



¡ POSGRADOS !

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MENCIÓN DESARROLLO DEL PENSAMIENTO

RPC-SO-13-NO.357-2021

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL

TEMA:

ESTRATEGIAS PROCEDIMENTALES CRÍTICAS
PARA LA SEGURIDAD Y PROTECCIÓN
RADIOLÓGICA EN TECNÓLOGOS DE
IMAGEN Y PROFESIONALES DEL ÁREA DE LA
SALUD

AUTOR:

VÍCTOR HUGO LINDAO ARGUELLO

DIRECTOR:

RÓMULO IGNACIO SANMARTÍN GARCÍA

CUENCA – ECUADOR

2023

Autor:**Víctor Hugo Lindao Arguello**

Ingeniero Químico.

Candidato a Magíster en Educación Mención Desarrollo del Pensamiento por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

seguridadradiologicaec@gmail.com

Dirigido por:**Rómulo Ignacio Sanmartín García**

Licenciado En Filosofía.

Doctor In Philosophia.

rsanmartin@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

VÍCTOR HUGO LINDAO ARGUELLO

Estrategias procedimentales críticas para la seguridad y protección radiológica en tecnólogos de imagen y profesionales del área de la salud

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por la maravillosa familia que me ha dado, es mi inspiración para seguir adelante en este nuevo reto, el cual sin su apoyo no podría realizarlo.

Gracias a mi esposa e hijos.

AGRADECIMIENTO

El trabajo realizado fue posible gracias al apoyo de mi esposa Jessica, y a mi hija Irene, que estuvieron dándome apoyo en este nuevo reto, junto a mis hijos Samuel y Elías, que con su energía y ánimo me motivan a seguir. Agradezco además a los maestros y compañeros, que con sus diferentes aportes contribuyeron en todo el proceso.

Índice general

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
Resumen.....	6
Abstract.....	7
1. Introducción.....	8
2. Determinación del Problema.....	10
3. Marco teórico referencial.....	11
3.1 Incidencias de la Seguridad y protección radiológica.....	11
3.2 Estrategias procedimentales críticas en el ejercicio profesional en la protección y seguridad radiológica.....	15
4. Materiales y metodología.....	21
5. Resultados y discusión.....	22
6. Conclusiones.....	30
Referencias.....	32

Resumen

El presente artículo surge de la necesidad de analizar las estrategias procedimentales críticas empleadas para la protección y seguridad radiológica, debido que, desde el COVID-19 se ha identificado un incremento de los efectos producidos por la constante exposición de radiación ionizante, por lo tanto, mediante un estudio sistemático, reflexivo y crítico, a partir de una revisión bibliográfica, y una entrevista a expertos con licencia de seguridad radiológica, se aborda el análisis de las estrategias procedimentales críticas que se encuentran en las normativas internacionales que se aplican en el contexto ecuatoriano, para la protección y seguridad radiológica. Se exponen las incidencias de tal problema, declarando la importancia del pensamiento crítico, así como la habilidad profesional y ética en uso de equipos que emiten radiación ionizante.

Palabras clave:

Estrategias procedimentales, Pensamiento crítico, Seguridad y protección, Ética profesional, Radiación ionizante

Abstract

This article emerges from the need to analyze the critical procedural strategies used for radiation protection and safety, because, since COVID-19, an increase in the effects produced by the constant exposure of ionizing radiation has been identified. Therefore, through a systematic, reflective and critical study, based on a bibliographic review, and an interview with experts licensed for radiological safety, the analysis of the critical procedural strategies found in the international regulations that are applied in the Ecuadorian context is addressed, for radiation protection and safety. The incidences of such a problem are exposed, declaring the importance of criticality and critical thinking, as a professional and ethical skill in the use of equipment that emits ionizing radiation.

Palabras clave:

Procedural strategies, Critical thinking, Safety and protection, Professional ethics, Ionizing radiation

1. Introducción

La seguridad y protección radiológica es un tema poco abordado desde el ámbito educativo y didáctico, por ser parte de las ciencias y disciplinas técnicas, donde, se prioriza un proceso mecanizado y repetitivo de los profesionales que se desempeñan en el manejo de equipos que producen radiación ionizante. En las normativas nacionales e internacionales sobre el manejo de estos equipos, se menciona de manera indirecta, que junto a la normativa radiológica, se deben implementar estrategias pedagógicas críticas, para el desarrollo de la seguridad radiológica por medio del pensamiento crítico, las mismas que deben ser parte de la formación y quehacer diario de los profesionales encargados de los equipos generadores de radiación ionizante, en el ámbito de la salud.

En tal sentido, surge la presente investigación enfocada en dos aristas, la primera orientada a analizar las normativas existentes que promueven la seguridad y protección radiológica, y la segunda, dirigida a identificar en base a la experiencia de un grupo de diez profesionales, que ejercen dicha labor en el país, como técnicos y encargados de equipos de radiación ionizante, para describir qué estrategias procedimentales críticas emplean, en pro de garantizar la seguridad y protección radiológica.

Para el efecto, se estableció un modelo inductivo hermenéutico-aplicativo, el cual permitió abordar el fenómeno investigativo de las estrategias procedimentales críticas, para la seguridad y protección radiológica en profesionales de la salud. De esta manera, se marcó una ruta investigativa, por medio del análisis documental de las normativas nacionales e internacionales vigentes de los organismos entes, como el Consejo de Seguridad Nuclear, la Comisión Internacional de Protección

Radiológica, Organismo Internacional de Energía Atómica y el Ministerio de Energía y Recursos no Renovables del Ecuador.

Se buscó los manuales y procedimientos que los organismos antes mencionados emiten como normativa para que los profesionales de la salud a cargo de equipos de radiación utilicen en sus funciones profesionales. Dicha acción, permitió explorar que estrategias procedimentales críticas se promueven a partir de las normativas para la seguridad y protección radiológica.

Así mismo, mediante una revisión bibliográfica, se fundamentó la importancia de la seguridad y protección radiológica, partiendo de estudios nacionales de autores como Zanzzi (2014), Carrasco (2016), Urquizo (2016) Vázquez y Villacis (2019) y Torre (2021), quienes destacaron en contextos reales, las incidencias del incumplimiento de las normativas vigentes y sus consecuencias para los usuarios, y operadores en torno a los peligros de radiación ionizante producida por exceso. Dichos estudios, permitieron vincular la importancia de las habilidades del pensamiento crítico en las funciones y ética profesional de los profesionales encargados de equipos que producen radiación ionizante.

