



**Universidad de Camagüey**  
**“Ignacio Agramonte Loynaz”**  
**Centro de Estudios de Ciencias de la Educación**  
**“Enrique José Varona”**



**FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS EN  
TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR**

**Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Educación**

**MAURICE JOSÉ GONZÁLEZ BASULTO**

**Camagüey, Cuba**

**2024**



**Universidad de Camagüey**

**“Ignacio Agramonte Loynaz”**

**Centro de Estudios de Ciencias de la Educación**

**“Enrique José Varona”**



**FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS EN  
TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR**

**Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Educación**

**Autor: Prof. Auxiliar, Lic. Maurice José González Basulto, M. Sc.**

**Tutores: Prof. Titular, Lic. Carlos Manuel Morales Crespo, Dr. C.**

**Prof. Titular, Lic. Marisela de Caridad Guerra Salcedo, Dr. C.**

**Camagüey, Cuba**

**2024**

*"El pueblo más feliz es el que tenga mejor educados a sus hijos en la instrucción del pensamiento y en la educación de los sentimientos. Un pueblo instruido será siempre fuerte y libre."*

*Martí J. Obras Completas.1963, t.19, p. 375.*

## AGRADECIMIENTOS

*A mis tutores y amigos Dr. C. Carlos Manuel Morales Crespo y Dr. C. Marisela de la Caridad Guerra Salcedo, por confiar en mí y creer que no los defraudaría, por no dejarme solo, y brindarme cada minuto de su tiempo, por enseñarme que los obstáculos de la vida están para vencerlos, por ser mis ejemplos y sobre todo mis guías.*

*Al MSc. Lergis Guilmo Rabassa Rosales y la MSc. Rosa María Rosales Ventura por apoyarme y estar siempre presentes en todos mis logros*  
*A mis padres Yolanda y Frank por apoyarme y cuidarme siempre.*

*A mi familia por darme fuerza cuando sentía perderlas.*

*A mis amistades de siempre la Dr. C. Jaqueline García Rodríguez y Dra. Daymir López Ramírez por siempre estar al tanto en toda mi formación y crecimiento profesional y personal,*

*A todos mis compañeros de Trabajo por su apoyo incondicional, los que siempre me brindaron su mano amiga y me apoyaron cada vez que los necesite.*

*Al colectivo docente del CECEDMC, por ayudarme a crecer profesionalmente y enseñarme que entre todos podemos lograr un mundo diferente y más preparado.*

*A todos muchas gracias.*

DEDICATORIA

*A DIOS por iluminar y guiar mi camino hacia el éxito.*

## SÍNTESIS

La presente investigación pertenece al grupo y proyecto de investigación científica “Profesionalización de los sujetos del proceso educativo” en la Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte y Loynaz”. Está orientada a dar respuesta al problema relacionado con las insuficiencias relativas al desempeño profesional de los tecnólogos de medicina nuclear. Tiene como objetivo valorar la efectividad de una estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, a partir de un modelo de igual naturaleza. Se emplearon métodos de los niveles teórico, empírico y estadístico-matemático, entre ellos, la modelación sistémico-estructural-funcional en la elaboración de los principales resultados. Como resultado práctico, se brinda una estrategia pedagógica, sustentada en un modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear que, como constructo teórico, devela la estructura, funciones, relaciones entre sus partes constitutivas y las cualidades sinérgicas que lo singularizan, la pertinencia proyectiva, la idoneidad ejecutora, la autonomía en la gestión y la lógica contextualizadora e integradora. La novedad científica radica en las nuevas relaciones teóricas que devela el modelo, las cuales denotan la lógica contextualizadora e integradora de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, desde la profesionalización de los tecnólogos. Se confirma la factibilidad de la estrategia y el modelo, mediante criterio de expertos, con la aplicación del método Delphi. Se corrobora la efectividad de la estrategia, a partir de la realización de un preexperimento, desarrollado con tecnólogos del servicio de Medicina Nuclear en el Hospital Docente de Oncología “María Curie” de Camagüey.

## Índice

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROCESO DE PROFESIONALIZACIÓN DE LOS TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR</b> .....	12
1.1- Fundamentos epistemológicos de la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear para la gestión de desechos radiactivos .....	12
1.2- Caracterización histórico-tendencial de la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear en Cuba. ....	29
1.3- Caracterización del estado actual de la gestión de desechos radiactivos por tecnólogos del departamento de Medicina Nuclear del Hospital Docente de Oncología “Marie Curie” de Camagüey .....	42
<b>CAPÍTULO II.- MODELO DE FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS PARA TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR</b> .....	53
2.1- Sustentación teórica del modelo . ....	53
2.2- Descripción de la estructura conceptual de la competencia gestión de desechos radiactivos para tecnólogos de medicina nuclear .....	57
2.3- Argumentación del modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos para tecnólogos de medicina nuclear .....	63
<b>CAPITULO III. ESTRATEGIA PARA LA FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS EN TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR</b> .....	84
3.1- Descripción de la estrategia para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear .....	84
3.2- Valoración de la pertinencia del modelo y la estrategia mediante criterio de expertos.....	110
3.3- Análisis de los resultados de la implementación de la estrategia mediante un preexperimento en el Hospital Docente de Oncología “Marie Curie” de Camagüey .....	113
<b>CONCLUSIONES</b> .....	123
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	125
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	
<b>ANEXOS</b> .....	

## INTRODUCCIÓN

El uso creciente de las radiaciones y los materiales radiactivos en el mundo ha creado una demanda de profesionales de la medicina nuclear, tanto a nivel internacional como en Cuba. La sociedad requiere de tecnólogos competentes y especializados para trabajar en áreas técnicas de las ciencias médicas, como es la medicina nuclear, en la cual el uso de las radiaciones ionizantes es de vital importancia para la investigación, tratamientos y diagnósticos médicos. Ello exige un proceso de profesionalización que conduzca a una elevada preparación práctica y teórica del tecnólogo en general y, de modo particular, en el desarrollo de su desempeño para la gestión de desechos radiactivos (González, et al., 2023b).

Las fuentes de radiación ionizante se producen para una amplia gama de aplicaciones en medicina, industria, agricultura, investigación y educación. Como resultado de la producción inicial de materiales radiactivos y sus diversos usos se generan desechos radiactivos en diferentes formas (sólidos, líquidos o gaseosos) o también se pueden presentar en otros elementos físicos, químicos y/o biológicos.

A lo largo de la historia, médicos, tecnólogos, enfermeras y otros profesionales se han relacionado con el uso de las radiaciones ionizantes con finalidades médicas y terapéuticas, especialmente en los campos como la radiología intervencionista y la cardiología. La especialidad experimenta una demanda creciente de exploraciones y terapéutica en el campo de la oncología y la medicina nuclear, donde se originan desechos radiactivos durante y después de aplicados los tratamientos, investigaciones o diagnósticos. Dada la amplia gama de tipos de desechos y la posibilidad de variaciones en las formas en que estos se originan y gestionan, debería prestarse especial atención a las cuestiones de seguridad que planteen su gestión y su control reglamentario. Los regímenes prescritos para esa gestión y control deberían ser sensibles y receptivos a estos factores (Boice et al., 2020).

Los desechos pueden contener radionucleidos en cantidades tales que supongan serios riesgos para la salud humana y el medio ambiente si no se gestionan correctamente. Las malas prácticas seguidas con tales



fuentes en el pasado han dado como resultado exposiciones a la radiación del personal operador y miembros del público y, a veces, han causado amplias contaminaciones del medio ambiente.

Los desechos radiactivos en la República de Cuba se derivan de las aplicaciones beneficiosas de materiales radiactivos en diferentes ramas de la vida económica y social como son: la industria, la medicina, la agricultura y la investigación. La gestión de estos desechos radiactivos ha de realizarse en condiciones de seguridad. En la actualidad, el uso de las radiaciones ionizantes en Cuba está asociado a las ya mencionadas aplicaciones, por lo que los desechos radiactivos que se generan son de baja y media actividad (Convención Conjunta sobre Seguridad, Cuba; 2017).

Dentro de este orden de ideas esta Convención planteó que: la gestión de los desechos radiactivos se efectuará de forma que:

- a) se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente;
- b) las repercusiones previstas para la salud de generaciones futuras no sean mayores que las aceptables actualmente;
- c) no se impongan cargas indebidas a las generaciones futuras; y
- d) los posibles efectos para la salud humana y el medio ambiente fuera de las fronteras nacionales no sean mayores que los aceptables en el país. (p.5)

La gestión de desechos radiactivos incluye todas las actividades administrativas y operacionales necesarias para la manipulación, segregación, recogida, almacenamiento, tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, transportación, y/o disposición final. El objetivo de la gestión de desechos radiactivos es obrar con estos desechos de forma tal que se protejan la salud humana y el medio ambiente.

Los desechos radiactivos y su gestión han sido estudiados por autores como Amiard (2021); Capelli (1998); Deng et al. (2020) y Kumar et al. (2022). Según Capelli (1998), el manejo inadecuado de los desechos hospitalarios son causas directas de accidentes laborales y de enfermedades nosocomiales y que, en América Latina, las altas tasas de enfermedades infecciosas son por las malas prácticas de manejo, por la

carencia de tecnología para su tratamiento y disposición final, la falta de reglamentación específica para ello y de personal capacitado que diferencie entre los desechos que constituyen un riesgo y cuáles no.

Investigadores como Cáceres (2011), Ruíz (2013) y Travieso (2010) demuestran que el mejoramiento del desempeño profesional desde la superación puede ser aplicado a disímiles sectores de la sociedad, ya que toda actividad humana es perfectible, sobre el sustento de la necesaria actualización del conocimiento, para asumir las transformaciones y avances tecnológicos en aras del bienestar social, mediante el mejoramiento del desempeño profesional.

