3 y 4)*



- *Puntuación a obtener por principio:*



Escala de análisis y evaluación verde (tomado de Morales et al. 2011). Adaptación y elaboración propia.

De modo que, la puntuación a obtener por principio es la suma de los puntos obtenidos en la valoración de cada eje estratégico según sea el principio. Con la finalidad de establecer un porcentaje representativo que determine qué tan verde es la unidad de radiología se sugiere la siguiente formula:

$$\%verde = \frac{\sum \text{puntuaciones a obtener por principio}}{4} * 10$$

Donde:

Σ = sumatoria de las puntuaciones por principio

4 = Número de principios de radiología verde

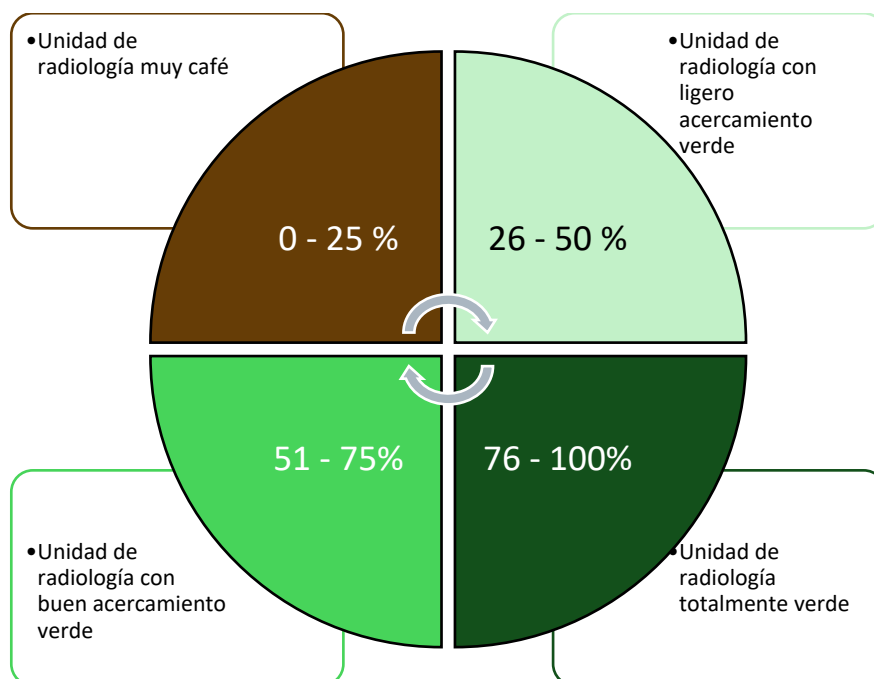
Bonificaciones extra

- Una vez determinado el porcentaje, si la unidad de radiología aplica principios de química verde obtendrá una bonificación positiva en el resultado anterior.

Número de principios de química verde aplicados en la unidad de radiología	Bonificación
0	0
1 a 3	+4%
3 a 5	+6.5%
5 a 7	+10%

- De la misma manera, si la unidad de radiología cuenta con el uso de energías renovables obtendrá una bonificación del 8%

Por consiguiente, el porcentaje obtenido puede entenderse de la siguiente manera:



Aplicación de la metodología de evaluación verde propuesta

A continuación, se presenta el modelo de trabajo de una unidad de radiología, con base en ello se realiza la evaluación verde:

LOGO Y NOMBRE	SERVICIOS OFRECIDOS POR LA UNIDAD	
Unidad de Terapia Endovascular sede Clínica Corpas 	• Radiología convencional (radiografía, tomografía y ecografía) • Radiología intervencionista	
	TURNOS DE LA UNIDAD ✓ MAÑANA (M) ✓ TARDE (T) ✓ NOCHE (N)	NÚMERO DE EXPLORACIONES RADIOLÓGICAS REALIZADAS POR DÍA EN LA UNIDAD Aprox. 80-100

PROTOCOLO DE RADIOLOGÍA VERDE A APLICAR EN LA UNIDAD

- ✓ Apagado de equipos radiológicos de la sala de ecografía.
- ✓ Diseño de iluminación LED
- ✓ Uso de desinfectantes para manos a base de alcohol y glicerina
- ✓ Control de sistemas CVAA (apagado de los mismos cuando los equipos se encuentran inactivos)
- ✓ Uso de protectores de plomo
- ✓ Sistema LUMIER para entrega de reportes
- ✓ Contenedores de reciclaje para residuos aprovechables, no aprovechables y materiales con riesgo biológico
- ✓ Uso primordial de medios de contraste yodados
- ✓ Aplicación de los principios de justificación y optimización al momento de realizar exploraciones radiológicas
- ✓ Constantes capacitaciones para el personal médico

PRINCIPIOS DE QUÍMICA VERDE UTILIZADOS EN LA UNIDAD

- ✓ **Prevención:** Optimización en el uso de medios de contraste
- ✓ **Diseño de productos químicos más seguros:** Uso de medios de contraste yodados (menos tóxicos)
- ✓ **Uso de disolventes más seguros:** Uso de etanol para la limpieza de los equipos
- ✓ **Eficiencia energética:** Estrategias para minimizar el consumo de energía
- ✓ **Análisis en tiempo real para la prevención de la contaminación:** Control de las radiaciones ionizantes mediante dosímetros
- ✓ **Prevención de accidentes:** Uso de criterios ALARA

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando. **(1.25)**
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED. **(2.5)**
- Los sistemas CVAA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos. **(2.5)**
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial. **(2.5)**

PUNTUACIÓN TOTAL: 8.75

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo. **(2.5)**
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos. **(0.0)**
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital. **(1.5)**

- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados. **(2.5)**

PUNTUACIÓN TOTAL: 6.5

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica. **(5.0)**
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes. **(2.5)**

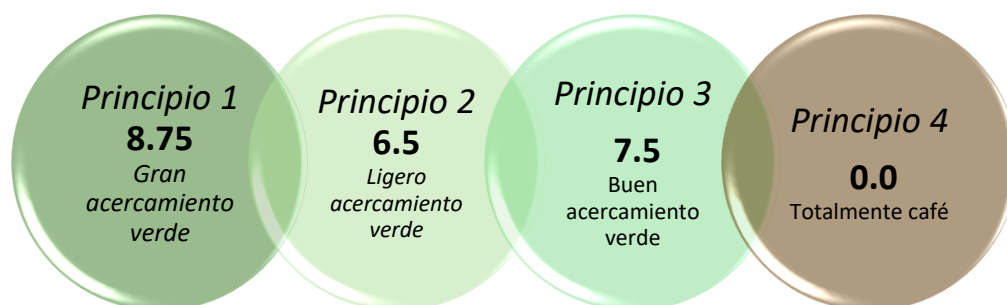
PUNTUACIÓN TOTAL: 7.5

Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología. **(0.0)**
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes. **(0.0)**

PUNTUACIÓN TOTAL: 0.0

De modo que el siguiente diagrama permite observar las puntuaciones obtenidas por principio de manera cuantitativa y cualitativa.