Se pretende hacer un llamado a la falta de conciencia de la importancia que implica el observar, analizar y tomar decisiones correctas, en el manejo de procedimientos y equipos de rayos X, tanto por parte del personal que los opera, como de las entidades encargadas de garantizar las buenas prácticas en el manejo de las mismas. Por tal motivo, prima desarrollar habilidades de pensamiento crítico para la seguridad y protección radiológica en tecnólogos de imagen y profesionales del área de la salud, por medio de, estrategias procedimentales críticas. Para lo cual, se establece la presente investigación como un antecedente investigativo que genere nuevos debates, diálogos y estudios.

2. Determinación del Problema

A partir de la pandemia del Covid-19, se aumentó la demanda de procedimientos médicos que inciden en el uso de equipos que emiten radiación de tipo ionizante. Al respecto, Yeung et al. (2022) menciona que hubo un incremento significativo en las tomas de radiografías en los pulmones que sirvieron como diagnóstico para la detección de los daños producidos del COVID-19 a nivel mundial. En el contexto ecuatoriano, el Dr. Galo Calero, Gerente y Médico Radiólogo de la Compañía CALZEA, destaca que, durante la emergencia sanitaria y actualmente, los equipos de rayos X tienen una demanda exhaustiva, ya que, es el principal medio de detección y diagnóstico para la enfermedad y secuelas que se ocasionan a partir del COVID-19 (Comunicación personal, 6 de febrero de 2023)

La extensa demanda de los equipos de rayos X, originó una sobrecarga laboral, que afectó a los operadores, además se evidenciaron fallas en los equipos técnicos, los mismos que comenzaron a manifestar problemas. Los profesionales encargados presentaron signos de agotamiento físico y mental, lo que ocasionó desempeño deficiente, la indiferencia y apatía en sus labores. Los profesionales que tenían a cargo la atención a pacientes, el cuidado y mantenimiento de los equipos radiológicos ionizantes, descuidaron los niveles de radiación permitidos y establecidos por la “normativa técnica para las actividades de licenciamiento y operación en radiología intervencionista, radiodiagnóstico médico, odontológico y veterinario” (Ministerio de Energía y Recursos No Renovables de Ecuador, 2022)

Por consiguiente, esta sobredemanda establecida durante y después de la situación generada por el COVID-19, en los profesionales y equipos de imagen, motivó que las normativas en el manejo de los equipos radiológicos ionizantes no se efectuaran a partir de las estrategias procedimentales críticas, provocando que los usuarios y operadores se vean sometidos a niveles altos de radiación perjudiciales para la salud. De igual manera, está el hecho de que los profesionales minimizaron la

correcta protección en la seguridad radiológica, lo que se cuestiona éticamente. De allí la urgente necesidad de “Analizar las estrategias procedimentales críticas, que superen las imperativas estandarizadas, para la seguridad y protección radiológica en tecnólogos de imagen y profesionales del área de la salud, para orientar y prevenir enfermedades profesionales”.

3. Marco teórico referencial

3.1 Incidencias de la Seguridad y protección radiológica

La seguridad y protección son mecanismos de defensa que el hombre está en constante búsqueda, para velar por un correcto desarrollo social y cultural. Es por este motivo, que estos términos son claves en ser la formación y constitución de toda comunidad y, por ende, con todo avance científico, tecnológico, cultural entre otros, conlleva el desarrollo de normativas de seguridad y protección. En el campo de la salud, el personal de apoyo como técnicos y operarios cumplen una función clave. Y, esto se vio reflejado por las consecuencias y efectos que se marcaron durante lo vivido en la crisis sanitaria del COVID-19. Donde, los profesionales que utilizan equipos de imagen y rayos x que producen radiación, son los mismos que tuvieron una gran demanda y sobrecarga de funciones, debido que tenían que utilizar los equipos técnicos en los pacientes que llenaban las camillas de los hospitales y centros médicos de todo el mundo (Yeung et al, 2022). La sobresaturación de las entidades y organismos que prestan servicios de salud, debido a la emergencia sanitaria, vieron rebasada su capacidad, que puso en alto riesgo a su personal, teniendo que enfrentarse no solo ante un virus, cuyas consecuencias en ocasiones pueden llegar a ser mortales, sino también a una mayor exposición ante niveles de radiación fuera de las dosis consideradas inocuas para la salud.

Según Galindo (2022), la radiación es un evento natural presente en la vida diaria de todas las personas, es un proceso donde se genera energía que se desplaza en formas de ondas. Becquerel en 1896 descubrió una nueva propiedad de la materia, la cual denominó como radiación natural, posterior en 1900 descubrió la radiación beta, la cual permitió el desarrollo de la ciencia médica, por medio de la radioterapia para el descubrimiento de tumores (Karbowski, 2012) Por otra parte, Muñoz (2013) destaca que:

La radioactividad puso de manifiesto que materia y energía podían transformarse una en otra. Los principales artífices de este descubrimiento fueron Pierre Curie, un genial pero desclasado profesor de la Escuela Industrial de Física y Química de París, y su mujer, una polaca recién licenciada en física y matemáticas en la universidad de la Sorbona (p. 224).

Tanto Karbowski (2012) y Muñoz (2013) discrepan sobre el origen y descubrimiento de la radiación, sin embargo, desde el año 1900, se dio por más de dos décadas, una revolución científica en distintas ciencias y disciplina en torno al uso de la radiación, la misma que se dio de manera enérgica, sin tener en cuenta elementos de seguridad y protección. No obstante, a partir del año 1928, se fundó la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), organismo que surgió para recomendar y asesorar sobre la protección contra las radiaciones ionizantes. “Estas recomendaciones son la base para el establecimiento de reglamentación y normativa por parte de organizaciones internacionales, y, autoridades regionales y nacionales” (Consejo de Seguridad Nuclear, 2015, p. 1). En la actualidad el ICRP (International Commission On Radiological protection) aún se mantiene como el organismo que vela y establece normas para la seguridad y protección radiológica, debido a la evidencia y auge de las diversas enfermedades que provocaba la radiación.

“A raíz del descubrimiento de la radiactividad y de los rayos X a finales del siglo XIX, se pusieron de manifiesto los daños producidos por las radiaciones ionizantes” (Preciado y Luna, 2010, p. 26). A partir de ello, surge el término “protección radiológica” que es “una actividad multidisciplinar, de carácter científico y técnico, que tiene como finalidad la protección de las personas y del medio ambiente contra los efectos nocivos que pueden resultar de la exposición a radiaciones ionizantes” (Consejo de Seguridad Nuclear, 2015, p. 1).

Es importante mencionar que las radiaciones ionizantes, son de dos tipos: aquellas naturales “como los rayos cósmicos, materiales radiactivos presentes en la corteza terrestre no alterada, en el aire o incorporados a los alimentos, e incluso sustancias radiactivas que se encuentran en el interior del organismo humanos” (Consejo de Seguridad Nuclear, 2012, p.8). Las radiaciones artificiales, son creadas y manipuladas por la mano del hombre, como la energía nuclear. De tal manera, se plantean a nivel mundial normativas de seguridad y protección en función a esta división.