En el marco de la globalización, las profesiones reciben influencias por la apertura de las fronteras y las nuevas tecnologías, lo cual propicia el surgimiento de nuevas profesiones y la reorientación de otras existentes. Por tal motivo se señala que estas como son ahora, sólo tienen del pasado la continuidad simbólica con el grupo ocupacional de referencia de la edad media, al tiempo que generan la necesidad de actualización constante y el grado de profesionalización de quienes ofrecen sus servicios a la sociedad, en especial, en sectores como la salud, ya que los diagnósticos y los procedimientos médicos, gracias a las tecnologías actuales, son más exactos y mejores. (Fernández y López, 2007)

El acelerado avance y uso de las radiaciones ionizantes abarca prácticamente todas las esferas de la vida del hombre, que obtiene sus beneficios tanto, en aplicaciones médicas, como industriales y de investigación. Sin embargo, la exposición a las radiaciones ionizantes puede llegar a causar efectos dañinos para la salud humana y para el medio ambiente, por lo que se hace necesaria su aplicación con el cumplimiento de estrictos requisitos de seguridad. (González et al., 2024)

Acerca de los desechos radiactivos y su gestión se han pronunciado diferentes autores, entre ellos: Alvarracín, Ávila y Cárdenas (2016); Darda et al. (2021) y Natarajan et al. (2020). Según Marijuán (2017), el término gestión de los desechos radiactivos agrupa el conjunto de actividades técnicas y administrativas para su acondicionamiento y control, de modo que se garantice una protección adecuada del medio ambiente y

de las generaciones actuales y futuras. Sin embargo, continúa siendo limitado el desempeño de los tecnólogos de la medicina nuclear durante la gestión de los desechos radiactivos.

Del mismo modo, es válido resaltar que la profesionalización es un proceso que debe contribuir a la formación del modo de actuación profesional, desde una sólida comprensión del rol expresada en la lógica de la profesión y en un contexto histórico determinado. Añorga et al. (citado por Lescaille, 2017), considera que:

(...) la profesionalización es un proceso que tiene su génesis en la formación escolarizada del individuo, más alcanza su plenitud en la Educación Avanzada. Posee como esencia la reorientación o especialización según el caso, de los recursos laborales calificados, a través del cual se logra alcanzar la eficiencia en la adquisición y/o desarrollo de las competencias básicas exigidas por el modelo profesional (...). (p. 30)

En este sentido, el autor considera importante que el tecnólogo de medicina nuclear sea capaz de garantizar un conjunto de habilidades y actitudes que se correspondan con el desempeño de su profesión, relacionadas principalmente con la gestión de desechos radiactivos, ya que esta involucra todos los procesos relacionados con la utilización de isótopos radiactivos de uso médico, tanto para la investigación, como para el diagnóstico y tratamiento de varias enfermedades.

Profesionalizar a estos especialistas es de vital importancia para los servicios que emplean estos isótopos radiactivos, ya que su preparación va encaminada, no solo a elevar su nivel científico técnico, sino también a garantizar una mayor seguridad al paciente, al resto del personal expuesto y al medio ambiente. Según Asin y Almaguer (2017):

Vinculado a la profesionalización está el desempeño profesional, visto como la capacidad de un individuo para efectuar acciones, deberes y obligaciones propias de sus funciones profesionales que exige un puesto de trabajo. Esta se expresa en el comportamiento o la conducta real del trabajador en relación con las otras tareas a cumplir durante el ejercicio de su profesión. Este término designa lo que el profesional en realidad hace y no sólo lo que sabe hacer. (p. 29)

Este mismo autor considera que la profesionalización va orientada a consolidar la formación del individuo como profesional competente y comprometido que se identifica con la profesión, consolidando sus conocimientos y habilidades, así como las cualidades profesionales y personales, que lo conduzcan a una actuación profesional responsable. El trabajador de salud que genera o manipula desechos contaminados, sin tener una profesionalización o sin contar con directivas técnicas normativas que resguarden su labor y seguridad, se convierte en un vector de infecciones tanto para su entorno laboral, como ambiental.

En países como El Salvador, Argentina, Uruguay, Colombia, México, Costa Rica, Chile y España, la profesionalización se perfecciona mediante especialidades, diplomados, doctorados y becas en EE. UU, algunas de ellas con educación a distancia basada en videos, conferencias y guías de estudios, con el objetivo de profundizar en los conocimientos actuales de la especialidad en diferentes temas, para desenvolverse en el escenario globalizado y competitivo que se presenta en la actualidad. En la sistematización realizada por el autor, se identificaron limitadas acciones de profesionalización en gestión de desechos radiactivos por los tecnólogos del servicio de medicina nuclear en el Hospital Docente de Oncología “María Curie”.

Por lo antes expuesto, los resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados y la experiencia del autor como Responsable de Protección Radiológica en el Hospital Docente de Oncología “María Curie”, con 11 años de experiencia en esta rama y, además, como profesor principal de la especialidad de Imagenología y Radiofísica Médica, en la Facultad de Tecnología de la Salud de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, se evidenció que, aunque existen acciones que desarrollen formas de preparar a estos tecnólogos, todavía persisten limitaciones tales como:

- Insuficientes conocimientos sobre las características radiológicas de los desechos radiactivos, requeridos para su clasificación, segregación y manejo adecuado hacia su disposición final.

- Insuficiencias en la ejecución de procedimientos tecnológicos durante la gestión de los desechos radiactivos, que incrementan los riesgos de contaminación y pueden ocasionar daños a la salud y al medio ambiente.
- Limitado tratamiento de la gestión de desechos en el pregrado, que adolece de un tratamiento contextualizado e integrado de sus etapas, procedimientos y principios.
- Pobre tratamiento a la gestión de desechos radiactivos desde el postgrado, que reproduce las insuficiencias del pregrado y persiste el enfoque fragmentado y descontextualizado de la formación para dicha gestión, por lo que no siempre se resuelven las carencias con que egresan del pregrado y se limita el desempeño profesional de los tecnólogos.
- Escaso desarrollo de los recursos personológicos en los tecnólogos, necesarios para la ejecución idónea de la gestión de desechos radiactivos.

No obstante, como potencialidad se aprecia interés y disposición de los tecnólogos para participar en acciones de profesionalización. En este sentido las insuficiencias evidencian carencias cognitivas, procedimentales, axiológicas y actuacionales, las cuales constituyen falencias en la formación de los Licenciados en Imagenología y Radiofísica Médica, que se reflejan en el modo de actuación profesional, durante la aplicación del método tecnológico en la gestión de desechos radiactivos y limitan su desempeño profesional.

Por otra parte, si los Licenciados en Imagenología y Radiofísica Médica, que laboran en la esfera de la medicina nuclear, poseen limitaciones en su formación para lograr competencia en la gestión de los desechos radiactivos, se afectará su capacidad para enfrentar los retos que impone el empleo de tecnología nuclear en las actividades diagnósticas y terapéuticas.

Todo lo anteriormente expresado lleva al planteamiento del **problema científico**: insuficiencias en el proceso de formación de los tecnólogos de medicina nuclear que limitan su desempeño en el manejo de desechos radiactivos.

Varios autores, entre los que se encuentran Añorga (2012); Asin y Almaguer (2017); Olivares et al. (2023) y Pérez (2015), coinciden en señalar la contribución del proceso de profesionalización al mejoramiento del desempeño profesional.

De este modo, para dar solución al problema científico citado, se seleccionó como **objeto de estudio**: el proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear.

Por otra parte, según Perrenoud (1994), las competencias deben considerarse como “componentes del proceso de profesionalización” (p. 207). Las competencias profesionales se conceptualizan desde diferentes ámbitos, por varios autores, como son: Abrante Cabrera y Abrante (2019); Ceniz (2021); Colunga y García (2015); Galdeano y Valiente (2010); Santos (2008) y Tobón (2013). En particular Abrante Cabrera y Abrante (2019) consideran a las competencias como la capacidad de movilizar saberes, capacidades socio afectivas, habilidades, actitudes, valores y comportamientos que ocasionan un desempeño exitoso en las funciones y tareas a desarrollar en correspondencia con el principio de la idoneidad demostrada.

Esta misma autora, determinó las competencias profesionales específicas para el Licenciado en Imagenología y Radiofísica Médica. Sin embargo, no incluye la gestión de los desechos radiactivos como competencia para aquellos licenciados cuya esfera de actuación es la medicina nuclear. No obstante, la gestión de desechos radiactivos involucra contenidos cognitivos, procedimentales, actitudinales, motivacionales y actuacionales, que justifican su concepción como una competencia necesaria en la profesionalización de los tecnólogos de la medicina nuclear.

Se aprecia un **vacío teórico**, manifiesto en la escasa sustentación teórica y metodológica relativa a la lógica de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en los tecnólogos de medicina nuclear y en la necesidad de contar con la descripción conceptual y estructural de esta competencia.

En este sentido, el **objetivo** consiste en: valorar la efectividad de una estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de la medicina nuclear, basada en un modelo de igual naturaleza.

En relación con el objetivo formulado, el **campo de acción** se identificó en: la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.

**En calidad de hipótesis** se asume que la implementación de una estrategia pedagógica, sustentada en el modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, el cual devela las relaciones de coordinación y complementación entre los subsistemas Comprensión del contexto radiológico, Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos, Transformación del contexto radiológico y entre sus componentes estructurales, puede atenuar las insuficiencias relativas al desempeño profesional de los tecnólogos de medicina nuclear en gestión de desechos radiactivos.

Para dar solución a la hipótesis y cumplir con el objetivo de la investigación se realizaron las siguientes

**tareas científicas:**

1. Fundamentación epistemológica de la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear, orientada a la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.
2. Caracterización histórico-tendencial de la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear en Cuba.
3. Diagnóstico del estado actual de la gestión de desechos radiactivos en tecnólogos del Departamento de Medicina Nuclear del Hospital Docente de Oncología “Marie Curie” de Camagüey.
4. Elaboración de un modelo pedagógico de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en los tecnólogos de medicina nuclear.
5. Elaboración de la estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en los tecnólogos de medicina nuclear.
6. Valoración de la pertinencia del modelo y la factibilidad de la estrategia mediante criterio de expertos y de su efectividad a través de un preexperimento pedagógico.

En el proceso de investigación, en correspondencia con el objetivo planteado y las tareas de investigación científica, se emplearon los siguientes **métodos y técnicas**:

## **Del nivel teórico**

**Histórico-lógico:** posibilitó la determinación de la evolución histórica y lógica del proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear en gestión de desechos radiactivos.