Porcentaje representativo verde:

$$\%verde = \frac{8.75 + 6.5 + 7.5 + 0.0}{4} = 56.87\%$$

Bonificaciones:

En la unidad de radiología se aplican 6 principios de química verde, por lo tanto, obtiene una bonificación del 10% en su porcentaje representativo verde.

Evaluación final:

Teniendo en cuenta los criterios, el porcentaje representativo verde de la UTE es 66.87%, lo que la convierte en una unidad de radiología con buen acercamiento verde.

Anexo 8. Evaluaciones radiológicas diligenciadas por grupos de trabajo

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
Evaluación Verde Radiológica

EVALUACIÓN VERDE RADIOLÓGICA

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando. (25)
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED. (25)
- Los sistemas CVAA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos. (25)
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial. (25)

PUNTUACIÓN TOTAL: 100

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo. (0)
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos. (0)
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital. (25)
- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados. (15)

PUNTUACIÓN TOTAL: 40

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica. (50)
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes. (25)

PUNTUACIÓN TOTAL: 75

Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología. (20)
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes. (30)

PUNTUACIÓN TOTAL: (50)

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
Evaluación Verde Radiológica

Diagrama representativo de las puntuaciones.

Porcentaje representativo verde:

$$\%verde = \frac{\sum puntuaciones a obtener por principio}{4} \cdot 10$$

$$\frac{10 + 4 + 75 + 50}{4} \cdot 10 = 66,25\%$$

Bonificaciones:

+ 8% Energías limpias
+ 1% = 74,25%

Evaluación final y consideraciones:

La unidad de radiología cuenta con 74,25% de radiología verde, pero se puede implementar protectores de plomo, vasos bioplásticos, contenedores etiquetados y capacitaciones en son de prácticas más ecológicas, con el fin de implementar mayor la radiología verde.

Nota 1. Imágenes para la vida humana

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
Evaluación Verde Radiológica

EVALUACIÓN VERDE RADIOLÓGICA

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando. (25)
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED. (25)
- Los sistemas CVAA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos. (25)
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial. (25)

PUNTUACIÓN TOTAL: 100

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo. (25)
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos. (25)
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital. (25)
- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados. (25)

PUNTUACIÓN TOTAL: 100

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica. (50)
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes. (50)

PUNTUACIÓN TOTAL: 100

Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología. (50)
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes. (50)

PUNTUACIÓN TOTAL: (100)

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
Evaluación Verde Radiológica

Diagrama representativo de las puntuaciones.

Porcentaje representativo verde:

$$\%verde = \frac{\sum puntuaciones a obtener por principio}{4} \cdot 10$$

$$\%v = \frac{345}{4} \cdot 10 \quad \%v = 93,7\% \approx 94\%$$

Bonificaciones:

+ Al tener 2 principios de química verde aplicados al centro de radiología otorgamos 4%.

Evaluación final y consideraciones:

Después del análisis al centro de radiología se considera que es totalmente Verde con un 98% verde.

Nota 2. Bio radiology

EVALUACIÓN VERDE RADIOLÓGICA

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando. (✓) 2,5
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED. (✓) 2,5
- Los sistemas CVAA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos. (✓) 2,5
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial. (X) 0

PUNTUACIÓN TOTAL: 7,5

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo. (O) 0
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos. (O) 0
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital. (2,5)
- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados. (O) 0

PUNTUACIÓN TOTAL: 2,5

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica. (5,0)
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes. (4,0)

PUNTUACIÓN TOTAL: 9,0

Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología. (2,5)
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes. (O) 0

PUNTUACIÓN TOTAL: 2,5

Nota 3. Mi primer signo civilización

EVALUACIÓN VERDE RADIOLÓGICA

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando. (5,1) 2,0
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED. (5,1) 2,0
- Los sistemas CVAA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos. (5,1) 2,0
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial. (5,1) 2,0

PUNTUACIÓN TOTAL: 8,0

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo. (5,1) 4,5
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos. (5,1) 4,5
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital. (5,1) 2,5
- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados. (5,1) 2,5

PUNTUACIÓN TOTAL: 8,1

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica. (5,1) 3,8
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes. (5,1) 4,0

PUNTUACIÓN TOTAL: 7,8

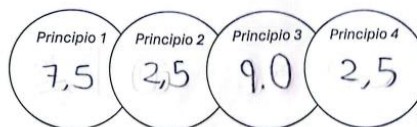
Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología. (5,1) 4,0
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes. (5,1) 4,1

PUNTUACIÓN TOTAL: 8,1

Nota 4. Sky Rad

Diagrama representativo de las puntuaciones.



Porcentaje representativo verde:

$$\% \text{verde} = \frac{\sum \text{puntuaciones a obtener por principio}}{4} \cdot 10$$

54 %

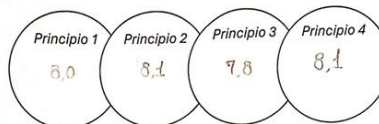
Bonificaciones:

4 %

Evaluación final y consideraciones:

Por el 58% se recomienda una categoría verde, y mediante bonificación con el ambiente, además de cumplir el principio 2 radiología verde

Diagrama representativo de las puntuaciones.



Porcentaje representativo verde:

$$\% \text{verde} = \frac{\sum \text{puntuaciones a obtener por principio}}{4} \cdot 10$$

$$\% \text{verde} = \frac{8,0 + 8,1 + 7,8 + 8,1}{4} \cdot 10 = 81,25\% \approx 81\%$$

$$\% \text{verde} = \frac{240}{24} \cdot 10 = 100\%$$

Bonificaciones:

★ Bonificación entre 5-7, el resultado de ambos 4 principios nos dio 60%. Agregamos que estamos entre 51 a 75 por ciento, tenemos 60% más los 10% de bonificación observamos un total de 70%, acercando nos a una buena radiología verde

Evaluación final y consideraciones:

Observamos con mis compañeros que nuestra empresa debe trabajar y hacer unos arreglos en cuestiones de seguridad ambiental y reducir aspectos que afectan y alteran nuestro entorno, la radiología en nuestra compañía debe cada vez mejorar, para ser un 100 % verde radiológico.