La seguridad y protección radiológica, según Obuda, et al. (2021), destacan que parte desde el objetivo de proteger al operador, a las personas y al medio ambiente frente a las diversas enfermedades y efectos que puede provocar las radiaciones ionizantes. Para lo cual, los organismos establecen normas y reglamentos que no limitan el uso u operación de dichos equipos, sino más bien, provee de manera crítica efectos, causas y consecuencias que puede provocar un mal uso y excesiva exposición a las radiaciones ionizantes.

Dentro de la normativa vigente, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) destaca tres principios básicos como recomendaciones para la seguridad y prevención de radiaciones ionizantes, la primera es la justificación, la optimización y la limitación de dosis. Torres (2021), explica dichos elementos sintetizado en la siguiente tabla:

Tabla 1. Principios de la seguridad y protección radiológica.

Justificación	Parte de la idea del porque se realiza dicha práctica, la misma que debe sujetar a principios éticos, morales y proceso justificado de la realización de la práctica. Para lo cual, debe considerarse los efectos, causas y posibles consecuencias.
Optimización	El operador e institución debe asegurar y proveer la exposición a los niveles más bajos posibles, teniendo en cuenta la funcionalidad, y finalidad de la exposición. También la seguridad al usuario para no afectar la salud.
Limitación de dosis	Consiste en asegurar que el operador y usuario no exceda el límite de dosis establecido por parte del Consejo de seguridad nuclear, la cual es: para el operador no superar el 100 mSv en un periodo de 5 años, y para el usuario no superar el 1 mSv/año oficial

Nota: Creación propia a partir de Torres (2021)

Estos pasos establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica son conocidas como Sistema de Protección Radiológica (SPR). Estas normativas establecen la ruta a seguir por parte de los profesionales que están a cargo de la utilización de equipos que producen radiaciones ionizantes artificiales. En realidad, las consideraciones éticas al aplicar el Sistema De Protección Radiológica (SPR) son más complejas y depende tanto del accionar crítico del operador y de la institución que provee el servicio.

En el contexto ecuatoriano, Vásquez y Villacis (2019) hacen una revisión histórica de las normativas vigentes en el país, donde manifiestan que en Ecuador no existía una normativa de protección y seguridad radiológica, lo que impulsaba una grave crisis de salud pública. No obstante, la Ley Constitutiva de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, expedida por Decreto Supremo No. 3306, de 8 de marzo de 1979, publicado en el Registro Oficial No. 798, de 23 de marzo de 1979, y en el año 2008, mediante la nueva Constitución de la República del Ecuador, se estableció al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable como el organismo ente para

atender este grave problema de salud pública. Este organismo nacional, como primera instancia creó la subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares, la misma que es la encargada de inspeccionar y velar que se cumplan las normativas de seguridad y protección radiológica en el país.

La protección y seguridad radiológica es de suma importancia, al desarrollarse de manera ineficiente, poco responsable, y sin crítica, puede provocar efectos nocivos a la salud. Entre ellos, Urquiza (2016), destaca que un exceso de radiación ionizante provoca efectos somáticos que son los que se evidencian en el cuerpo, los mismos que pueden ser de grado determinístico, denominados así, aquellos que se producen de manera inmediata debido a la exposición a niveles altos de radiación. En cambio, los que son de grado estocásticos, se desarrollan, pero se identifican luego de varios años de exposición a la radiación. También, existe efecto de alteración genética, cuyos efectos los sufre la descendencia de la persona que tuvo expuesto a constantes dosis de radiación.

Es así, que el operador debe llevar a cabo estrategias procedimentales críticas en su práctica profesional, las mismas que brindan al operador ampliar su capacidad de observación y análisis en cada función que desempeñe. También, que estén conscientes de la importancia de la radiación, protección y riesgos incide al faltar de manera ética los manuales y normas de protección y seguridad radiológica.

3.2 Estrategias procedimentales críticas en el ejercicio profesional en la protección y seguridad radiológica

El operador y profesional que maneja los equipos que producen radiación ionizante debe estar consciente de la importancia de un correcto accionar, en cuanto a lo ético y en torno a aplicar en su práctica profesional las debidas estrategias procedimentales críticas, las mismas que son claves para el desarrollo y cumplimiento de la normativa de la protección y seguridad radiológica. Sin

embargo, es importante atender este concepto previamente, para dar cumplimiento al análisis de las estrategias procedimentales críticas declaradas en las normativas vigentes.

Por tal sentido, las estrategias procedimentales críticas se abordan desde dos aristas, primero, atender que es una estrategia procedimental y la segunda abordar el concepto de la criticidad y sus elementos, para de esta manera realizar la vinculación y establecer un concepto de lo que implica una estrategia procedimental crítica dentro de la ética profesional para la protección y seguridad radiológica.

Vargas (2020) menciona que una estrategia es un procedimiento sistemático que incluye un conjunto de acciones dirigidas a cumplir una meta u objetivo, mientras que Nuñez et al. (2020) Ayola y Moscote (2019) discrepan dicho concepto, ya que declaran, que una estrategia es un proceso donde interviene habilidades de orden superior. Se entiende como habilidades de orden superior, aquellas que se realiza mediante un enfoque crítico y creativo, como la de analizar, reflexionar, tomar decisiones, entre otras (Murillo et al, 2017). En tal caso, ambos autores, tienen en común al declarar que una estrategia es un proceso, el mismo que se puede dar de distintas maneras, sea procesual, procedimental, analítica, reflexiva entre otros (Pérez y De la Cruz, 2014).

En el caso de una estrategia procedimental, se entiende como un conjunto de actividades que permiten una correcta ejecución de un proceso previamente planificado (Ortega, 2021). Las mismas que, para la protección y seguridad radiológica se emiten a partir de las normativas de las Instituciones rectoras, que en este caso son, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA). Entre estos organismos se establece un total de cinco estrategias procedimentales críticas que permiten al operador enfatizar y llevar su trabajo profesional.

Como primera estrategia, se hace atención a la implementación de protocolos de seguridad y el seguimiento de los mismos. Los protocolos de seguridad son un conjunto de procedimientos estandarizados que se deben seguir para garantizar una operación segura y efectiva en las instalaciones radiológicas. Estos protocolos deben ser actualizados y revisados regularmente para garantizar su eficacia. A su vez, debe ser una responsabilidad compartida entre todos los miembros del equipo que trabaja con radiación. Todos los trabajadores que interactúan con material radiactivo deben estar al tanto de los protocolos de seguridad, incluyendo los procedimientos de emergencia y los procedimientos para el manejo y eliminación de material radiactivo. Además, todos los trabajadores deben ser entrenados en la implementación de los protocolos de seguridad y deben comprender su importancia para garantizar la seguridad radiológica.