**Inducción y deducción:** en el establecimiento de la hipótesis y la determinación de las categorías que surgen en el proceso investigativo del objeto y el campo de investigación para la elaboración de conclusiones sobre el proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear, además, en la interpretación de los resultados de la aplicación de los métodos empíricos.

**Análisis-síntesis:** transita la lógica de la investigación científica, necesarias para la interpretación de la información bibliográfica referida a los fundamentos teóricos del proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear, en la gestión de desechos radiactivos, con énfasis en la valoración crítica de dicho proceso.

**La modelación sistémico-estructural-funcional** para la fundamentación y argumentación del modelo pedagógico y la explicación de las relaciones entre los subsistemas y componentes, además, el diseño, estructuración y funcionalidad de la estrategia dirigida a la profesionalización en calidad de instrumento para concretar el modelo teórico.

## **Del nivel empírico**

**Observación:** para la caracterización actual del campo investigado y en la corroboración de los principales resultados investigativos alcanzados.

**Encuestas a los tecnólogos de medicina nuclear:** para constatar las regularidades del proceso de profesionalización en gestión de desechos radiactivos.

**Entrevistas a directivos y profesores:** en función de comprobar el tratamiento dado al proceso de profesionalización en gestión de desechos radiactivos.

**Criterio de expertos:** en la valoración de la pertinencia y factibilidad del modelo y la estrategia para la profesionalización en gestión de desechos radiactivos.



**Análisis documental:** permitió la sistematización de la información relacionada con la profesionalización de desechos radiactivos en los tecnólogos de medicina nuclear.

**El criterio de expertos:** con la aplicación del método Delphi, en la variante propuesta por Campistrout y Rizo (2003), para la valoración de las dimensiones e indicadores, el modelo y la estrategia pedagógica.

**El experimento en su modalidad de preexperimento,** en función de valorar las transformaciones cualitativas y cuantitativas resultantes de la implementación de la estrategia pedagógica.

### **Métodos matemático-estadísticos**

Se utilizó el análisis porcentual, para el procesamiento de los datos obtenidos a partir de la aplicación de los métodos y las técnicas de carácter empíricos. De la estadística descriptiva, se emplearon tablas de frecuencias, absolutas y relativas, y gráficos para el procesamiento y presentación de la información obtenida a través de técnicas del nivel empírico. De la estadística inferencial, se aplicó la dícima de McNemar para determinar la significatividad del cambio en la variable utilizada en la hipótesis.

La población está conformada por 20 tecnólogos del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Docente de Oncología “María Curie”. Como muestra se consideró intencionalmente la totalidad de la población.

**La contribución a la teoría** consiste en la definición conceptual y estructural de la competencia gestión de desechos radiactivos, para la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear y en el modelo pedagógico de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, que devela los subprocesos que lo singularizan, sus funciones, las relaciones que se establecen entre ellos y cualidades que derivan de sus interrelaciones.

**El aporte práctico,** consiste en una estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en los tecnólogos de medicina nuclear.

**La novedad científica,** se singulariza en la lógica contextualizadora e integradora de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear y en las restantes

cualidades sinérgicas, producto de las relaciones esenciales que tienen lugar en este proceso, como son: la pertinencia proyectiva, la idoneidad ejecutora y la autonomía en la gestión.

El informe consta de introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En el Capítulo I se presenta una sistematización de los fundamentos teóricos del proceso de profesionalización de tecnólogos de medicina nuclear y de la formación de competencias, con énfasis en la gestión de desechos radiactivos, además, se realiza el análisis histórico del proceso, así como los resultados de la caracterización del estado actual de la gestión de desechos radiactivos y de su formación. En el Capítulo 2, se describe la estructura conceptual de la competencia gestión de desechos radiactivos, la argumentación del modelo y su concepción, principal aporte teórico de la investigación. En el Capítulo 3, se ofrece una descripción de la estrategia pedagógica, los resultados de la valoración de la factibilidad del modelo y la estrategia y de su efectividad a través del preexperimento pedagógico.

**CAPÍTULO I: EL PROCESO DE PROFESIONALIZACIÓN DE LOS TECNÓLOGOS DE MEDICINA  
NUCLEAR**

## **CAPÍTULO I: EL PROCESO DE PROFESIONALIZACIÓN DE LOS TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR**

En el capítulo se muestra el análisis histórico del proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear en Cuba y la sistematización de los fundamentos teóricos del proceso de profesionalización vinculado con la formación de competencias, con énfasis en la gestión de desechos radiactivos. Se discuten los resultados de la caracterización del estado actual de la gestión de desechos radiactivos.

### **1.1- Fundamentos epistemológicos de la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear para la gestión de desechos radiactivos.**

La Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declara, dentro de sus metas a cumplir en quince años, asegurar el acceso en condiciones de igualdad para todos los hombres y las mujeres a la formación técnica, profesional y superior, de calidad, incluida la enseñanza universitaria. Además, para ese mismo año, aumentar el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento. (ONU, 2022)

En ese marco surgen estudios que guardan estrecha relación con las ideas referidas anteriormente, puesto que poseen como función esencial facilitar el establecimiento de recursos y espacios para promover la formación humana integral; todo lo cual propone la formación de personas con un claro proyecto ético de vida en el marco de interdependencias sociales, culturales y ambientales (Pimienta, 2017; Tobón, 2017; Zabalza, 2017).

Se concuerda con Sánchez et al. (2019), quienes consideran que el desarrollo científico-tecnológico, socioeconómico, cultural y ecológico de la sociedad requiere de profesionales preparados, que den respuestas a las exigencias de su profesión. Estos autores plantean que la formación permanente y continuada debe incentivar a los egresados para que sean profesionales capaces de valorar, predecir y transformar la realidad, con desempeños profesionales que demuestren conocimientos teóricos y prácticos

significativos, respaldados por un pensamiento creativo e innovador, comprometidos con su responsabilidad social. En su opinión, esto se logra en un proceso de profesionalización de manera consciente y responsable. Existen diversos criterios y términos que definen la profesionalización, los cuales prevalecen en la actualidad. Según García et al. (2020), profesionalizar desde el diseño curricular es partir de los objetivos al atender lo que tributa cada disciplina al modelo del profesional, de este modo se da respuesta al encargo social que le corresponde a la época. En este sentido, varios autores, entre los que se encuentran Añorga (2012); Asin y Almaguer (2017), Olivares et al. (2023) y Pérez (2015) refieren la contribución de la profesionalización al mejoramiento del desempeño profesional.

Entre los investigadores que han tratado la profesionalización se encuentran: Añorga y Valcárcel (2018); Barbón y Añorga (2013); Ceniz (2021); Chirino (2018) (citado por Costa y Gómez, 2022); León-Hernández y Rojas-Concepción (2022); Matarranz (2022); Miranda et al. (2017); Olivares et al. (2020); Olivares et al. (2023); Peñalver (2017) y Travieso y Bandera (2020). De acuerdo con Añorga (2012), la profesionalización es:

(...) un proceso pedagógico profesional permanente que tiene su génesis en la formación inicial del individuo en una profesión, que lleva implícito un cambio continuo obligatorio a todos los niveles, con un patrón esencialmente determinado por el dominio de la base de conocimientos, propio de la disciplina específica de la profesión que ejerce. (p. 10)

En esta consideración se reconoce a la profesionalización como un proceso de carácter permanente y de naturaleza pedagógica, que trasciende a la formación inicial. En este mismo sentido, adquiere relevancia para la presente investigación lo planteado por Asin y Almaguer (2017), cuando afirman que, vinculado a la profesionalización está el desempeño profesional, como la capacidad de un individuo para efectuar acciones, deberes y obligaciones propias de su cargo y funciones profesionales que exige un puesto de trabajo. Ello, distingue a la profesionalización como un proceso pedagógico que establece una relación

directa con la práctica profesional, lo que la convierte en una vía pertinente para resolver las falencias que se manifiestan en el desempeño profesional.

La profesionalización es investigada desde diferentes perspectivas, lo que ha llevado a que esta sea considerada como una categoría por Maury (2005) y Torres (2002) (como se citó en Cruz et al., 2018); como un proceso por Addine y Blanco (2002); Añorga (1999); Herrera (2003); Imen (2004) y Martín (2004) (citados por Múgica 2011); como un principio por Arias (1997); Bermúdez y Pérez (1998); Corrales (1999) y Torres (1999) (citados por León y Herrera, 2010); Feijoo (1999); Fraga y Herrera (1998); Oliveira y Rumble (1992); Otto et al. (2002); Pagés (2000) y Patiño (1996). En la presente investigación se considera a la profesionalización como un proceso continuo a lo largo de toda la vida. En este mismo sentido, Olivares et al. (2023) suponen que “el desarrollo de la profesionalización no sería el mismo en los primeros momentos de su ejercicio que en los siguientes que podrían señalarse. Por tanto, este último nivel también es susceptible de momentos o niveles de desarrollo de la profesionalización con base en y desde la formación continua”. (p.131)

El autor de esta tesis considera que el criterio abordado por Olivares et al. (2023) es pertinente con el objetivo de esta investigación, ya que aborda la profesionalización desde una óptica amplia y reconoce la necesidad de incluir este proceso, tanto en la formación inicial como en la continuada. Lo anterior implica que la profesionalización se integra y se desarrolla a lo largo de la formación continua de los profesionales, lo cual coincide con el actual modelo de formación en la educación superior cubana.

El modelo de formación continua de la educación superior cubana está integrado por los componentes y particularidades siguientes: la Formación de Pregrado o formación inicial, que asegura la formación en los aspectos básicos de cada profesión, y permite al egresado brindar respuestas a los problemas más generales y frecuentes que se presentan en el eslabón de base de la profesión. En esta formación, la mayor responsabilidad recae en las universidades, con el apoyo de los organismos empleadores, la Preparación para el Empleo, que da continuidad al desarrollo y perfeccionamiento de los modos de actuación profesional

específicos, relacionados con el puesto de trabajo. Es concebida y ejecutada en las entidades laborales en coordinación con las universidades y la Educación de Postgrado, posibilita la especialización, la reorientación y la actualización permanente de los graduados universitarios, así como el enriquecimiento de su acervo cultural para su mejor desempeño, en función de las necesidades presentes y futuras del desarrollo económico, social y cultural del país. La responsabilidad del postgrado se comparte entre las universidades y los organismos empleadores. (Res. 138/2019)

En esta dirección, la formación continua en Cuba contribuye a la actualización permanente y sistemática de los egresados universitarios, el perfeccionamiento del desempeño de sus actividades profesionales y académicas, así como el enriquecimiento de su acervo cultural, aspectos que aparecen plasmados en la Resolución Ministerial 140/2019 (Resolución MES 140 /2019).