EVALUACIÓN VERDE RADIOLÓGICA

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando. (2.0)
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED. (0)
- Los sistemas CVAA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos. (2.5)
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial. (0)

PUNTUACIÓN TOTAL: 4.0

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo. (0)
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos. (0)
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital. (2.5)
- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados. (2.0)

PUNTUACIÓN TOTAL: 4.5

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica. (5.0)
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes. (2.5)

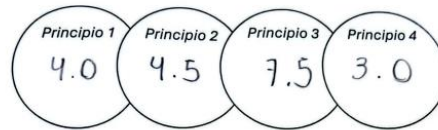
PUNTUACIÓN TOTAL: 7.5

Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología. (3.0)
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes. (0)

PUNTUACIÓN TOTAL: (3.0)

Diagrama representativo de las puntuaciones.



Porcentaje representativo verde:

$$\%verde = \frac{\sum puntuaciones a obtener por principio}{4} \cdot 10$$

47.5%

Bonificaciones:

+47. (2 PQV)

Evaluación final y consideraciones:

51,5%. Mejorar estrategias para el cumplimiento total de cada principio

Nota 5. T y C servicios radiológicos

EVALUACIÓN VERDE RADIOLÓGICA

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando. (2.5)
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED. (0)
- Los sistemas CVAA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos. (2.5)
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial. (2.5)

PUNTUACIÓN TOTAL: 7.5

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo. (0)
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos. (0)
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital. (2.5)
- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados. (2.5)

PUNTUACIÓN TOTAL: 5

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica. (5)
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes. (2.5)

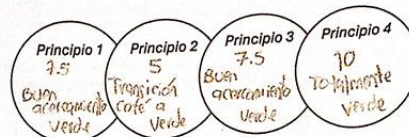
PUNTUACIÓN TOTAL: 7.5

Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología. (5)
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes. (5)

PUNTUACIÓN TOTAL: (10)

Diagrama representativo de las puntuaciones.



Porcentaje representativo verde:

$$\%verde = \frac{\sum puntuaciones a obtener por principio}{4} \cdot 10 = 72.5\%$$

Bonificaciones:

+4%

+8%

Evaluación final y consideraciones:

84.5%

Para que el puntaje sea mayor se debe implementar protectores de plomo y vasos bioplásticos, además de un diseño de iluminación led.

Nota 6. Expertos en radiología



EVALUACIÓN VERDE RADIOLÓGICA

Principio 1: Reducir el uso de energía y otros recursos como agua y productos químicos

- La unidad de radiología cuenta con el apagado de equipos radiológicos, ordenadores y estaciones de trabajo cuando no se está utilizando. (1)
- La unidad de radiología cuenta con un diseño de iluminación LED. (0)
- Los sistemas CVA se apagan cuando los equipos de radiología se encuentran inactivos. (1)
- La unidad de radiología cuenta con desinfectantes para manos o gel antibacterial. (0)

PUNTUACIÓN TOTAL: 1 4%

Principio 2: Reciclar y/o eliminar adecuadamente los desechos y residuos

- La unidad de radiología cuenta con protectores de plomo. (1)
- La unidad de radiología usa vasos bioplásticos. (2.5)
- En la unidad de radiología los informes y consentimientos informados se manejan de manera digital. (1)
- La unidad de radiología cuenta contenedores de reciclaje debidamente etiquetados. (1)

PUNTUACIÓN TOTAL: 2.5

Principio 3: Reducir el impacto ambiental de las radiaciones ionizantes

- La unidad de radiología realiza exploraciones radiológicas, siempre y cuando tengan su debida justificación médica. (0)
- La unidad de radiología minimiza el impacto de las radiaciones ionizantes. (4)

PUNTUACIÓN TOTAL: 4

Principio 4: Promocionar prácticas de radiología ecológicas

- En la unidad de radiología se promueve el uso de la tele radiología. (4)
- La unidad de radiología promueve prácticas de radiología ecológicas en sus trabajadores y pacientes. (5)

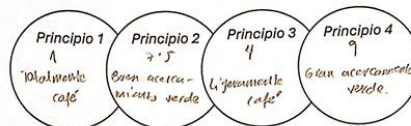
PUNTUACIÓN TOTAL: (9)



Nota 7. Bioradiante



Diagrama representativo de las puntuaciones.



Porcentaje representativo verde:

$$\%verde = \frac{\sum \text{puntuaciones a obtener por principio}}{4} \cdot 10$$

$$\text{principio 1} = 2.5$$

$$" 2 = 18.75$$

$$" 3 = 10$$

$$" 4 = 22.5$$

53.75% unidad de radiología con buen acercamiento verde.

Bonificaciones:

$$2 \text{ puntos} = 4\% \quad 53.75 + 4 = 57.75\%$$

Evaluación final y consideraciones:

Se debe implementar un mejoramiento en la reducción de energía eléctrica mediante el uso de luces led, involucrando implementos de desinfección como gel antibacterial y también apagar los dispositivos móviles no se están utilizando. tener la autorización médica para la realización de los procedimientos radiológicos.

Anexo 9. Actividad inicial sobre medios de contraste

Química verde y energías alternativas

Un mundo llamado radiología

IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Actividad inicial medios de contraste
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Identificar las representaciones sociales iniciales de los estudiantes sobre medios de contraste
DURACIÓN	15 minutos
Orientaciones para el desarrollo	
4. Por grupos de trabajo, discutir y analizar las siguientes preguntas: • ¿Qué ventajas y desventajas ves en el uso de medios de contraste en medicina? • ¿Crees que los medios de contraste pueden afectar al medio ambiente? ¿Por qué? • ¿Cómo imaginas un medio de contraste "verde"? ¿Qué características debería tener? • ¿Qué piensan tus familiares o amigos sobre los estudios médicos que usan medios de contraste? ¿Has escuchado algún mito o creencia? • ¿Qué acciones podrían tomar los hospitales para reducir el impacto ambiental de estos productos? 5. Construir un párrafo que condense las discusiones anteriores sobre los medios de contraste. 6. Socializar la respuesta con el grupo.	
Parámetros para la entrega	• Párrafo realizado • Socialización de 5 minutos

Anexo 10. Collage presentación medios de contraste

SEGÚN EL TIPO DE IMAGEN QUE GENERAN

Según el tipo de imagen que generan, los medios de contraste se clasifican de la siguiente manera:

POSITIVOS

Contraste positivo
Rayo de vía digestiva

NEGATIVOS

Contraste negativo
Radiografía de tórax

NEUTROS

Contraste neutro
Ecografía de vejiga

SEGÚN SU VÍA DE ADMINISTRACIÓN

• Vía oral

• Vía intravenosa

Medios de contraste

Los insumos químicos de la radiología

Por Julián Ortigón

¿QUE ES UN MEDIO DE CONTRASTE?