La segunda estrategia es la realización de evaluaciones de riesgos y la implementación de medidas preventivas. Antes de realizar cualquier procedimiento radiológico, se deben realizar evaluaciones de riesgos para identificar los peligros potenciales y las posibles consecuencias. En base a estas evaluaciones, se deben implementar medidas preventivas para minimizar los riesgos y proteger a los trabajadores y pacientes. Por lo tanto, se debe enfocar en la minimización de la exposición a la radiación. Esta estrategia se basa en el principio de ALARA, que significa "tan bajo como sea razonablemente posible" en inglés. Esto significa que se debe hacer todo lo posible para minimizar la exposición a la radiación, manteniendo al mismo tiempo los niveles de calidad necesarios para los procedimientos radiológicos.

La tercera estrategia, es la capacitación y entrenamiento del personal. El personal que trabaja con material radiactivo debe estar capacitado y entrenado en la seguridad radiológica, y debe recibir actualizaciones periódicas. Es importante que el personal comprenda los peligros potenciales y sepa cómo minimizar los riesgos.

De igual manera, en esta instancia se debe enfocar en la gestión de los desechos radiactivos y la contaminación radiológica. Esta estrategia es importante para evitar la exposición accidental de trabajadores y del público a materiales radiactivos.

La cuarta estrategia de protección radiológica se enfoca en la implementación de programas de calidad en el centro de radiología. La implementación de programas de calidad es esencial para garantizar que las prácticas radiológicas se realicen de manera segura y efectiva. La implementación de esta estrategia implica seguir los estándares de calidad establecidos por organismos reguladores, como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA). Los estándares de calidad establecen requisitos para la capacitación de los trabajadores, la calibración y mantenimiento de los equipos, la dosimetría y el monitoreo de la radiación, la gestión de desechos radiactivos, la documentación y los informes.

Como quinta estrategia, la implementación de un sistema de gestión de la calidad. El mismo que debe estar sujeto a un conjunto de políticas, procedimientos y protocolos que se utilizan para garantizar la calidad de los servicios que se prestan. El sistema de gestión de la calidad se realiza en el centro de operación y el documento interno de la gestión y operacionalización donde debe incluir la gestión de la seguridad radiológica y debe ser implementado en toda la organización.

Dentro de este proceso, de las cinco estrategias procedimentales críticas, se deben llevar a cabo vinculando habilidades como la observación, la criticidad, la creatividad y la toma de decisión. Estas habilidades, que son parte del pensamiento crítico, donde los operadores deben primar el pensar críticamente antes, durante y después de la operacionalización de los equipos que emiten radiación ionizante para precautelar la seguridad y protección.

Partiendo de la premisa anterior, es menester abordar el pensamiento crítico y como, dicha habilidad forma parte indispensable en los operadores de equipos de radiación ionizante. Por lo tanto, el pensamiento crítico, en las últimas décadas ha logrado convertirse en una habilidad indispensable en la formación integral del ser humano y para las acciones del diario vivir. Debido a que:

El pensamiento crítico está conceptualizado en términos de dos dimensiones, las habilidades cognitivas y las disposiciones afectivas. Adicional a ello, esta forma de pensamiento es concebida como la capacidad para examinarse y evaluarse que posee cada individuo y es la actividad cognitiva asociada a la evaluación de los productos del pensamiento, considerado un elemento esencial para resolver problemas, tomar decisiones y para ser creativos (Robles, 2019, p. 14)

El pensamiento crítico asume dos posturas las habilidades cognitivas y las disposiciones afectivas, como lo menciona Robles (2019), que realiza una crítica reflexiva a partir de los fundamentos del pensamiento crítico y la necesidad que surge hoy en día a la sociedad en pensar críticamente. Elder y Paul (2005) complementan diciendo que saber pensar críticamente, es llegar a analizar y evaluar aquello que es susceptible de modificación, antes de seguir repitiendo de modo explícito la realidad.

Por lo tanto, el pensamiento crítico es aquella acción innata de todo ser humano y el que conlleva a la racionalidad y criticidad donde “se instala entonces como centro de una cultura liberadora, de un ser y hacer reflexivo, que empodera a las personas de estilos de afrontamiento en una sociedad del conocimiento que exige pensar creativa y críticamente” (Delorence et al,2020, p. 70).

Para ello, Nuñez et al (2020) destaca que el desarrollo del pensar creativa y críticamente es una responsabilidad que la educación debe asumir de modo transversal, porque permite que la sociedad se desenvuelva pensando antes de

actuar y actuando con base en un conocimiento. También, ser personas críticas nos hace actuar respetando las ideas de otros, así como las razones que sustentan sus acciones en el marco de los valores y la ética.

Por lo tanto, el profesional que opera equipos de radiación ionizante debe estar consciente de los fundamentos y habilidades del pensamiento crítico, las mismas que según Vendrell y Rodríguez (2020) engloba las habilidades del pensamiento crítico en el siguiente gráfico:

Tabla 2. Habilidades del pensamiento crítico

Dimensión	Subdimensión	Identificadores
Habilidades del pensamiento crítico	Solución de problemas	Identificar, definir y representa, explorar, valorar, ejecutar, reflexionar, aceptar, evaluar, supervisar y generalizar situaciones problemáticas por medio de recursos propios o externos.
	Toma de decisión	Identificar analizar opciones, generar alternativas
	Razonamiento	Deducción, Inducción y vinculación de la teoría con la práctica

Nota: Creación propia a partir de los fundamentos de Vendrell y Rodríguez (2020)

Los autores en mención sistematizan las habilidades del pensamiento crítico en tres subcategorías, las mismas que se utilizan durante el uso de las estrategias procedimentales crítica descritas en el ejercicio profesional y ético del operador de equipos de radiación ionizante. No obstante, aunque dichas habilidades no estén descritas, las mismas están presenten de manera indirecta en el ejercicio del operador. En esta línea, es importante mencionar que el quehacer profesional dentro de la protección y seguridad radiológica va más allá del seguir un manual o reglamento, sino que influye el accionar del operador de equipos de rayos X.

El profesional debe tener formación, capacitación y práctica en la ejecución de estrategias procedimentales críticas, ya que desde la perspectiva de Oliveira “cada vez es más importante formar profesionales críticos, reflexivos y capaces de tomar decisiones complejas basado en el conocimiento de la evidencia científica” (Oliveira et al., 2016, p. 176). Por lo tanto, es necesario que las estrategias procedimentales críticas, aplicadas para los profesionales del área de salud encargados del manejo de equipos y personal de rayos X, tengan los fundamentos del pensamiento crítico y la ética correcta, enfocadas hacia el desarrollo, protección y seguridad radiológica.