En el Plan de Estudio E (2020), para la formación de tecnólogos, licenciados en Imagenología y Radiofísica Médica, en Cuba, en correspondencia con el modelo de formación continua, se contemplan tres etapas articuladas: formación de pregrado, preparación para el empleo y formación de postgrado. Esto admite que, la profesionalización, como proceso permanente, se desarrolla a lo largo de las tres etapas de la formación continua, lo cual resulta relevante para la presente investigación.

De este modo, la educación de postgrado, como uno de los componentes del modelo de formación continua de la educación superior, da continuidad al pregrado en carreras de perfil amplio y a la preparación para el empleo. En la Resolución 140/19, se establece que la educación de postgrado, como nivel más alto del sistema de educación, garantiza la superación permanente de los graduados universitarios. Para su implementación se estructura en: superación profesional, formación académica de postgrado y doctorado, de estas se derivan varias formas organizativas que se diferencian por su objetivo y diseño curricular. En su Artículo 19, plantea que la superación profesional tiene como objetivo contribuir a la educación permanente y la actualización sistemática de los graduados universitarios, el perfeccionamiento del desempeño de sus

actividades profesionales y académicas, así como el enriquecimiento de su acervo cultural. Sus formas organizativas principales son: el curso, el entrenamiento y el diplomado. (p.1443)

En particular, el curso está dirigido a complementar, profundizar o actualizar la formación profesional alcanzada a través del proceso de enseñanza-aprendizaje organizado con contenidos que contribuyen al mejoramiento del desempeño. El entrenamiento está dirigido a actualizar, perfeccionar, sistematizar y consolidar habilidades y conocimientos prácticos con elevado nivel de independencia para el desempeño profesional o su reorientación, así como el uso de nuevos procedimientos y tecnologías.

Bernaza y Lee (2004) se refieren a la relación entre superación profesional y profesionalización. En tal sentido, señalan que ésta alcanza relevancia en la medida en que se orienta a la solución de problemas relacionados con la actualización y profesionalización del capital humano en interés de promover el perfeccionamiento permanente del hombre en la sociedad, con la intención de garantizar su propio desarrollo y el del área de su desempeño. Se coincide con Díaz (1996) en cuanto a que la superación profesional constituye un proceso de formación continua a lo largo de toda la vida profesional, que produce un cambio y mejora las conductas en las formas de pensar, valorar y actuar.

Al respecto, autores como Añorga (2014); Asin y Almaguer (2017); Bedoya (2015); Jiménez (2019) y Olivares-Paizan et al., (2021), lo consideran un proceso en el cual se adquieren un conjunto de acciones sistemáticas para optimizar conocimientos, habilidades, valores y prácticas, al sistematizar la apropiación de los saberes profesionales contextualizados, al tiempo que generan la necesidad de actualización constante y la profesionalización de quienes ofrecen sus servicios a la sociedad.

De acuerdo con Bernaza et al. (2018), los tipos de tareas docentes que deben ser utilizados en la superación profesional son: tareas de sistematización, tareas de gestión del conocimiento, tareas de desempeño, tareas de innovación y tareas de comunicación. Según estos mismos autores, las tareas de sistematización tienen como objetivo central la generalización y la producción de conocimiento, el cual se comparte con otros y se potencia la propia práctica, es decir el desempeño. Las tareas de gestión del conocimiento se orientan hacia



una gestión consciente y desarrollan habilidades para la búsqueda de información. Las tareas de desempeño se dirigen al perfeccionamiento del desempeño profesional y se realizan, generalmente, en escenarios laborales. Las tareas de innovación propician el pensamiento flexible, la inconformidad, el sentimiento de reto y la motivación para solucionar problemas. Las tareas de comunicación tributan al desarrollo de la comunicación profesional renovada y fundamentada. En particular, resultan relevantes las tareas de desempeño, las cuales deben provocar en el estudiante sentimientos, emociones positivas hacia el objeto de aprendizaje, es decir, niveles de satisfacción en relación a la actividad que realizan, para que desarrolle el sentido personal de su aprendizaje. Se coincide con Bernaza et al. (2018) en cuanto a las características de las tareas de aprendizaje que se proyectan en el curso, que se diferencian de las propias del entrenamiento, ambas como formas organizativas de la superación profesional.

Por otra parte, según los citados autores, el curso contribuye a complementar, profundizar o actualizar la formación profesional desde contenidos, los cuales incluyen resultados de investigación o aspectos que contribuyen al mejoramiento del desempeño, así como al enriquecimiento de la cultura y la personalidad del profesional. En él predominan contenidos de carácter teórico y metodológico, que pueden constituir premisa para el entrenamiento; prevalece en la orientación del profesor la lógica de la ciencia objeto de aprendizaje. Mientras que, por otro lado, el entrenamiento se orienta a la actualización, perfeccionamiento, sistematización y consolidación de habilidades y conocimientos prácticos, con elevado nivel de independencia y contribuye al enriquecimiento de la cultura del desempeño; en él predominan contenidos de carácter práctico que se sustentan en contenidos teórico metodológicos adquiridos en cursos precedentes; en la orientación se integra la lógica de la ciencia, con contenidos que pueden surgir, a partir de nuevas exigencias y tareas del puesto de trabajo.

Según Bernaza et al. (2018), el entrenamiento funciona mejor si se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- El profesional tiene que estar motivado por aprender, y lo estará si piensa que ello le va a reportar la satisfacción de alguna necesidad personal.

- El profesional debe sentirse satisfecho por su aprendizaje.
- Establece patrones y metas de desempeño acorde con sus potenciales.
- El profesional satisface su necesidad de dirección y retroalimentación con respecto a su progreso y estímulo para continuar.
- Aprende de forma activa y reflexiva, no pasiva ni conductista. El profesional aprende mejor haciendo y participando con una actitud reflexiva y crítica sobre su práctica que limitándose a atender.
- Las técnicas de entrenamiento deben utilizarse discriminadamente, para ajustarse a los objetivos del programa de entrenamiento y a las necesidades del profesional. Son métodos y técnicas esencialmente profesionales.
- Se debe dar un margen de tiempo para la autopreparación o el autoestudio antes de cada actividad de entrenamiento, en la que aparecen nuevas interrogantes, cuestionamientos y problemas que motivan a los profesionales a aprender.
- El error constituye un momento natural y de aprendizaje dentro del entrenamiento.
- La comunicación entre los profesionales que se entrenan y el tutor, así como entre los propios profesionales debe caracterizarse por la colaboración, la honestidad, la responsabilidad, el respeto mutuo, la solidaridad, entre otros valores.

El entrenamiento cumple diferentes funciones dentro de la superación profesional (Bernaza et al., 2018), entre ellas: 1) Abrir espacios para la vivencia, fundamentalmente profesional, en escenarios donde el profesional aprenda a hacer haciendo; 2) Desarrollar habilidades, destrezas y conocimientos, relacionados directamente con el desempeño; 3) Desarrollar actitudes y valores, que contribuyen al crecimiento del profesional como persona a través de su actividad y la comunicación entre él y los que participan; 4) Desarrollar la maestría profesional, mediante la elevación del nivel de generalización, pensamiento, actuación y toma de decisiones en términos globales y amplios.

El autor de la presente investigación considera que estas funciones del entrenamiento son relevantes para la formación de una competencia como vía para la profesionalización de los tecnólogos, desde la superación profesional. Además, se coincide con los citados autores en que el entrenamiento debe estar antecedido por una preparación inicial fuera del lugar de trabajo, que puede ser a través de un curso u otras formas, donde pueden ser utilizados métodos y medios, tales como: películas, diapositivas, videos, estudio de casos, discusión en grupo, paneles, debates, dramatización, simulación y juegos.

Por otra parte, se coincide con Torres y Zavala (2019) en cuanto a que la formación basada en problemas profesionales posibilita ofrecer: mayor motivación, aprendizaje más significativo, desarrollo de habilidades de pensamiento, integración de contenidos, transferencia de los contenidos a otros contextos ya sean reales o simulados, entre otras ventajas.

La superación profesional en gestión de desechos radiactivos constituye una singularidad respecto a la superación profesional como categoría general, lo cual permite caracterizarla como un proceso de formación profesional permanente, que contribuye a la profesionalización de los tecnólogos mediante contenidos radiológicos, ambientales y tecnológicos, de carácter cognitivo, procedimental y actitudinal, para el mejoramiento de su desempeño en dicha gestión.

La singularidad de la superación profesional en gestión de desechos radiactivos radica en que se trata de tecnólogos cuya profesionalización, en la formación de pregrado, se realiza desde una concepción de perfil amplio, donde los contenidos radiológicos, ambientales y tecnológicos tienen un tratamiento fragmentado, limitado a la protección radiológica y descontextualizado de los procedimientos tecnológicos propios de dicha gestión, en un contexto radiológico concreto de la medicina nuclear. No obstante, las concepciones actuales acerca de la superación profesional de los tecnólogos de medicina nuclear no rebasan estas limitaciones, al desarrollar un proceso que reproduce las insuficiencias de la formación de pregrado y restringe la efectividad de las acciones de superación. Esta realidad se repite sistemáticamente debido a que, desde la teoría, no se

explican las relaciones que contribuyan a una lógica que posibilite dotar a este proceso de la integralidad y contextualidad suficientes, para complementar la profesionalización de estos tecnólogos.

Por otra parte, según Perrenoud (1994), las competencias deben considerarse como “componentes del proceso de profesionalización” (p. 207). Ello significa que la formación de una competencia constituye un modo de contribuir a la profesionalización y, por ende, al mejoramiento del desempeño profesional de los sujetos implicados. Desde esta visión, se connota a la superación profesional como una vía para profesionalizar a los tecnólogos, mediante la formación de una competencia.