- Ausencia de contraste natural.
- Sustancias químicas utilizadas para mejorar la visualización de órganos y tejidos en estudios de imagen médica (rayos X, TAC, RM, ecografía).
- Permiten diferenciar estructuras que de otro modo serían poco visibles.

CLASIFICACIÓN DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE

01. Según el tipo de imagen que generan
02. Vía de administración
03. Características químicas

QUIMICA VERDE Y ALTERNATIVAS SOSTENIBLES

1

La aplicación de química verde en medios de contraste incluye la investigación y desarrollo de agentes biodegradables, el reciclaje de agentes usados en hospitales, y la administración responsable, utilizando solo cuando sea indispensable.

2

Ejemplo reciente: el desarrollo de medios de contraste para resonancia magnética (IRM) a base de glucosil, totalmente biodegradable y con materiales pesados, abre nuevas posibilidades para la sostenibilidad en medicina.

SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- Osmolaridad
- Ionización
- Viscosidad

Medios de contraste yodados
Pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Iónicos y no iónicos
- Cantidad de átomos benéficos en su estructura

R1C(R2)C(R3)C(R4)C(R5)C(R6)I

SEGÚN EL TIPO DE IMAGEN QUE GENERAN

Iomeron

Omnipaque

Visipaque

Los tres tienen la característica de ser contrastes no iónicos, por lo tanto, poseen una menor osmolaridad.

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MEDIOS DE CONTRASTE

¿Hacia dónde van los medios de contraste?

El tratamiento de aguas con fines de reutilización en agricultura, por lo que quedan disponibles en ríos y mares, afectando peces, algas y otros organismos acuáticos.

Biodegradabilidad

Si los medios biodegradables cumplen el ciclo de vida, pueden ser a la vez de subproductos iónicos cuando interactúan con desechos tóxicos.

Anexo 11. Actividad 5: diseño de pictogramas para medios de contraste. Elaboración propia

Química verde y energías alternativas

Un mundo llamado radiología

IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	Diseño de pictogramas para medios de contraste
OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	Evaluar la sustentabilidad de los medios de contraste
DURACIÓN	40 minutos

Orientaciones para el desarrollo

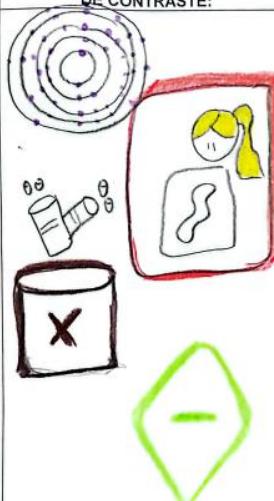
1. Por grupos de trabajo, diseñar pictogramas representativos al medio de contraste asignado con los siguientes parámetros:
 - El nivel de "verdor" del medio de contraste (pueden usar colores tipo semáforo: verde, amarillo, rojo).
 - Los riesgos o beneficios ambientales y sociales.
 - Los principios de química verde que se cumplen o no en el uso del medio de contraste.
 - Deben incluir una breve explicación escrita de su(s) pictograma(s), donde incluyan alguna propuesta de mejora para hacerlo más sustentable.
2. Socializar el diseño de los pictogramas con el grupo.

Parámetros para la entrega	• Ficha diligenciada • Socialización de 5 minutos
----------------------------	---

PICTOGRAMAS SOBRE EL MEDIO DE CONTRASTE:	EXPLICACIÓN

Nombres:

Anexo 12. Diseño de pictogramas por grupo de trabajo.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL		UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL	
Pictogramas sobre el medio DE CONTRASTE:		Pictogramas sobre el medio DE CONTRASTE:	
	diseno de productos químicos más seguros - es un medio de contraste no iónico y de baja osmolalidad - prevención de residuos - al permitir diagnósticos más precisos se evita la repetición de procedimientos y el uso innecesario de más sustancias químicas - mayor eficiencia en el uso de energía - seguridad para la salud y el ambiente - economía atómica la molécula de iopamido iohexol es eficiente menor el yodo - es menos dañino que contrastes previos, evita liberaciones significativas al ambiente.	✓ Menos tóxico ✓ Seguro en uso médico 	⚠ No biodegradable ⚠ Persistencia ambiental 
escala valorativa 6		RX / es un 50% bueno y otro 50% no tan bueno, ya que aunque este es sostenible con el cuerpo al ser no iónico, no lo es para el medio ambiente por la presencia de yodo que no se deintegra → Presenta baja osmolalidad	

Nombres:

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL	
Pictogramas sobre el medio de contraste:	EXPLICACIÓN
Gadolinio. 	El pictograma representa algunas enfermedades que puede causar el gadolinio, entre ellas estaban problemas cutáneos y dermatosis de la piel, por otro lado determina los riesgos representados esa dualidad con la vida. Investigar y desarrollar nuevos agentes de contraste más biodegradables y seguros. Implementar protocolos para minimizar la exposición al gadolinio y garantizar un uso seguro y efectivo en la práctica. Le damos un color rojo por su toxicidad y afectación al ambiente y salud humana.



BARIO

PICTOGRAMAS SOBRE EL MEDIO DE CONTRASTE:	EXPLICACIÓN
	El método es poco viable, porque utiliza bario, siendo este un metal pesado, no biodegradable, lo que lo convierte en un contaminante, por lo tanto se puntúa como un cinco en la escala de que tan viable es. Por otro lado, el método se puede reemplazar por medio de una endoscopia, porque es un poco invasiva no genera la contaminación que tiene el bario.

Nombres:

[BARIO] → SERIE de Rayos X con Deglución de bario.

→ Este medio de contraste se usa normalmente para visualizar el tracto gastrointestinal superior.

En este se usa fluoroscopia y bario (líquido blanquecino) para los rayos X.



PICTOGRAMAS SOBRE EL MEDIO DE CONTRASTE:	Gastrografina EXPLICACIÓN
	En pacientes con riesgo aspiración. Si se aspira, se vuelve nocivo para los pulmones.
	Es Hipoácido.
	Bastante amargo, a veces se mezcla con jugos para que sea más tolerable.

Nombres:

En la escala valorativa del qué tan verde podría ser el gastrografino se le otorga un 5 en la escala de 1 a 10

Anexo 13. Protocolo de laboratorio sobre medios de contraste

PRÁCTICA DE LABORATORIO SOBRE MEDIOS DE CONTRASTE

Objetivo: Identificar las propiedades químicas de algunos medios de contraste yodados utilizados en radiología, con enfoque a química verde.