4. Materiales y metodología

La presente investigación aborda el método descriptivo conceptual el mismo que “parte de premisas particulares observadas desde una mirada conceptual que dan lugar a una conclusión de carácter general” (Segundo, 2022, p. 1). Del método descriptivo conceptual, se desglosa el enfoque investigativo, que fue de carácter cualitativo, debido a que, permite percibir y experimentar los fenómenos que nos rodean, para profundizar de modo subjetivo (Hernández y Mendoza, 2018). En este caso, el fenómeno a investigar son las estrategias procedimentales críticas empleadas para preservar y garantizar la protección y seguridad durante la práctica profesional en equipos de rayos X.

El estudio del fenómeno antes declarado, fue posible mediante la implementación de técnicas, instrumentos de recolección y análisis de datos, que reciben el aporte del enfoque cualitativo, mediante el análisis documental de manuales, normativas e investigaciones en torno a la protección y seguridad radiológica, con la finalidad de poder analizar las estrategias procedimentales. Y, como segunda técnica una entrevista, realizada a una muestra de diez profesionales de la salud, que actualmente ejercen funciones en distintos centros e instituciones de salud, para realizar un análisis y discusión contextualizada.

La entrevista efectuada, fue dirigida a diez profesionales cuyos perfiles se demuestran a continuación:

Tabla 3. Características de la muestra

Participantes	Edad		Profesión				Años de experiencia				
	De 25 a 35 años	De 36 a 50 años	Tecnólogo	Licenciado	Medico	Ingeniero Físico	0-5	5-10	10-15	Más de 15	
Hombres	7	2	5	1	2	2	2		1	2	4
Mujeres	3	1	2		2	1		1	2		

Nota: Creación propia, donde se expone las características de la muestra de profesionales que serán entrevistados.

Se destaca que, la muestra seleccionada, parte de un grupo de profesionales con amplios años de experiencia y dominio de la materia, todos poseen licencia de seguridad radiológica emitida por la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares de Ecuador. De esta manera, se destaca que la muestra a participar posee las competencias, conocimientos y experiencia para complementar y discutir los hallazgos encontrados en el análisis documental. Por medio, de estas técnicas y el enfoque declarado se obtuvo datos sujetos a la realidad y contexto de la problemática, permitiendo realizar un análisis fundamentado, crítico y reflexivo a partir de los resultados obtenidos, los cuales se detallarán a continuación.

5. Resultados y discusión

La protección radiológica es un tema poco explorado desde el campo educativo, puesto que, se considera responsabilidad de otra ciencia; sin embargo, desde lo acontecido por la crisis sanitaria del COVID-19, hubo casos alarmantes de vulneraciones a las normativas vigentes para la protección y seguridad de los operadores y usuarios que manipulan equipos que emiten radiación ionizante. En tal punto, es necesario revisar la normativa vigente; este proceso se realizó mediante un análisis documental, bajo dos premisas: normativas vigentes de

organismos e instituciones que se encargan de la protección y seguridad radiológica, e investigaciones de autores que abordan la protección y seguridad radiológica.

Tabla 4. Revisión documental

Tema	Revisión		
	Analizado	Excluido	Total
Normativas vigentes de organismos e instituciones	9	5	4
Investigaciones de autores en torno a la protección y seguridad radiológica	28	21	7

Nota: Creación propia a partir de los resultados obtenidos de la revisión documental.

Del primer tema, se analizó un total de nueve documentos, los mismos que fueron excluidos cinco, debido al criterio de: estar escrito en otro idioma y por ser documentos que no están vigentes actualmente. Del segundo tema, se revisó un total de veinte y ocho investigaciones, para lo cual se obtuvo veinte y unas exclusiones, debido a que, el resumen y las conclusiones no estaban sujetas al tema de estudio, también tenían poca fiabilidad en la presentación de resultados, y no se abordaba el tema de protección y seguridad radiológica.

Este proceso de revisión documental, dio como primer resultado que, las investigaciones publicadas en torno al tema de la protección y seguridad radiológica están enfocados a un punto muy técnico y bibliográfico, ya que se detallan conceptos, nomenclaturas y fórmulas de protección, más no elementos de estrategias o procesos ante la protección y seguridad, los documentos encontrados se enfocan a un solo contexto en específico de estudio, es decir, investigaciones orientadas a una institución o lugar en particular. A continuación, se detallan los documentos puestos a análisis documental:

Tabla 5. Sistematización de autores

Normativas		Titulo/Tema
Organismo Internacional De Energía Atómica (2016)		De “Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad”
Consejo De Seguridad Nuclear (2012)		“Protección Radiológica/CSN”
Ministerio De Energía Y Recursos No Renovables del Ecuador (2022) ECUADOR		“Norma técnica para las actividades de licenciamiento y operación en radiología intervencionista, radiodiagnóstico médico, odontológico y veterinario”
Ministerio de Industria y Energía de Uruguay (2022)		“Norma uy 100 reglamento básico de protección y seguridad radiológica revisión ix”
Autores		Titulo/Tema
Cortés y Moncada Ruiz (2021)		“Diagnóstico acerca del uso de medidas de cuidado y protección radiológica por parte de tecnólogos y practicantes de radiología en estudios con radiación ionizante en instituciones de la salud del valle de Aburrá durante el año 2021”
Dornes, Vázquez y Abreu (2020)		Dilemas bioéticos y científico-tecnológicos en la protección radiológica
Zanzii (2016)		Modelo aplicado al pronóstico de la seguridad radiológica
Amador, Torres y Fundora (2022)		Análisis de los riesgos radiológicos en la medicina nuclear diagnóstica del Instituto de Hematología e Inmunología de Cuba
Caldero et al (2017)		Análisis de seguridad radiológica de una instalación PET/CT mediante el empleo de la matriz de riesgo
Ubeda et al (2021)		Valores éticos de la protección radiológica en procedimientos de radiodiagnóstico e intervencionismo radiológico
Moëne (2017)		Profesionalismo en el ejercicio de la Radiología

Nota: Creación propia a partir de los resultados de la sistematización bibliográfica.