Como se expresó con anterioridad, las competencias profesionales han sido tratadas, desde diferentes ámbitos, por varios autores, entre los que se destacan Abrante-Cabrera y Abrante (2019); Ceniz (2021); Colunga y García (2015); Galdeano y Valiente (2010); Gómez-Rojas (2015); Solís et al. (2019) y Tobón (2013). Asimismo, la sistematización realizada reveló que existen diversas aproximaciones al concepto y clasificación de competencias Cejas y Pérez (2003); López (2016); Perrenoud (2004); Tobón (2013, 2014, 2017) y Vecino (2010). Sin embargo, se apreciaron elementos comunes, que permiten distinguir como componentes fundamentales de una competencia: el saber (conocimientos), el hacer (habilidades) y el ser (actitudes y valores), considerados éstos como determinantes para alcanzar un desempeño eficaz.

Han sido diversas las definiciones acerca de las competencias; sin embargo, varios autores coinciden en que son el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se ponen en funcionamiento en un contexto laboral determinado, a fin de solucionar un problema concreto de la práctica social, estas han sido asociadas a calidad, eficiencia, eficacia, pertinencia, responsabilidad, excelencia y acciones para lograr satisfacción (Ortiz et al., 2015). Se aprecia que las definiciones de competencia han progresado, en correspondencia con las exigencias del momento histórico concreto. A continuación, se ofrecen algunas de estas.

Santos (2005), plantea que las competencias son un sistema de conocimientos, habilidades, valores y cualidades de la personalidad que se movilizan en función de las necesidades individuales y sociales, las

cuales permiten el desempeño satisfactorio en el ejercicio de la profesión y que solo pueden ser evaluadas a través del desempeño. Por su parte, Cejas y Pérez (2003) afirman que son los conocimientos, motivaciones, hábitos, valores, habilidades, actitudes y aptitudes que el individuo aplica en su trabajo, con un desempeño eficiente, donde debe saber, saber hacer y saber ser.

Por su parte, Tobón (2007), al referirse a las competencias, señala que éstas son:

Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento metacognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico-empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas. (p. 17)

El referido autor destaca que las competencias no se desarrollan solas al aprehender una “teoría” sino que resulta vital que se perfeccionen y se recreen en la práctica de cada entorno o contexto de desempeño profesional. Estas ideas encuentran asidero en la propuesta que lidera la investigación y praxis sobre competencias en el entorno de los tratamientos y las investigaciones de la medicina nuclear.

Más recientemente, Tobón (2013) desde una perspectiva integral, apunta que las competencias son “Actuaciones integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto, desarrollando y aplicando de manera articulada diferentes saberes (saber ser, saber convivir, saber hacer y saber conocer), con idoneidad, mejoramiento continuo y ética” (p.93). Este mismo autor, refiere que las competencias:

(...) son procesos que las personas ponen en su acción-actuación-creación, para realizar actividades sistémicas y resolver problemas laborales y de la vida cotidiana, con el fin de avanzar

en la autorrealización personal, vivir auténticamente la vida y contribuir al bienestar humano, integrando el saber, con el saber hacer, el saber ser y el saber convivir. (p. 32)

En la presente investigación se asume esta definición, al considerar como pertinentes, para su propósito, las concepciones del citado autor, acerca de la competencia como un proceso que contempla el desarrollo de los recursos personales, vinculado con su actuación, como vía para resolver problemas de la sociedad. Además, se aprecia como relevante, su aporte a la autorrealización personal de los sujetos, a partir de la integración del saber, con el saber hacer, el saber ser y el saber convivir. Ello denota el carácter pedagógico del proceso de formación de las competencias.

Se reconoce que las competencias están asociadas a una compleja estructura de atributos necesarios en situaciones diversas, en las cuales se combinan conocimientos, habilidades, valores y actitudes con las tareas a desarrollar en la práctica (Machado y Montes de Oca, 2020; Rodríguez-Mena et al., 2019; Tejeda y Sánchez 2012 y Tobón et al. 2010). Por tanto, la formación de competencias es una consecuencia del proceso de asimilación de la experiencia histórico-social acumulada, como un proceso interactivo influenciado, tanto por la cultura como por la actividad de los sujetos. Es por ello por lo que, en la presente investigación, se le confiere significativa importancia a la formación de competencias y a la concepción de éstas, ofrecida por Tobón (2013), la cual es asumida por el sustentante, al apreciarlas como desempeños integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto, con idoneidad, compromiso ético y mejoramiento continuo, integrando sistémicamente el saber ser, convivir, hacer y conocer.

Todo ello, manifiesta lo que en opinión de múltiples autores constituyen los principales elementos que deben caracterizar a las competencias: son una actuación integral, buscan resolver problemas del contexto, se enfocan en el mejoramiento continuo y tienen como base el desempeño ético y la metacognición (Cano, 2008; Ceniz 2021; Morales y Varela, 2015; Olivares et al., 2023 y Tobón, 2013). Estas definiciones connotan al carácter holístico e integrador, contextual y reflexivo como elementos constitutivos de una competencia.

Por lo que, se hace necesario resaltar la integración y las relaciones que se establecen entre los saberes, movilizados de forma integrada y contextualizada, a través de su aplicación evidenciada en un desempeño eficaz, autónomo, flexible y responsable. En particular, la resolución de problemas del contexto apunta hacia una formación orientada a la transformación de la realidad contextual, la cual transcurre en la unidad teoría-práctica y es mediada por la actividad valorativa de los sujetos implicados. Se connota así a las acciones transformadoras del contexto como un elemento a considerar en la formación de las competencias.

En tal sentido, Rodríguez-Mena y Corral (2015), afirman que se trata de comprender cómo las personas construyen sentidos personales de lo que aprenden, cómo lo usan en el vínculo entre lo que el puesto laboral exige y lo que la persona desea. Es por ello, que el enfoque formativo basado en competencias se posiciona cada vez más en el ámbito educativo, como vía idónea para garantizar el logro de desempeños integrales (Mejías et al., 2021).

En ese sentido, existen estudios que enfatizan en identificar y describir las competencias, a partir del análisis y la proyección de diferentes perspectivas (Tobón, 2013). No obstante, se asume como metodología para abordar la competencia la empleada por autores que las identifican mediante el análisis de problemas y el estudio prospectivo de los procesos contextuales (Ceniz et al. 2020; Mejías et al., 2021 y Padilla y López, 2021).

Respecto a la estructura conceptual de la competencia, Tobón (2014), considera los elementos siguientes: formulación de la competencia; identificación de la competencia; problemas contextuales; ejes procesuales; indicadores o criterios de desempeño; y, las evidencias requeridas. Estos aspectos, son significativos para la estructuración conceptual de la competencia gestión de desechos radiactivos.

Abrante-Cabrera y Abrante (2019), determinaron las competencias profesionales específicas para el Licenciado en Imagenología y Radiofísica Médica. Sin embargo, no incluyen la gestión de los desechos radiactivos como competencia específica para aquellos licenciados cuya esfera de actuación es la medicina nuclear. No obstante, la gestión de desechos radiactivos involucra contenidos cognitivos, procedimentales,

actitudinales, motivacionales y actuacionales, que justifican su concepción como una competencia necesaria en la profesionalización de los tecnólogos de la medicina nuclear.

La competencia gestión de desechos radiactivos, a la luz de los referentes epistemológicos sustentados, acerca del carácter holístico e integrador, contextual y reflexivo como elementos constitutivos de las competencias, se concreta en una ejecución idónea de la gestión de estos desechos, respaldada en la proyección pertinente de la misma, para cuyo logro y perfeccionamiento continuo se requiere de la comprensión del contexto radiológico y de una actitud innovadora de los tecnólogos, con base en la valoración de la práctica profesional desde una visión transformadora de la realidad, para resolver problemas de un contexto radiológico determinado.

Pérez y Hernández (2014), con base en la teoría de Leóntiev, asumen que toda actividad, posee un plano cognitivo y otro instrumental; permitiendo ese último exteriorizar de diversas formas en la práctica todo lo adquirido internamente; se manifiesta así la dialéctica de lo interno y lo externo en la formación de la personalidad. Consideran que, por esta razón, al conceptualizar la comprensión debe tenerse en cuenta también su carácter instrumental e incluir todas aquellas acciones que revelan la comprensión alcanzada por el sujeto y no solo concentrarse en lo que ocurre en el plano interno. El autor pondera esta idea, dada su relevancia para la comprensión del contexto radiológico.

Los referentes analizados hasta este momento permiten considerar que la formación de esta competencia conlleva a una transformación, no sólo en la gestión de desechos radiactivos, sino también en los sujetos implicados en un contexto radiológico. Estas consideraciones poseen relevancia para la presente investigación, puesto que develan la concepción holística del contexto radiológico, a la vez que posibilitan asumir la comprensión y la transformación del contexto radiológico como elementos claves para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.

Desde esta perspectiva, el contexto radiológico incluye las fuentes radiactivas que se utilizan; los servicios diagnósticos y terapéuticos que se dispensan y sus desechos resultantes; el personal ocupacionalmente



expuesto; los pacientes y sus acompañantes; aspectos intangibles vinculados a las interacciones sujeto-objeto y sujeto-sujeto, que se producen como parte de la actividad y la comunicación en un área de medicina nuclear, como son: los conocimientos, procedimientos, actitudes y valores, de los que son portadores los sujetos encargados de la gestión de los desechos radiactivos y las interacciones con el medio ambiente. Lo anterior realza la importancia del diagnóstico del contexto radiológico para la formación de esta competencia. Así mismo, se es consecuente con los criterios de Hernández et al. (2015) y Tobón (2017), quienes realzan la colaboración como eje esencial en la formación de competencias, porque facilita el logro de metas que de otra manera serían difíciles de alcanzar. Ello comprende que las personas se coordinen y complementen sus saberes. Estos referentes apuntan hacia la ley de la mediación de lo psíquico (Vygotsky, 1987) y develan la necesidad de la potenciación de la mediación del otro, en un proceso colaborativo que garantice el intercambio de experiencias entre los sujetos y se complemente con la mediación de los objetos, los instrumentos, los signos y los significados presentes en el contexto radiológico.