Materiales y reactivos para utilizar en la práctica de laboratorio:

Materiales de laboratorio	Reactivos
• Tubos de ensayo (x6) • Pipeta de 5ml (x2) • Pipeta de 1ml (x2) • Vasos de precipitado de 200ml (x2) • Jeringa • Papel indicador • Agitador de vidrio • Frasco lavador • Escobilla	• Solución de medio de contraste yodado (Iopamidol y Gastrografina) • 25ml de solución de KI al 10% • 25ml de solución de AgNO_3 0.1M • 20ml de solución de HCl 0.01M • 20ml de solución de NaOH 0.01M

A continuación, se presentan 3 procedimientos de laboratorio para determinar algunas propiedades químicas de los medios de contraste yodados.

Identificación de yodo en Iopamidol

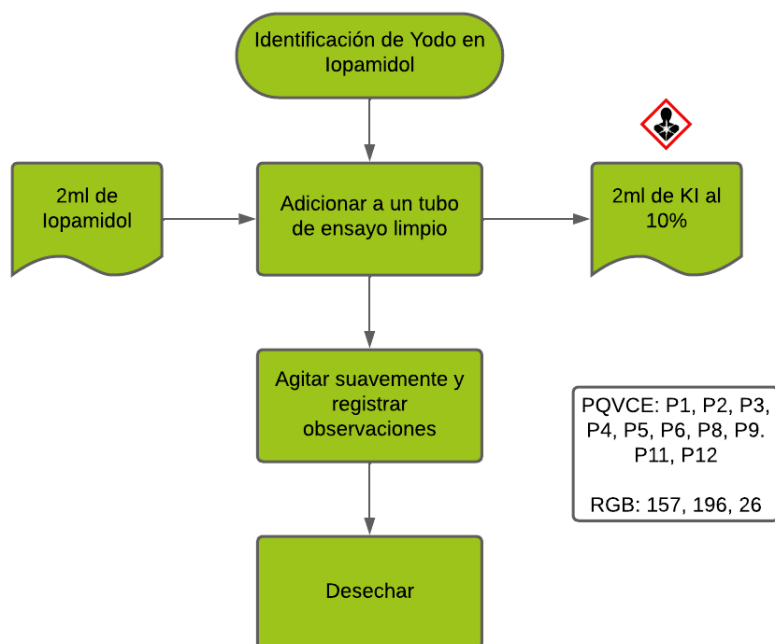


Figura 1. Diagrama de flujo identificación de yodo en lopamidol con KI

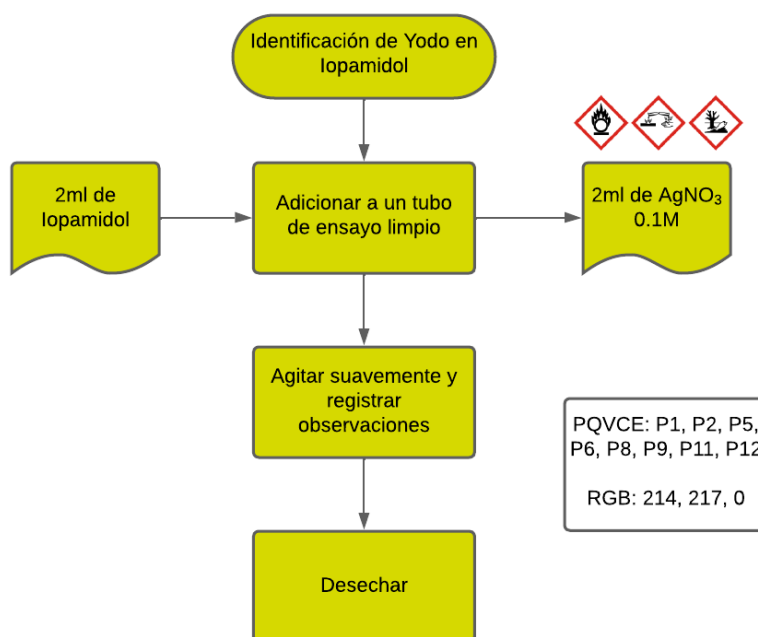


Figura 2. Diagrama de flujo identificación de yodo en lopamidol con AgNO₃

Absorción y dispersión de luz en medios de contraste yodados

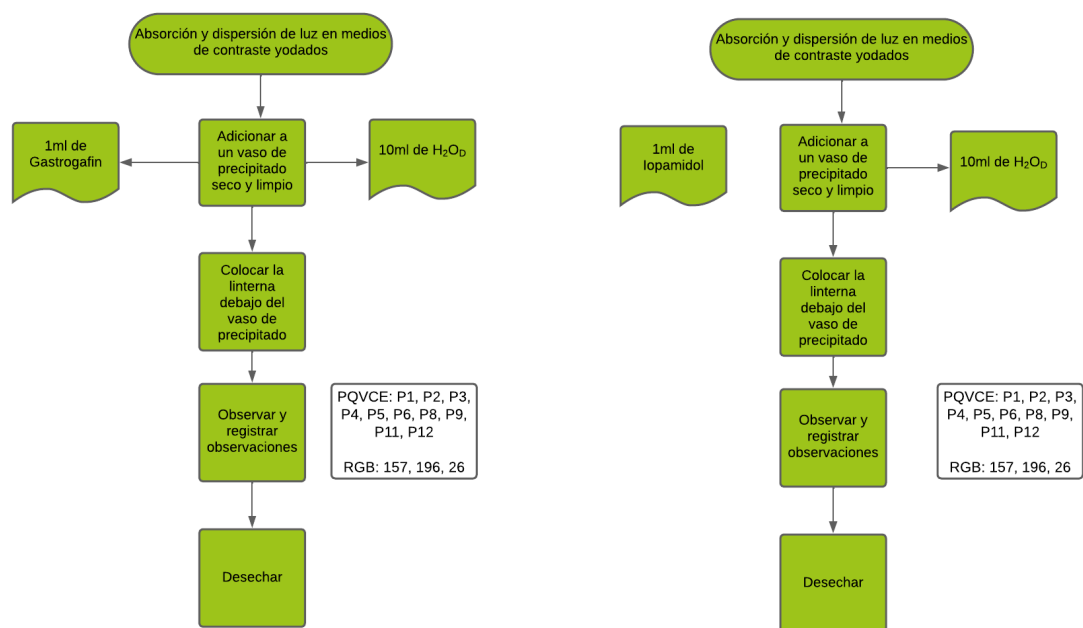


Figura 3. Diagrama de flujo absorción y dispersión de luz en medios de contraste yodados