Entre las normativas de entes y organismos tanto internacionales como nacionales, se revisó un total de cuatro documentos, los mismos que declaran las normativas vigentes hasta la actual fecha de esta publicación. En el ámbito internacional, el último documento sobre el reglamento para la protección radiológica, lo emitió el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en el año 2016, a partir del documento de “Protección Radiológica/CSN” emitido por el Consejo de Seguridad Nuclear (2012), el mismo, que detalla un sin número de artículos, reglamentos, normas y procedimientos que se deben seguir para garantizar la protección y seguridad radiológica; dicho documento, es el reglamento y normativa base para 180 países, incluido Ecuador. El OIEA declara diez principios básicos, que debe primar en toda institución y operador de equipos de radiación ionizante, los cuales son:

la responsabilidad de la seguridad, la función del gobierno, el liderazgo y gestión en pro de la seguridad, la justificación de las instalaciones y actividades, la optimización de la protección, la limitación de los riesgos para las personas, la protección de las generaciones presentes y futuras, la prevención de accidentes, la preparación y respuesta para casos de emergencia y las medidas protectoras para reducir los riesgos radiológicos existentes o no reglamentados (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2016, p. 3 - 4)

Estos principios son expuestos de manera descriptiva, detallando los antecedentes, las causas y consecuencias. Así mismo, se detalla de manera técnica los procedimientos que se deben llevar a cargo para mitigar efectos perjudiciales y el proceso de manejo e implementación de equipos de radiación ionizante, declarando estrategias procedimentales críticas en función a siete pasos de verificación, que cada institución que forma parte del organismo, debe contextualizar y seguir dichos elementos que son las bases de protección y seguridad radiológica.

Ahora, en el contexto ecuatoriano, se establece el reglamento *Norma técnica para las actividades de licenciamiento y operación en radiología intervencionista, radiodiagnóstico médico, odontológico y veterinario* que fue aprobado por el Ministerio De Energía y Recursos no Renovables del Ecuador (2022). El análisis de dicho documento dio como resultado que tiene una estructura similar al reglamento base de la OIEA (2016), destacando un conjunto de deberes, obligaciones de los operadores, las instalaciones, organismos y función del estado ante cualquier evento de protección radiológica. En dicho documento, se detalla los procedimientos para elaborar el Manual de Seguridad Radiológica dentro de 17 pasos a cumplir, más no detalla o brinda un ejemplo de las normativas a crear, dejando a la interpretación y responsabilidad de las instituciones que van a ofrecer el servicio de rayos X la creación de dichas normas.

Del resultado expuesto anteriormente, se procede a entrevistar a la muestra declarada. Y se pregunta: En tu experiencia, ¿qué elementos tienes en cuenta para la creación de un manual de protección y seguridad radiológica? De lo que se considera importante para establecer lineamientos para los operadores, usuarios e instalaciones donde se van a llevar a cabo los procedimientos de rayos x. También, el establecer los materiales e insumos que se deben utilizar, como la dosimetría, mandiles, instalaciones con blindaje que asegure que la radiación no salga del espacio establecido para el procedimiento. Al mismo tiempo, se debe tener en cuenta revisar las licencias de los operadores, como también las debidas señalizaciones y planes de emergencia en caso de alguna catástrofe.

Una vez identificados y descritos los elementos claves que todo manual de seguridad y protección radiológica debe poseer, se pregunta a la muestra de profesionales: ¿Cuáles son las estrategias procedimentales críticas, que debe tener un manual de seguridad y protección radiológica de una institución, donde dan el servicio de rayos X? Enfatizaron que, las estrategias procedimentales críticas dependen del manual de normas y uso que se establece en cada institución o lugar donde se desarrolla, sin embargo, si se tienen pasos comunes sobre las prácticas de

intervencionismo, las cuales son: Protocolos de protección radiológica, capacitación del personal, supervisión del uso de las pruebas radiológicas, evaluación crítica de las imágenes radiológicas y monitoreo de la exposición a la radiación.

Los aportes de los profesionales entrevistados guardan relación con lo expuesto en el marco referencial y la revisión documental, ya que, desde los organismos entes reguladores e investigadores mencionan los mismos cinco pasos como estrategias procedimentales críticas. Por lo tanto, aunque no se detalla el proceso didáctico o educativo en torno a las estrategias educativas procedimentales críticas, se puede generalizar que, surge la necesidad de solicitar la intervención para capacitar didácticamente a los operadores, para dar un cambio a prácticas que consideren lo propuesto por normas y que permitan el desarrollo de la capacidad crítica.

Igualmente, considerando la experiencia profesional como evaluadores en dichos procesos, se consulta si los operadores disponen de habilidades de pensamiento crítico al momento de llevar su práctica profesional. Existen criterios divididos, una parte mencionaba experiencias de casos particulares, donde, por no seguir las normas, se provocó altos niveles de deficiencia y negligencia en el manejo de los equipos que producen radiación ionizante. Estas respuestas, fueron dirigidas específicamente a la práctica técnica y conocimiento específicos en la materia.

Mientras que, otra parte de las respuestas, se orientaron a comentar sobre las capacidades humanas de los operadores en el manejo, mantenimiento y correcto funcionamiento de los equipos, para lo cual, se argumentó que dichas situaciones se dieron debido a la falta de preparación académica en un aspecto más amplio que un aprendizaje repetitivo y técnico, además de un aspecto ético, en el que los operadores aun conociendo que se están vulnerando las medidas de seguridad, continúan con la práctica de los equipos. Por lo tanto, es necesario integrar la criticidad dentro de los procesos procedimentales en la utilización de dichos equipos, con la finalidad de pensar, actuar y tomar decisiones oportunas que garanticen la seguridad radiológica.

Estas declaraciones, demuestran que las normativas para la seguridad y protección radiológica en el país, no se realizan de manera consciente y crítica. Tomando en cuenta, que quienes manejan los equipos son seres humanos que deben desarrollar la capacidad de: solucionar problemas, tomar decisiones y razonar, habilidades que forman parte del pensamiento crítico, las mismas que son indispensables ante cualquier riesgo que se den en su entorno profesional.

En contraste, con el contexto y realidad de Ecuador, se continúa con la revisión documental, donde se encontró el caso de Uruguay, en el que, el Ministerio de Industria Y Energía, evidencia un reglamento más exhaustivo y completo, con relación a la normativa ecuatoriana. En el cual, se expide un control riguroso mediante la evaluación de las normativas en función a la rúbrica y ejemplo estandarizado establecido en la “Norma uy 100 reglamento básico de protección y seguridad radiológica revisión IX”. Un caso particular, que solo dispone dicho país.

Los autores, Cortés y Moncada (2021), exponen el caso de una investigación realizada a profesionales que trabajan en centros de salud del Valle de Aburrá, Colombia. Participaron un total de 43 profesionales y se demostró la importancia de no solo tener protocolos atencionales dentro de una institución prestadora de servicios de salud, sino, la realización de campañas, capacitación y actualización del tema para que las entidades encargadas de prestar estos servicios reconozcan los niveles exponenciales y los riesgos a los que se pueden presentar por desconocimiento del debido uso e implementación de los protocolos, así mismo, parte de una adecuada praxis profesional, es de manera autónoma mantenerse actualizado y minimizar riesgos hacia sí mismo (tecnólogos) y hacia los pacientes. Dicha investigación, también abordó elementos estructurales y secuencias de procesos, dejando a manifiesto un grave problema sobre las capacidades de toma de resolución y conciencia de la importancia de la seguridad y protección radiológica.