Por otra parte, Hernández et al. (2019), aseguran que la calidad de los servicios de salud consiste en la aplicación de la ciencia y la tecnología médica de manera que rinda el máximo de beneficios para la salud sin aumentar con esto sus riesgos. Estos autores reconocen el empleo de tecnología dura; tecnología blanda-dura, asociada con protocolos, directrices y procesos; y, tecnología blanda en dichos servicios. Desde esta perspectiva, al considerar el carácter estructurado de los procederes tecnológicos en las diferentes etapas de la gestión de desechos radiactivos, resulta congruente la consideración de esta gestión como una tecnología blanda-dura. En opinión del autor, esta visión de la gestión de desechos admite un rol significativo a la mediación tecnológica en la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos. No obstante, con vistas a una conceptualización y estructuración de la referida competencia, así como a su posterior formación en tecnólogos de medicina nuclear, se requiere profundizar en cuanto a la gestión de los desechos radiactivos.

Diferentes autores incluyen a los desechos radiactivos dentro de los denominados desechos peligrosos. Según Álvarez (2005), los desechos peligrosos son “todas aquellas sustancias, materiales u objetos generados por cualquier actividad que, por sus características físicas, biológicas o químicas, puedan representar un peligro para el medio ambiente y la salud humana” (p.1). Para Alvarracín et al. (2016), los desechos peligrosos “son aquellos residuos producidos por el generador con alguna de las siguientes características: infecciosos, combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radiactivos, volátiles, corrosivos y/o tóxicos; los cuales pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente” (p.31). Todos tienen en común la posibilidad de afectar al medio ambiente y a la salud, aspecto que es relevante para la formación de la competencia en cuestión. En esta perspectiva, el medio ambiente se asume como “el sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades” (Ley 81, 1997, p.5). De todo ello se deriva la necesidad de una formación que contribuya a la elevación de la percepción de riesgos medioambientales en los tecnólogos durante la gestión de desechos radiactivos.

Para Alea y Jaula (2006); Bayés et al. (1996); Karam (2013) y Morán y Das (2004) la percepción de riesgo es la forma en que un individuo o un grupo perciben y valorizan determinado riesgo, que puede tener un significado diferente en dependencia del contexto donde estos actúen.

De acuerdo con Ogen (1995) y Kaspersen et al. (1988) (citados por Karam, 2013) la percepción de riesgo:

(...) es un producto socio-cultural complejo y, por lo tanto, antes de ser un hecho aislado, en términos de sensaciones e impulsos primarios, es en su totalidad una variedad de la personalidad y de la conformación histórica de esta última en relación con un determinado contexto, ya sea histórico o social. (p. 22-23).

Por su parte, Rodríguez y Álvarez (2006) incluyen en la percepción de riesgos “(...) los valores, las tradiciones, los estereotipos, las vivencias y los conocimientos, que tienen los individuos sobre determinados aspectos o fenómenos de la vida”. (p. 1). En estas ideas se aprecian rasgos que distinguen la percepción de

riesgos tales como: su carácter de proceso inherente al hombre, su relación con un evento adverso, amenaza o problema ambiental determinado y es el resultado de un proceso sociocultural complejo que toma en cuenta los conocimientos, los valores y las vivencias de los individuos en la sociedad. Todo lo anterior lleva a reconocer que para gestionar los desechos peligrosos es necesario tener cierta percepción del riesgo que su manejo entraña, lo cual demanda de los tecnólogos conocimientos, valores y vivencias.

Entre el personal en riesgo se incluyen: el personal asistencial, conformado por enfermeras, médicos de asistencia, técnicos de laboratorio y otras personas que generan desechos peligrosos, quienes se encuentran sometidos a riesgo por exposición antes de que los desechos sean depositados en los contenedores; personal de limpieza, en riesgo por exposición ocupacional, ya que ellos son quienes manejan los contenedores de desechos, los recolectan desde el lugar donde se generan y los trasladan a las áreas de almacenamiento y tratamiento; personal de mantenimiento, en riesgo por exposición ocupacional cuando repara o da mantenimiento a equipos que fueron contaminados por derrames o salpicaduras de desechos líquidos peligrosos; operadores de equipos de tratamiento, con riesgo en la manipulación de los desechos que no han sido envasados de forma adecuada; y, trabajadores en los sitios de disposición final, en riesgo por exposición a agentes infecciosos, especialmente polvos y aerosoles, cuando los desechos no han sido tratados previamente.

Diferentes fuentes hacen referencia a la gestión de los desechos radiactivos. Según el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, 2013), el término gestión de los desechos radiactivos agrupa el conjunto de actividades que se realizan para su acondicionamiento y control, de modo que se garantice la protección del medio ambiente y de las generaciones actuales y futuras. Estas actividades abarcan la caracterización, clasificación, segregación, tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final de los desechos radiactivos.

Los desechos radiactivos, son materiales que contienen radionúclidos, o están contaminados por ellos, en concentraciones o actividades superiores a los niveles de desclasificación establecidos por el Centro

Nacional de Seguridad Nuclear y para los cuales no se prevé ningún uso. Para Alvarracín, Ávila y Cárdenas (2016), “son sustancias emisoras de energía predecible y continua en forma alfa, beta o de fotones, cuya interacción con la materia puede dar lugar a rayos X y neutrones.” (p.34). En particular, los desechos radiactivos hospitalarios se pueden considerar, según su forma física, como residuos sólidos y líquidos de baja y media actividad.

De acuerdo con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) (s.f), en su Material de Entrenamiento en Protección Radiológica en la Medicina Nuclear, entre los principios fundamentales para el manejo de los desechos radiactivos están los siguientes:

- Los desechos deberán ser manejados de forma tal que se asegure un nivel aceptable de protección de la salud humana.
- Los desechos deberán ser manejados de forma tal que se provea un nivel aceptable de protección del medio ambiente.
- Los desechos deberán ser manejados dentro de un marco legal nacional apropiado, incluyendo asignaciones claras de responsabilidades y provisiones para funciones reguladoras independientes.
- La generación de desechos radiactivos deberá ser reducida al mínimo posible.

En la gestión de desechos radiactivos se aplica uno de dos métodos fundamentales: o bien los materiales radiactivos pueden liberarse o descargarse en el medio ambiente, o bien deben confinarse y aislarse de la biosfera hasta que los radionucleidos perjudiciales queden desintegrados y reducidos a concentraciones inofensivas. Los métodos de procesamiento se seleccionan en base a las características de los desechos radiactivos. Según las normas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, 2009), caracterización y clasificación de los desechos es un elemento fundamental en todas las etapas de su gestión, desde que se generan hasta la disposición final de los mismos.

La caracterización sirve para diferentes fines, tales como: percatarse de los riesgos potenciales inherentes a los tipos concretos de desechos; diferenciar los que sean adecuados para almacenarlos hasta que decaigan

o especificar una opción especial de procesamiento, almacenamiento o disposición final; y, planificar y diseñar las instalaciones de gestión. La clasificación permite seleccionar la opción de gestión de desechos más adecuada y resulta a menudo considerablemente influida por el periodo de semidesintegración radiactiva (OIEA, 2009).

Las actividades de pretratamiento “incluyen la recogida, la segregación, el ajuste químico y la descontaminación. El objetivo de la segregación de los desechos es minimizar el volumen, el costo, la complejidad y los riesgos que implica la gestión en las etapas posteriores” (OIEA, 2009, p.20). El acondicionamiento de los desechos radiactivos “consiste en someterlos a operaciones que los conviertan en una forma adecuada para la manipulación, el transporte, el almacenamiento y la disposición final” (OIEA, 2009, p.33).

De este modo, se aplican procedimientos tecnológicos según los diferentes momentos de la gestión de los desechos radiactivos que van, desde la segregación, acondicionamiento, tratamiento, transporte y almacenamiento, hasta su desclasificación o disposición final, según la clasificación de cada desecho.

Todo lo anterior, demanda la integración de saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales, de naturaleza radiológica, ambiental, jurídica, física, química, biológica y tecnológica, así como la movilización de recursos personológicos, que posibiliten una ejecución idónea de dicha gestión por los tecnólogos de medicina nuclear. Estos saberes son relevantes para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.

## **1.2- Caracterización histórico-tendencial de la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear en Cuba.**

En correspondencia con Ramos (2010), una comprensión científica del objeto de estudio es inadmisibles sin el reconocimiento de su devenir en el tiempo, cuando no se aprecia cómo se ha comportado en su trayectoria histórica y qué factores han condicionado su comportamiento actual. Igualmente, considera que el estudio de los antecedentes históricos constituye una necesidad para el investigador, a fin de revelar características,

cambios, regularidades y tendencias de desarrollo del objeto que estudia, o elementos que comparte el autor de esta tesis.

Para alcanzar este objetivo de transformación se recomienda orientar el proceso hacia una lógica estructurada, a partir de la cual se forme a los sujetos con saberes que le faculten para un desempeño óptimo en su quehacer profesional, a través del tiempo y de los cambios que muevan la sociedad en la que se desenvuelve. “La formación, en sentido general, hace referencia a la promoción de capacidades, habilidades, conocimientos, actitudes y valores dentro del marco de un conjunto de potencialidades personales”. (Tobón, 2013, p. 34)

El proceso de formación de las Ciencias Médicas en Cuba tiene una larga historia, dando inicio en 1728 con la carrera de Medicina en la Universidad de La Habana. De igual manera, no se evidenció una formación técnica organizada en rayos x hasta 1955, bajo el auspicio del Instituto Carlos J. Finlay y de técnicos medios en Radiofísica Médica en el 1971.

Las bases para la formación de tecnólogos, como vía para la superación y profesionalización de los técnicos, inicia con el surgimiento de la carrera universitaria Tecnología de la Salud en seis especialidades técnicas en ese entonces dentro de las cuales se encontraba la formación en Rayos X. Este nuevo proceso comienza en el Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana con la modalidad de cursos por encuentro del personal técnico.

Se tomaron como referentes teóricos y metodológicos para el análisis histórico tendencial los planes de estudios y las investigaciones desarrolladas sobre la carrera de Imagenología y Radiofísica Médica, además documentos relacionados por algunos docentes, por ejemplo: Abrante-Cabrera y Abrante (2019); Lescaille (2017); Martínez et al. (2015) y Rojas et al. (2022).