pH en los medios de contraste

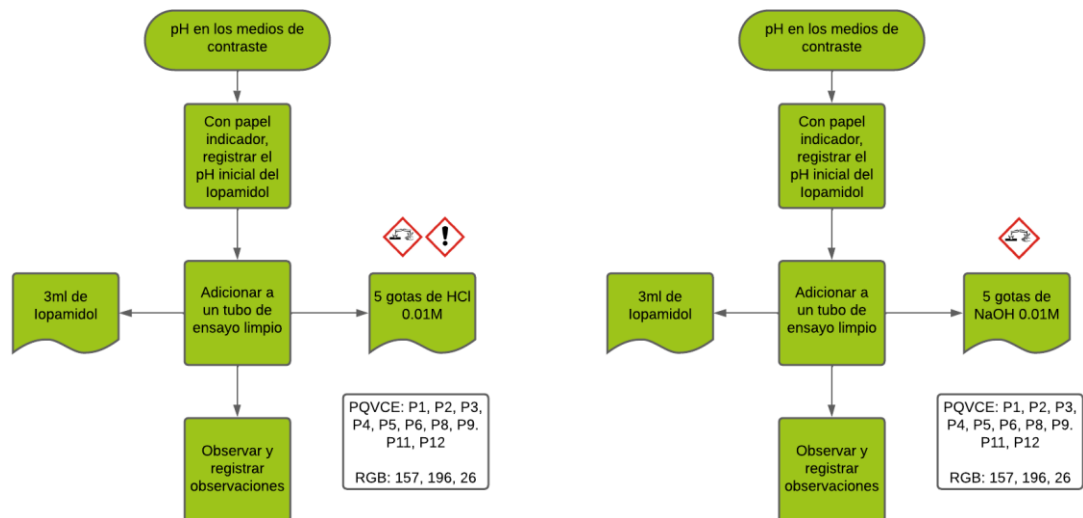


Figura 4. Diagrama de flujo pH en medios de contraste

Ficha para diligenciar:

EXPERIMENTO	PREGUNTAS ORIENTADORAS	RESPUESTA
-------------	------------------------	-----------

<i>EXPERIMENTO 1</i>	Describa la apariencia (color, formación de precipitados, etc.) de la solución al agregar KI y AgNO ₃ al Iopamidol respectivamente.	
	¿Cómo relaciona estas observaciones con el uso del medio de contraste en radiología?	
<i>EXPERIMENTO 2</i>	Describa los cambios observados en la absorción y dispersión de luz en las soluciones	
	¿Qué implicaciones podrían tener estos cambios para la calidad de las imágenes radiológicas?	
<i>EXPERIMENTO 3</i>	Registre los pH del medio de contraste utilizado y de los cambios observados durante la práctica.	
	Explique cómo estos cambios pueden afectar la estabilidad y seguridad del medio de contraste en su aplicación clínica	
<i>REFLEXIÓN FINAL</i>	¿Qué evidencias experimentales considera más relevantes para entender la función del medio de contraste?	
	¿Cómo cambió o reforzó esta práctica su percepción sobre la importancia de los medios de contraste en radiología?	

Nombres:

Práctica de Laboratorio sobre medios de contraste

1. En la identificación de I adicionamos 2ml de Iopamidol en dos tubos de ensayo, en uno de estos se agrega KI y en el otro se agrega AgNO_3 (1ml)

En el que contenía yoduro de potasio se tornó a un color blanco, mientras que el que contenía nitrato de plata su afe

En el que contenía yoduro de potasio su efecto fue efímero y poco notorio, mientras que el que contenía nitrato de plata se tornó a un color blanco.

2. En este notamos que la Gastrogafina absorbe más la luz que el de Iopamidol, se refleja un poco más el efecto de la luz. Cabe destacar que usamos 1ml de Iopamidol y gastrogafina y 10ml de agua destilada.

3. En este adicionamos en dos tubos de ensayo 2ml de Iopamidol, a uno agregamos ácido clorhídrico y en el otro hidróxido de sodio, hay uno contenía Iopamidol, con esto el objetivo es diferenciar el pH.

$\text{HCl} \rightarrow$ Se tornó a naranja - pH ácido (2)

Iopamidol $\rightarrow$ Se tornó a verde - pH neutro (7)

$\text{NaOH} \rightarrow$ Se tornó a azul - pH básico (11)

Anexo 14. Fichas de laboratorio propuestas diligenciadas

pH

El pH debe ser neutro debido a que el ácido clorhídrico como su nombre lo indica, es un ácido, así como el que su resultado dio básico puede ser básico u. básico, así mismo, el hidróxido de sodio puede ser básico para nuestro organismo.

Reflexión final:

Los 3 experimentos cumplen con el objetivo de enriquecer nuestro conocimiento tanto de fisiología y sus medios de contraste. Quedamos satisfechos con esta práctica porque reforzó lo que vimos en las sesiones anteriores.

Esto también destacó la importancia del pH en estos medios, de la influencia de otros compuestos y de la asociación de la luz (ya que plasma lo que sucede en el organismo).

Experimento 1

¿Cómo relaciona el observador con el uso del medio de contraste en radiología?

tiene un color de aspecto mucho más claro con respecto al AgNO_3 y con respecto al KI el color es de manera igual a un sufijo negro cuando se ve coloratura. Entonces este observación nos indica que por parte de KI no es tan notable la presencia del yodo al no liberar o reducir lo suficiente. Cosa que el AgNO_3 hace de manera más demostrativa el mostrar una coloratura más notable.

Experimento 2

Que implicación podría tener los cambios para la calidad de las imágenes radiológicas?

implica una mayor calidad de imagen al tener una mayor luz. En este caso el protagonista es el Iopamidol al tener una mayor concentración y reflejar mejor los rayos de luz.

Sodio, se vuelve para comparar el pH que este presente.

Nos da el hidróxido de sodio con el iopamidol, nos registra un color azul turquesa, esto nos indica un pH básico (12).

El iopamidol con el ácido nítrico al tomar una muestra en el papel (4) el otro nos da un color amarillo.

Nota. Grupo 3

Nota. Grupo 1

Nota. Grupo 2

Experimento III

Explique cómo los cambios pueden afectar la estabilidad y seguridad del medio de contraste en su aplicación clínica.

partimos de un pH de contraste inicial de 7, al adicionar HCl es de 3 y al adicionar NaOH es de 10, afectan de manera significativa al sistema de estabilidad de un punto a otro, lo que representa un punto de equilibrio al iopamidol al reflejar la dependencia del cambio de un contraste dependiendo que se use y aplicación de la de en la práctica.

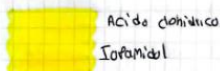
Reflexión

Final

Para lograr poder observar e identificar el medio de contraste se puede evidenciar mediante un aspecto de pH, concentración, iluminación y parámetros fisicoquímicos, además es un refuerzo muy importante al poder evidenciar de manera experimental todos los aspectos físicos que implican el contraste el radiólogo. Esto gran parte derivado por el iopamidol que no logra mostrar estos contrastes y su carácter tan significativo en las imágenes.