La investigación de Dornes et al. (2019), aborda los dilemas bioéticos y científico tecnológicos en la protección radiológica, donde evidencia a partir de la cita de cinco investigaciones previas, que los profesionales de la salud en el campo de la radiología, no prestan la debida responsabilidad en sus pacientes, así como en tener las instalaciones correctas. Teniendo la premisa que el uso de los equipos radiológicos no provoca un daño significativo a los pacientes, debido que los mismos asisten un promedio de una a tres veces, en un lapso de diez años, a una toma de rayos X.

Es así, que la seguridad y protección radiológica se toma a la ligera, con descuido y poca criticidad. Sin embargo, estas acciones en muchos casos son perjudiciales, tal como lo demostró Amador et al. (2022), en su investigación detalla un estudio de caso, que durante y posterior de la crisis sanitaria en Cuba muchos pacientes que fueron intervenidos de manera constante con equipos de rayos X, tuvieron efectos determinísticos y estocásticos, durante dichos procesos. Por lo cual, establecieron una fuerte crítica y llamado al análisis de dichos riesgos producidos.

De la misma manera, Caldero et al. (2017), y Moënné (2017) demostraron la importancia de la intervención y análisis de las normativas para la seguridad y protección radiológica, en el caso de Caldero et al. (2017), mediante la utilización de una tabla como rúbrica para evaluar los riesgos que se pueden suscitar durante la manipulación y exposición de radiación ionizante. Mientras que, Moënné (2017) realizó un estudio bibliográfico y reflexivo de la ética profesional, que conlleva el uso de equipos que emiten radiación ionizante.

Luego de reflexionar sobre los resultados, considero que es menester establecer mecanismos que incluyan una capacitación pedagógica constante en materia de seguridad radiológica, pero sin descuidar el campo axiológico y con un enfoque encaminado a desarrollar habilidades del pensamiento, de tipo complejo y crítico, que le permita a los operadores observar, analizar, reflexionar, discriminar consecuencias y tomar las mejores decisiones, con criterio ético, holístico y

responsable, en cada una de las situaciones que enfrentan en sus labores diarias. Debido a la carga de trabajo, donde se encuentran expuestos a riesgos, no solo radiológicos, sino también biológicos; por infecciones de bacterias, virus y además riesgos psicosociales; por el estrés propio de su labor y la burocracia al momento de obtener la licencia. Situación que en ocasiones ha provocado que se cierren centros de medicina nuclear, siendo esta una de las razones por la cual el país este a la cola, de todo lo referente a tratamiento con radiaciones en la región.

6. Conclusiones

Al término de esta investigación, se puede manifestar que la protección y seguridad radiológica está sujeta a las normativas internacionales de los organismos bases, que constituyen dichos reglamentos. Sin embargo, dentro de la experiencia profesional, se aportó en el análisis de aquellas estrategias procedimentales críticas para la seguridad y protección radiológica en tecnólogos de imagen y profesionales del área de la salud, donde se exponen las siguientes conclusiones:

Al fundamentar los sustentos teóricos del desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, dentro de la ética profesional que conlleva la utilización de equipos de emisión de radiación ionizante, se determinó, que el desarrollo de un pensamiento crítico durante la ejecución de estrategias procedimentales, es imprescindible para la toma de decisiones oportunas y eficientes en la práctica profesional del operador de dichos equipos. La criticidad permite la utilización de habilidades de orden superior, las mismas que benefician el proveer y garantizar las normativas de protección y seguridad radiológica emitidas en los reglamentos bases de los organismos internacionales y nacionales como lo expresa la OIEA, el Consejo de Seguridad Nuclear y el Ministerio De Energía Y Recursos No Renovables del Ecuador.

Dentro del análisis documental junto a la entrevista realizadas a la muestra de los expertos, se pudo diagnosticar las estrategias procedimentales críticas, en las normativas se detallan procesos técnicos y éticos que el operador debe cumplir con base a los diez principios básicos de la protección y seguridad radiológica. Y, a su vez, las cinco estrategias procedimentales críticas se considera oportuno revalorizar e invitar a una reflexión crítica y ética en torno a una actualización y preparación profesional en torno a las habilidades del pensamiento crítico, que aunque las mismas, no estén presenten ni descritas en dichas estrategias, se considera importante, a revisar, que se deben comenzar a implementar de manera significativa y real antes dichas situaciones en el manejo de equipos de emisión de radiación ionizante para de esta manera poder evitar a futuros riesgos que puedan alterar la salud tanto al operador, al usuario y a la comunidad; por lo tanto, se enmarca el camino de la didáctica y fundamentos del pensamiento crítico como el medio a solución a dicha situación.

Finalmente, al término de los resultados obtenidos en esta investigación, se declara la importancia de la protección y seguridad radiológica, debido que, es un tema en tendencia a crecimiento y de atención prioritaria, puesto que, desde lo acontecido por el COVID-19, los tratamientos médicos basan su diagnóstico y tratamiento desde los resultados obtenidos a través de las radiográficas y diagnósticos de equipos que producen radiación, teniendo actualmente un auge y sobrecarga del uso constante de dichos equipos y de la carga laboral profesional del operador. Por lo que, es necesario hacer reflexión sobre la ética profesional y a la criticidad que se integra durante el proceso que conlleva el seguimiento de las estrategias procedimentales críticas, para el correcto funcionamiento de los equipos de emisión de radiación ionizante.

Referencias

- Ayola, M., y Moscote, E.(2018). Pensamiento crítico, estrategias para estimularlo e incidencia en la práctica pedagógica en el programa de licenciatura en Educación Infantil de la Universidad de la Guajira. *Revista Científica UISRAEL*, 5(3), 23-36.
<https://doi.org/10.35290/rcui.v5n3.2018.75>.
- Carrasco, D. (2016). Situación actual del ecuador en el uso y aplicaciones. Nucleares. *International Youth Nuclear Congress: Delegation to Latin America*
https://www.researchgate.net/profile/Javier-Carrasco-4/publication/299423789_SITUACION_ACTUAL_DEL_ECUADOR_EN_EL_USO_Y_APLICACIONES_NUCLEARES/links/56f56b6a08ae38d710a0d8a7/SITUACIONACTUAL-DEL-ECUADOR-EN-EL-USO-Y-APLICACIONES-NUCLEARES.pdf
- Comisión Internacional de Protección Radiológica (2011). Publicación 105. Protección radiológica en Medicina. <https://www.icrp.org/docs/P%20105%20Spanish.pdf>
- Consejo de Seguridad Nuclear (2015))Protección radiológica.
<https://www.csn.es/proteccion-radiologica>
- Consejo de Seguridad Nuclear (2012). Protección Radiologica /CSN.
<https://www.csn.es/documents/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica>
- Cortés, J., y Moncada, A. (2021). Diagnóstico acerca del uso de medidas de cuidado y protección radiológica por parte de tecnólogos y practicantes de radiología en estudios con radiación ionizante en Instituciones de la salud del Valle de Aburrá durante el año 2021.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/47740/jmcortesh.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Deroncele, A., Nagamine, M., y Medina, D. (2020). Bases epistemológicas y metodológicas para el abordaje del pensamiento crítico en la educación peruana. *Revista Inclusiones*, 7(4), 68-87.
<https://revistainclusiones.org/index.php/inclu/article/view/302>