Con el nacimiento de la Batalla de Ideas en el año 2002 se pone en marcha en ciudad de La Habana el programa para la formación emergente de tecnólogos, el mismo tenía como premisas la voluntad política de la dirección de la Revolución de transformar los servicios de salud, deprimidos en ese entonces por el

“período especial” y la inclusión social de jóvenes desvinculados del estudio y el trabajo, incluyendo la Imagenología uno de sus perfiles formativos.

En este sentido, en el año 2003 – 2004 a propuesta del Comandante en Jefe Fidel Castro, se inicia una nueva carrera para la formación de profesionales en Tecnología de la Salud basada en el denominado “Nuevo Modelo Pedagógico”. Concebida como carrera única con veintiún perfiles y con una estructura curricular por ciclos de formación. Los inicios de la Licenciatura en Tecnología de la Salud comienzan en la provincia de Guantánamo en este mismo período.

A partir del 2003, se establece el nuevo modelo pedagógico en el cual el alumno en su primer año se forma como técnico básico, en el tercero como técnico medio, con posibilidades de llegar a alcanzar el título de Licenciado en Tecnología de la Salud, en el perfil de Imagenología, al concluir el quinto año. En relación con el perfil de Radiofísica Médica, en 1971 se elabora un plan de estudios de tres años, para la formación de técnicos medios en esta especialidad, que incluyó los perfiles de Medicina Nuclear, Radioterapia y Protección Radiológica. Por esta época solo existían en América Latina cinco o seis profesionales dedicados a esta especialidad.

Como se puede inferir el Licenciado en Tecnología de la Salud, tiene sus antecedentes en la formación de técnicos medios de la salud, a los que no se les garantizaba la continuidad de estudios superiores por no existir una carrera que respondiera a la necesidad de superación de los técnicos medios en cada una de las diferentes especialidades.

El creciente avance de la Física Médica y, en particular, las aplicaciones de las técnicas nucleares en medicina, así como la adquisición de equipos modernos para competencias profesionales del egresado de la carrera de Imagenología y Radiofísica Médica, determina la necesidad de profesionalizar a los tecnólogos de dicha especialidad, adecuado a estos fines.

La formación del profesional en Imagenología y Radiofísica Médica en otros países, según las indagaciones realizadas por los especialistas y otros miembros del colectivo de carrera, se concebía en los planes y

programas de estudio de ocho países: Salvador, Argentina, Uruguay, Colombia, México, Costa Rica, Italia y España.

Se hace imprescindible destacar que los graduales avances que ha tenido la ciencia y la tecnología desde sus inicios hasta el presente siglo XXI en todos los sectores de la sociedad, lo cual trae aparejado la necesidad de capacitar al personal que opera y se vincula con los mismos. De modo que, se conviertan en profesionales preparados para conocer la Ciencia y dominar la Tecnología, capaces de utilizarla de forma creativa, identificar los problemas y ofrecer soluciones a las continuas necesidades sociales.

En aras de desafiar este reto, fue necesario elevar el nivel científico-técnico del personal de nivel medio que hasta el momento se estaba formando en el Sistema Nacional de Salud. Así, se introdujo la formación de un nuevo profesional en esta rama, con una sólida base científico-técnica, especializado en el dominio de la tecnología de avanzada, de modo que contribuyera a elevar la calidad de los servicios médicos, donde la profesionalización de los tecnólogos de la medicina nuclear en Cuba, los cuales se forman como Licenciados en Imagenología y Radiofísica Médica, juegan un papel importante.

Para la definición de las etapas, se asumieron algunos de los hitos históricos que marcaron el desarrollo del proceso de profesionalización del tecnólogo en medicina nuclear en gestión de desechos radiactivos en relación a:

- Cambios históricos sociales que gravitan sobre la profesionalización del tecnólogo en Imagenología y Radiofísica Médica.
- Impacto del perfeccionamiento del sistema de profesionalización.
- Modificaciones en los programas y planes de estudios.

Para realizar el análisis histórico tendencial se asumieron los siguientes indicadores:

1. Concepción de la profesionalización de los Tecnólogos de la Salud.
2. Presencia de los tecnólogos en escenarios docentes.
3. Tratamiento de la gestión de desechos radiactivos en pregrado y postgrado.



A partir de estudios realizados se definieron tres etapas en el desarrollo del proceso de profesionalización de los tecnólogos de la salud en Imagenología y Radiofísica Médica. Para la diferenciación de estas etapas durante un análisis realizado se tuvo en cuenta aquellos períodos y planes de estudios transcurridos después del Triunfo de la Revolución. A continuación, se presenta cada una.

**Primera etapa:** Génesis de la profesionalización en Tecnología de la Salud en Cuba (1989 - 2002)

**Segunda etapa:** Consolidación del proceso de profesionalización de tecnólogos en Imagenología y Radiofísica Médica (2003- 2009)

**Tercera etapa:** Perfeccionamiento de la profesionalización del tecnólogo en Imagenología y Radiofísica Médica (2010 hasta la actualidad)

**Primera etapa: Génesis de la profesionalización en Tecnología de la Salud en Cuba (1989-2002)**

Con el surgimiento y los avances relacionados con la ciencia y, en especial, la radiología diagnóstica, las instituciones y universidades médicas se vieron involucradas en el devenir de la historia por la aplicación de las radiaciones ionizante en la investigación, el diagnóstico y el tratamiento médico con el uso de estas.

En tal sentido y teniendo en cuenta que la formación de técnicos en Rayos X surge desde sus inicios en 1955 con la formación de un personal escaso y con una preparación diseñada solo a la aplicación de radiaciones para el diagnóstico. Es válido resaltar el aporte e impulso de la desaparecida Secretaria Ejecutiva de Asuntos Nucleares en 1986, la cual integró una comisión de especialistas de la Facultad de Ciencia y Tecnologías Nucleares para el diseño de una carrera destinada a un profesional con perfil ocupacional dirigido a la Física aplicada en medicina. Este nuevo personal dio inicio a dos importantes campos, uno el de la Radiofísica Médica apoyada por especialistas pertenecientes al Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología (INOR) y otro el de Físicos de la Salud amparada por miembros no vinculados al Ministerio de Salud Pública (MINSAP). En esta etapa predominaba la formación de manera semipresencial en la modalidad de cursos por encuentros.

Vela-Valdés et al. (2018) consideran que, la incorporación de equipos modernos en las instituciones hospitalarias y comunitarias requirió de la formación de profesionales preparados y capacitados científica y tecnológicamente, en el manejo de equipos de alta tecnología con fines diagnósticos y terapéuticos.

La principal variante de formación era el método tecnológico, el cual se aplicaba en aulas como único escenario docente. Los planes y programas de estudio de este período no alcanzaban el enfoque de competencias, lo que generaba brechas en el desarrollo de contenidos importantes y necesarios para técnicas de tratamiento y diagnóstico.

Este método comprende el conjunto de criterios, reglas, procedimientos y técnicas que conllevan a un resultado y permiten que sea verificado por segundas personas. En el decursar de los años la tecnología contempla dos fases en la aplicación de este método: una la etapa empírica y otra la etapa metodológica, donde se reconoce desde sus inicios procedimientos esencialmente prácticos con un gran empirismo, lo que dio lugar, posteriormente, a la solución de problemas mediante métodos más predictivos (Grau, 2015). Evidencia de lo anterior constituye el tratamiento que se daba en esta etapa a los contenidos relativos a la gestión de desechos radiactivos dentro del plan de estudio vigente, en el que se listaba una secuencia de procedimientos relativos a esta temática sin una integración teórico - metodológica que pusieran de manifiesto desempeños integrales en la gestión de estos desechos.

En este sentido Alonso et al. (2020) plantean que:

El puesto de trabajo se interpreta como el área o escenario del proceso productivo o de servicios con potencialidades para favorecer la formación de competencias profesionales en el estudiante, a partir de la adquisición de vivencias con significados y experiencias profesionales durante la solución de problemas profesionales mediante la aplicación de métodos de trabajo tecnológicos con: disciplina tecnológica, laboriosidad, organización, compromiso, independencia, creatividad, en trabajo en equipos, liderazgo, emprendimiento, uso de la investigación y las TIC, así como con educación económica y ambiental.

Por consiguiente, es válido resaltar en esta etapa que la formación del Tecnólogo de la Salud en Cuba tenía que responder a un base teórico - práctica que garantizara solucionar problemas tecnológicos dirigidos a los procesos que se desarrollan, según su esfera de actuación.

A modo de síntesis, se aprecian en esta etapa que:

- Se dan los primeros pasos en la concepción de la profesionalización de los Tecnólogos de la Salud.
- Existencia de limitados escenarios docentes, prevaleciendo el aula y el método tecnológico como principal variante de formación.
- Se manifiesta una tendencia al tratamiento de la gestión de desechos radiactivos en pregrado y postgrado, con insuficiente integración teórico - metodológica, lo cual limitaba la manifestación de desempeños integrales en la gestión de estos desechos.

### **Segunda etapa: Consolidación del proceso de profesionalización de tecnólogos en Imagenología y Radiofísica Médica (2003- 2009)**

Para la presente descripción es válido resaltar que, a raíz del surgimiento de las tecnologías y los avances alcanzados hasta esta fecha, en el año 1989, se dio origen en sus inicios a la formación de tecnólogos en la modalidad de Cursos por encuentro con una duración de cinco años para técnicos de Rayos X. De este modo, se propició la superación para estos y el mejoramiento de su desempeño profesional, de acuerdo con las exigencias del país y la adquisición de equipamientos más modernos y precisos, lo cual aún no satisfacía una buena preparación basada en el desarrollo y empleo de las radiaciones ionizantes vinculadas a la medicina.

Se concibió, a partir del año 2003, un nuevo modelo pedagógico de formación estructurado en tres ciclos: básico, técnico y profesional. Desde el perfil profesional se alcanzaba un mayor vínculo con la práctica profesional y se perfeccionaba la profesionalización. No obstante, se acentúa el carácter estrecho del perfil del egresado. La Imagenología y la Radiofísica Médica surgen como dos de los 21 perfiles diferentes creados. El proceso se realiza bajo el principio de la educación en el trabajo. Se consolida el método

tecnológico como método principal de formación. No se concibe la formación por competencias, aunque se presta mayor atención al desempeño profesional de los tecnólogos.