Experimento 3



Práctica de laboratorio sobre medios de contraste

Experimento 1
Observaciones

Al agregar nitrato de plata al iopamidol se observó una coloración blanquecina, en el KI no se observó un cambio de color, pero si una solución alcohólica mientras se mezclaba, el cambio entre las reacciones se puede deber a la solubilidad de los reactivos, en donde el nitrato de plata es más soluble.

¿Cómo relaciona estas observaciones con uso del medio de contraste en radiología?

Se relaciona de forma en funcionamiento, en el cuerpo, al ser el yodo compuesto eliminado rápidamente por el cuerpo, gracias a este se puede ver estructuras corporales, ya que tiene gran cantidad de electrones que ayudan en el proceso.

Experimento 2
Observación

El gastrografin absorbe la luz más en cambio el iopamidol se ve más una dispersión.

¿Qué implicaciones pueden tener los cambios para la calidad de imagen radiológica?

La transparencia y/o absorción puede ser vital en la radiología, ya que asegura una buena atenuación de los rayos X, de esta forma, se mejora la calidad y nitidez de las imágenes.

Experimento 3

El iopamidol presenta un pH neutro, al agregarle HCl se obtuvo una solución ácida y NaOH una básica, con color verde oscuro.

Explique cómo estos cambios pueden afectar la estabilidad

Mantener un pH neutro asegura la estabilidad y seguridad del medio de contraste en la aplicación clínica y el organismo, evitando una posible irritación o reacciones adversas, si el pH se altera podría aumentar toxicidad.

Reflexión final

¿Qué conclusiones experimentales consideras más relevantes para entender la función de medio de contraste?

El pH neutro que demuestra su estabilidad y seguridad en el uso de los medios de contraste, al igual que la transparencia reflejada en una buena atenuación al momento de reflejar una imagen. En resumen, los experimentos nos demuestran la importancia y control de un medio de contraste.

¿Cómo cambio o mejoró esta práctica su percepción sobre la importancia de medios de contraste en radiología?

La práctica de laboratorio nos permitió reconocer la estabilidad dentro los medios de contraste, es decir, su química y composición, siendo seguros para minimizar impactos en el paciente. Reforzó la importancia del control químico en las elaboraciones y usos clínicos.

Nota. Grupo 4

Experimento	Preguntas Orientadoras	Respuestas
Identificación de yodo en iopamidol	- Apariencia (color, formación de precip.) ¿Cómo relaciona las observaciones con el uso de medio de contraste?	+ En laboratorio con KI se observó un cambio de coloración blanco-rosa. - En el organismo con KI se observó un cambio de coloración blanco-rosa.
Absorción y dispersión de luz en medio de contraste	¿Qué implicaciones podrían tener estos cambios para la calidad de imagen?	→ Con el gastrografin se observa que la solución absorbe la luz - menor cantidad de luz refleja la solución. → Con el iopamidol se ve más luminosa - más la luz se dispersa.
pH en medios de contraste	Explique cómo los cambios pueden afectar la estabilidad y seguridad del medio de contraste. aplicación clínica.	→ El papel indicador con el iopamidol solo - refleja aproximadamente pH 7. → El papel indicador con la solución HCl refleja 2 o 3 - lo que indica que es una solución ácida. → El papel indicador con el NaOH refleja 9-10 - lo que indica que es una solución básica.
Reflexión final	- Experiencias evidentes. Considera más relevantes para entender la función del MDC. - Cómo cambió la práctica su percepción sobre la importancia de MDC en radiología.	→ Dada una perspectiva de estudiante de física, considero que fue más fácil de entender, en el experimento de la absorción y dispersión de la luz, ya que se pudo observar un fenómeno de dispersión de forma más clara en una solución que en otra.

En las reacciones la intención era identificar la presencia de yodo que es una sustancia altamente usada para procedimientos de medios de contraste.

¿Por qué los cambios pueden determinar cuál de los dos medios de contraste es más efectivo al momento de realizar un procedimiento de radiología, ya que fue mejor que el gastrografin al absorber más la luz no reflejaron imágenes suficientemente efectivas para el análisis en cambio con el iopamidol que si la refleja podía determinar imágenes más nítidas y por lo tanto mejores resultados.

Nota. Grupo 5

Debido a un pH 7 neutro del iopamidol genera una seguridad alta y compatibilidad biológica ya que comparte pH con el del cuerpo humano y no genera toxicidad. Ni ácido, ni alcalino.

Experimento #1 Identificación de I
 1K1 de color azul -
 Cambio de transparente -
 Formación de precipitado
 En la experimentación nos damos cuenta de la presencia
 de yodo debido al cambio de coloración al azul.
 Experimento #2: Absorción y dispersión de luz
 de rayos de luz blanca
 y
 Dopamido ^{Mayor - Menor absorción de luz} _{menor} ^{brilla}
 gota fina - u brilla ^{Mayor absorción de luz} _{menor}
 Implica que el dopamido debido a la menor absorción
 de luz genera una mejor calidad de la imagen radiográfica
 Experimento #3
 PH inicial del Medio de Contraste
 8 en la escala de PH
 Color Verde
 • NaOH + Dopamido
 PH según escala 12 azul - Ácido
 • HCl + Dopamido
 PH según escala 4 color amarilla - Alkalina

Nota. Grupo 6

Anexo 15. Cuestionario final

UN MUNDO LLAMADO RADIOLOGÍA: SESIÓN FINAL 🧐

Apreciad@s docentes en formación, la primera sección de este formulario pretende evaluar los conocimientos desarrollados durante las sesiones sobre radiología. Lean detenidamente cada pregunta y marquen o justifiquen su respuesta según sea el caso. ¡Suerte! 🍀

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Correo *

2. Nombre: *

3. La radiología es una: *

1 punto

Marca solo un óvalo.

- ☐ Especialidad médica
- ☐ Técnica imageológica
- ☐ Examen médico
- ☐ Labor exclusivamente diagnóstica

4. El principio activo de toda la radiología es la radiación ionizante. *

1 punto

Marca solo un óvalo.

- ☐ Verdadero
- ☐ Falso

5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la radiación ionizante es FALSA? * 1 punto

Marca solo un óvalo.