- Dornes, R., Vazquez, Y., y Abreu, N. (2020). Dilemas bioéticos y científico-tecnológicos en la protección radiológica. *MediCiego*, 25(4), 490-500.
<http://www.revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/1173/2338>
- Elder, L. y Paul, R. (2005). Una guía para los educadores en los estándares de competencia para el pensamiento crítico. Estándares, principios, indicadores de desempeño y resultados con una rúbrica maestro en el pensamiento crítico. *Fundación para el pensamiento crítico*.
http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/EstandaresPensamientoCrítico_ESPAÑHOL.pdf.
- Galindo, A., (2022). ¿Qué es la radiación?. Organismo Internacional de Energía Atómica.
<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-radiacion>
- Ibarra, G., (2007). Ética y valores profesionales. *REencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, (49), 43-50. <https://www.redalyc.org/pdf/340/34004907.pdf>
- Karbowski, A. (2012). Biografía: Henri Antoine Becquerel (1852-1908). *Storytelling @ Teaching Model*, ed.
https://web.archive.org/web/20180406230542/http://science-storytelling.eu/files/Biographies/Biography_Becquerel_ENG.pdf
- Ministerio de Energía y Recursos no Renovables de Ecuador (2022). Norma técnica para las actividades de licenciamiento y operación en radiología intervencionista, radiodiagnóstico médico, odontológico y veterinario.
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2022-02/norma_t%C3%89cnica_final_scan_rev_uscem_feb-2022_final.pdf
- Ministerio de Industria, Energía y Minería Uruguay (2022). Norma uy 100 reglamento basico de proteccion y seguridad radiologica.
https://www.gub.uy/ministerioindustria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/documentos/publicaciones/NORMA%20UY%20100%20Rev%20IX_0.pdf
- Muñoz, A. (2013). Marie Sklodowska-Curie y la radioactividad. *Educación química*, 24(2), 224-228.

- http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187893X2013000200007&lng=es&tlng=es.
- Murillo, A., Galindo, A. y González, C. (2017). Desarrollo de habilidades del pensamiento de orden superior a través de actividades de desempeño. *Anfei Digital*, (6). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/360>
- Núñez, L., Gallardo, D., y Aliaga, A. (2020). Estrategias didácticas en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación básica. *Revista Eleuthera*, 22(2), 31-50. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=585968118004>
- Olivares, S. (2016). Desarrollar el pensamiento crítico: decidiendo en que creer. *Competencias transversales para una sociedad basada en conocimiento*, México, Cengage Learning, pp. 170-187. <https://latam.cengage.com/libros/competencias-transversales-para-una-sociedad-basada-en-conocimiento/>
- Ortega, E. (2021). Estrategias procedimentales para el desarrollo de competencias profesionales y actividad proyectual del diseño. *Perspectiva*, 1(17), 18-27. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/perspectiva/article/view/36414>
- Pérez, V., y De La Cruz, R. (2014). Estrategias de enseñanza y aprendizaje de la lectura y escritura en educación primaria. *Zona Próxima*, (21), 1-16. <https://www.redalyc.org/pdf/853/85332835002.pdf>
- Preciado, M. y Luna, V. (2010). Medidas Básicas de Protección Radiológica. *INCAN*, 22 (XVI) p, 25 - 30. <http://incan-mexico.org/revistainvestiga/elementos/documentosPortada/1294860259.pdf>
- Robles, A. (2019). La formación del pensamiento crítico: habilidades básicas, características y modelos de aplicación en contextos innovadores. *Rehuso*, 4(2), 13-24. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684>
- Segundo, J. (2022) Método inductivo. <https://concepto.de/metodo-inductivo/#ixzz7tESdtSiq>

- Torres, C. (2021). Elaboración de un manual de seguridad y protección radiológica para el densímetro nuclear. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15052>
- Urquiza, F. (2016). Diseño e implementación de un sistema de protección radiológica para la Unidad de Medicina Nuclear y Molecular del Hospital Carlos Andrade Marín – IESS, Quito. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5650>
- Vargas, G. (2020). Estrategias educativas y tecnología digital en el proceso enseñanza aprendizaje. Cuadernos Hospital de Clínicas, 61(1), 114-129. http://www.scielo.org.bo/pdf/chc/v61n1/v61n1_a10.pdf
- Vásquez, S., y Villacis, W.(2019). Implementación de un Programa de Protección Radiológica en laboratorios que utilizan equipos y fuentes emisoras de radiación ionizante y en el Servicio de Radiodiagnóstico Odontológico de la Escuela Politécnica Nacional. *Revista Politécnica*, 43(1), 51-60. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292019000200051&lng=es&tlng=es
- Vendrell, M., y Rodríguez, J. (2020). Pensamiento Crítico: conceptualización y relevancia en el seno de la educación superior. *Revista de la Educación Superior*, 194(49), 9-25. <https://www.scielo.org.mx/pdf/resu/v49n194/0185-2760-resu-49-194-9.pdf>
- Ubeda, C., Soffia, P., Inzulza, A., Miranda, P., Aragón, G., & Diego, A. (2020). Valores éticos de la protección radiológica en procedimientos de. *Revista Chilena De Radiología*, 27(4), 164-169. <https://doi.org/10.24875/RCHRAD.M21000008>
- Yeung, P., Pinson. J., Lawson. M, Leong. C, y Badawy. M,. (2022). COVID-19 pandemic and the effect of increased utilisation of mobile X-ray examinations on radiation dose to radiographers. *J Med Radiat Sci*, 69 (2), 147-155. doi: 10.1002/jmrs.570..
- Zanzz, F.,(2016). Modelo aplicado al pronóstico de la seguridad radiológica. *Revista Peruana de Psicología y Trabajo Social*, 3(1), p. 125-140, <http://revistas.uigv.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/60>