- ☐ Puede causar daño en el ADN
- ☐ Es completamente segura en cualquier dosis
- ☐ Se utiliza en tomografía computarizada
- ☐ Puede producir radicales libres en los tejidos

6. La radiación ionizante recibida en las exploraciones radiológicas convencionales es causante de enfermedades. ¿Verdadero o falso? Justifique su respuesta. *

1 punto

7. La ecografía es una técnica exclusivamente para mujeres embarazadas. ¿Verdadero o falso? Justifique su respuesta. *

1 punto

8. ¿Cuál es la misión principal de la radiología verde? *

1 punto

9. Seleccione las prácticas que favorecen la radiología verde: * 1 punto

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Reciclaje de materiales plásticos usados en el servicio.
- ☐ Uso racional de energía eléctrica en equipos de imagen.
- ☐ Eliminación inadecuada de residuos de contraste.
- ☐ Capacitación del personal en sostenibilidad.

10. Mencione 3 principios de química verde aplicables en radiología con su respectivo ejemplo. * 1 punto

11. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los medios de contraste es **FALSA**? * 1 punto

Marca solo un óvalo.

- ☐ Son sustancias que mejoran la visualización de estructuras internas en estudios de imagen.
- ☐ Se administran únicamente por vía oral.
- ☐ Pueden ser yodados, de bario o gadolinio, según el tipo de estudio.
- ☐ Permiten distinguir entre tejidos normales y anormales en radiología.

12. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los medios de contraste yodados es **CORRECTA**? * 1 punto

Marca solo un óvalo.

- ☐ Se utilizan principalmente en radiografías, tomografía y resonancia magnética.
- ☐ Su principal componente es el yodo, que permite la absorción de rayos X y la visualización de estructuras vasculares y órganos.
- ☐ Solo pueden administrarse por vía oral.
- ☐ No presentan riesgos de reacciones adversas en ningún paciente.

Apreciad@s docentes en formación, la segunda sección de este formulario pretende recoger las representaciones sociales finales que usted tiene sobre radiología teniendo en cuenta el conocimiento adquirido a lo largo de las sesiones. En este ejercicio no hay respuestas correctas o incorrectas, así que siéntase libre de redactar su respuesta. De antemano muchísimas gracias por participar de manera proactiva a lo largo de esta pequeña implementación. Dios bendiga sus caminos y espero tengan un grupo tan encantador como lo fueron ustedes conmigo al momento de realizar su respectivo trabajo de grado. Un abrazo y exitos para todos. ❤

13. Desde su experiencia, ¿cómo ha evolucionado su percepción sobre la radiología como especialidad médica luego de las actividades y clases recibidas? ¿Qué aspectos nuevos considera fundamentales ahora, y por qué? *

14. ¿En qué medida considera que su aprendizaje modificó estereotipos previos sobre la radiología para usted, su entorno académico o la sociedad en general? De ejemplos de estereotipos superados o reafirmados. *

15. Explique con sus propias palabras la importancia de la radiología verde y cómo este enfoque puede transformar las prácticas clínicas tradicionales. De ejemplos concretos de acciones sustentables en radiología. *

16. Seleccione tres palabras que asocie ahora con la radiología y explique por qué las eligió, comparando con sus asociaciones iniciales. ¿Qué cambió y qué se mantuvo? *

17. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones representa mejor su pensamiento actual sobre la integración de radiología y química verde? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ La radiología y la química verde sólo se relacionan al desechar residuos peligrosos.
- ☐ La química verde orienta la selección de equipos y materiales menos dañinos para quienes usan la radiología.
- ☐ La integración de química verde permite combinar eficiencia diagnóstica y atención ambiental en cada procedimiento radiológico.
- ☐ La química verde y la radiología no tienen relación directa, salvo por temas regulatorios.

18. ¿Cuál es el mayor beneficio de aplicar química verde en la radiología clínica? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Disminuir costos operativos.
- ☐ Mejorar la imagen institucional.
- ☐ Reducir riesgos para la salud y el ambiente.
- ☐ Facilitar la obtención de certificaciones internacionales.

19. ¿En qué medida considera usted aplicar metodologías propias de la química verde (es decir modelos de evaluación verde), en actividades humanas como la radiología? *

20. Desde su experiencia, en escala de 1 a 10, ¿qué tan importante considera la articulación conceptual de una especialidad médica como lo es la radiología en la enseñanza de las ciencias? *

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

21. Justifique su respuesta anterior.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Anexo 16. Rúbrica de validación de la estrategia implementada

Rúbrica de validación para la secuencia de actividades.

Respetado(a) Profesor(a).

Nos dirigimos a usted de forma amable y respetuosa con el motivo de solicitar su participación como un especialista en validación de los recursos de la secuencia de actividades propuesta, donde se aplicará a profesores de ciencias en formación inicial de la electiva Química Verde y Energías Alternativas de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional.

Estas actividades tienen como propósito recoger información para el trabajo de grado titulado: **“REPRESENTACIONES SOCIALES SOBRE RADIOLOGÍA: UNA ESTRATEGIA DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA CON PROFESORES EN FORMACIÓN”**, con la finalidad de determinar su pertinencia.

¿Cuál es la incidencia de una estrategia de alfabetización científica en la caracterización de las representaciones sociales de un grupo de profesores de ciencias en formación inicial de la UPN frente a la radiología y su relación con el uso de insumos químicos y tecnológicos en procesos de diagnósticos clínicos?

De la misma manera, los objetivos que se contemplan en el trabajo son:

General

Caracterizar las representaciones sociales de un grupo de profesores de ciencias en formación inicial de la UPN, acerca de la radiología y su relación con el uso de insumos químicos y tecnológicos en procesos de diagnósticos clínicos, en el marco de una estrategia de alfabetización científica.

Específicos

- Desarrollar una estrategia de alfabetización científica sobre radiología, desde los enfoques de química sustentable y radiología verde, dirigida a profesores de ciencias en formación inicial.
- Evaluar la incidencia de la estrategia de alfabetización científica en la vinculación de los fundamentos teóricos sobre radiología en el abordaje de la enseñanza de las ciencias.

Por consiguiente, se elabora la siguiente rúbrica para la validación de las estrategias didácticas a emplear en el abordaje de la radiología, bajo en enfoque de la educación en ciencias y la química verde.

Para la validación de las actividades se establecen los siguientes criterios, por favor evalúe cada recurso de acuerdo con la valoración (1 a 5) correspondiente:

5 – Cumple totalmente

4 – Cumple en alto grado

3 – Cumple parcialmente

2 – Bajo cumplimiento

1 – No cumple

No	Criterio	Valoración					Observaciones y sugerencias
		1	2	3	4	5	
1	El recurso visual para utilizar es adecuado para comunicar los contenidos sobre radiología.						
2	Existe coherencia entre los contenidos y las actividades propuestas						
3	Las actividades sugeridas son apropiadas para la población participante destinada						
4	Las actividades propuestas en cada sesión son acordes para abordar la temática						
5	El recurso favorece al aprendizaje de conceptos relacionados con química verde y radiología						
6	El recurso articula de manera adecuada el contenido científico de la radiología						