Lo anterior devino en la inserción social de jóvenes desvinculados del estudio y el trabajo, favoreciendo el desarrollo de habilidades profesionales específicas en las áreas de salud, con el acompañamiento de un tutor encargado de guiarlos para la adquisición, mejora y aplicación de estas habilidades, donde posteriormente trabajarían, esto produjo un impacto social positivo debido a que los escenarios docentes se ven vinculados en aulas, hospitales y policlínicos. Con este plan de estudio el futuro profesional alcanzaba, una vez concluido su primer año, una mejor condición a la hora de incorporarse a los escenarios docentes.

Al referirse a la etapa postgraduada Vidal (2012) (citado por Ramos, 2016) plantea que:

(...) la importancia de la superación para los graduados y el reconocimiento de su impacto actual, hacia el futuro en la transformación del modo de actuación de los profesionales, lo que sería alcanzable si se tiene en consideración el contexto social donde se desempeña este profesional y los aspectos internos y externos que le obstaculizarían o minimizarían el alcance de manera consciente del nivel esperado. (p. 15).

Aunque el diseño y aplicación de este plan de estudio en la etapa desarrollada develaba nuevos horizontes ante los retos y el impulso de las novedosas tecnologías implementadas, si bien es cierto que brindo alternativas objetivas y de gran utilidad, se hizo un llamado a las universidades médicas a trazar cambios que generarían nuevas transformaciones en sus diseños. Todo como continuidad de lo ya logrado pues, aun cuando esta formación de tecnólogos se valoró de gran impacto por los beneficios que reportó al sistema de salud, al nutrirlos de personal joven y con suficiente preparación, en aras de mejorar la calidad de los servicios, su concepción no cumplía en toda su extensión con las exigencias de la sociedad, en pos de contribuir al desarrollo sostenible del país y ante los retos de los avances científicos y técnicos.

En tal sentido, se reconoce que existe un avanzado desarrollo de las técnicas nucleares y radiológicas de muy difícil acceso en los países en vías de desarrollo, ya que la complejidad tecnológica y el grado de

sofisticación de equipos para uso médico es cada vez mayor. Son ejemplo de ello los Aceleradores Lineales, equipos de carga diferida remota de última generación, sistemas de imágenes por Tomografía por Emisión Monofotónica, Cámaras de Positrones, sistemas de fusión de imágenes por Resonancia Magnética por Imágenes, Cámaras Gamma y Tomografía Computarizada Multicorte, entre otros. Estas condicionantes revelan que la formación de Licenciados en Tecnología de la Salud, perfil Imagenología y Radiofísica Médica no respondió por completo a las exigencias de la sociedad y colocaron a la universidad médica ante la necesidad de realizar transformaciones en sus diseños curriculares. (Lescaille, 2017)

Es válido resaltar que en este diseño se pretende formar un profesional preparado para enfrentar las nuevas tecnologías y desarrollar los procesos tecnológicos con calidad, obteniendo imágenes del interior del organismo humano para su diagnóstico, con la utilización de las radiaciones ionizantes para los tratamientos radiantes a los pacientes, aplicando métodos convencionales y de avanzada. Incluyeron, además, dentro de las líneas y propósitos de la carrera habilidades que le dieron un enfoque teórico - práctico idóneo para alcanzar objetivos específicos en diferentes áreas determinadas, pero no relacionaban la necesidad impostergable de desarrollar acciones encaminadas a una gestión segura de desechos radiactivos, los cuales generan cierta cantidad de material contaminado que puede ocasionar efectos nocivos para la salud y el medio ambiente.

En el pregrado se tratan contenidos relacionados con procedimientos asociados a la protección radiológica, con un carácter general. Son muy escasas las actividades de postgrado orientadas al tratamiento de la gestión de desechos radiactivos. Los temas abordados en el pregrado no fueron lo suficientemente abarcadores como para crear en el futuro tecnólogo de la medicina nuclear conocimientos que lo condujeran a la adquisición de habilidades relacionadas con la gestión segura de desechos radiactivos.

En resumen, en esta etapa se manifiesta:

- El tránsito hacia un mayor vínculo con la práctica profesional, lo que favorece el proceso de profesionalización. Igualmente, se mantiene el principio de la educación en el trabajo y se afianza el

método tecnológico como método principal de formación. Sin embargo, aún es limitada la concepción del perfil del egresado.

- Se aprecia una tendencia hacia la incorporación de nuevos escenarios docentes en la formación profesional.
- A pesar de los avances alcanzados en esta etapa en la formación profesional respecto al tratamiento de la gestión de desechos radiactivos, aún esta no satisfizo las exigencias sociales. Los temas tratados en el pregrado no fueron lo suficientemente abarcadores, lo que limitó la adquisición de habilidades relacionadas con la gestión segura de desechos radiactivos.

### **Tercera etapa: Perfeccionamiento de la profesionalización del tecnólogo en Imagenología y Radiofísica Médica (2010 hasta la actualidad)**

Es meritorio destacar que uno de los principales logros de esta nueva etapa con la creación de los planes de estudio D (2010) y, posteriormente, en la quinta edición de dichos planes el E (2020), estuvieron caracterizados por la existencia de una disciplina principal integradora denominada Formación Integral de la Imagen, la que se erige como columna vertebral del proceso de formación del Licenciado en Imagenología y Radiofísica Médica, la cual propicia la interrelación del conocimiento desde la perspectiva interdisciplinaria. Esta no responde a una ciencia en particular, sino a la lógica de la profesión. Con la creación de este nuevo plan de estudio se fortalece la integración necesaria de las áreas del conocimiento fundamentales que caracterizan a los modos de actuación y la precisión del eslabón base de la profesión, además los problemas más generales y frecuentes, para así lograr una formación de perfil más amplio.

No obstante, en este período se comienza con el Plan D y se le da continuación en el Plan E, a partir del año 2020, con una concepción en la formación de profesionales de perfil más amplio. En esta dirección, surge la carrera de Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica, se mantiene la aplicación del método tecnológico como método principal de formación continua, el cual se encuentra en constante perfeccionamiento y adecuación a la diversidad y complejidad tecnológica que se da en las esferas de

actuación de los egresados. Este proceso se realiza bajo el principio de la educación en el trabajo que garantiza una sólida preparación para enfrentar los problemas objetivos dados ante los escenarios laborales, caracterizados estos según las fuentes radiactivas a utilizar y teniendo en cuenta las particularidades de cada una de ellas.

En el Plan E se amplía el modo de actuación profesional, lo cual sirve de orientación al proceso de profesionalización de los tecnólogos. Se concibe la formación continua en tres etapas: pregrado, preparación para el empleo y postgrado. En este Plan de Estudio se reconocen acciones de postgrado, orientadas en lo fundamental a la Imagenología, pero no se consideran acciones dirigidas a la Radiofísica Médica.

Es válido resaltar que, en el Plan de Estudio E el tratamiento dado a los procesos y procedimientos de las técnicas nucleares, con relación a los métodos de diagnóstico y tratamiento, mantienen una especial transcendencia. Por tanto, las asignaturas que enmarcan esta disciplina como: Fundamentos Técnicos Radiológicos, Formación Integral de las Imágenes, Radioterapia y Medicina Nuclear, por citas algunas, son las encargadas de aplicar los procedimientos y métodos tecnológicos, no solo en la teoría sino también en la práctica, esta disciplina rectora brinda conocimientos elementales para enfrentar de forma racional el uso de las radiaciones ionizantes y sustancias radioactivas, en aras de minimizar los riesgos que estas producen al interactuar con el tejido vivo y maximizar los beneficios cuando son usadas adecuadamente.

Para la creación de tales propósitos se retomaron los conocimientos y habilidades adquiridos en las diferentes disciplinas y asignaturas que las preceden, fundamentalmente en Física de las Radiaciones, Física Aplicada, Seguridad y Protección Radiológica. Asimismo, se enfatiza en temas como: características de las fuentes de radiación, elementos esenciales que componen las radiaciones ionizantes, seguridad de las fuentes teniendo en cuenta el tipo de isótopo que se emplee.

Por el contrario, no se dedica suficiente atención al aspecto gestión segura de los desechos radiactivos con un carácter interdisciplinario que preconiza el nuevo modelo y teniendo en cuenta las consecuencias desfavorables que pueden desarrollarse por realizar malos procedimientos en el manejo de estos desechos.

Además, no se reconoce este enfoque como elemento fundamental en la formación del profesional en Imagenología y Radiofísica Médica que posteriormente se desempeñará como tecnólogo en medicina nuclear, a pesar de las potencialidades que ofrece el Plan E.

Se puede apreciar que esta etapa representa un salto de gran significación dentro del proceso formativo del licenciado en Imagenología y Radiofísica Médica, pues el currículo sufrió modificaciones que permiten perfilar un tecnólogo más integral, donde se vincularon progresivamente las aulas, policlínicos, hospitales y aulas virtuales.

Se diversificaron los escenarios docentes con la introducción de la modalidad virtual, resaltada por Olivares et al. (2022), al plantear: “la Educación Virtual en la Educación Médica no sólo brinda grandes beneficios al proceso docente, sino que además es sumamente útil en la formación de la educación superior en general, en lo referente a la parte instructiva” (p. 39).

En esta dirección y, teniendo en cuenta el surgimiento de las aulas virtuales en este período, es válido destacar que la inserción de las aulas virtuales en la Educación Médica en Cuba tuvo un gran impacto ya que las mismas favorecieron el desarrollo de la informática, además de propiciar un proceso de enseñanza-aprendizaje flexible y abierto, sin limitaciones de espacio y tiempo donde el profesor puede usar variedad de recursos de enseñanza, elaborar materiales de estudio en formato digital, evaluaciones con retroalimentación automática, dar seguimiento continuo y acceso a recursos de apoyo que aumentan la calidad de la clase y mejoran la interacción y la comunicación mediante las herramientas que incorpora (Gómez et al., 2021).

En el pregrado se imparten contenidos relacionados con procedimientos asociados a la protección radiológica desde algunas disciplinas, con un carácter general. Son muy escasas e insuficientes las actividades de postgrado orientadas al tratamiento de la gestión de desechos radiactivos.

Comprobándose a través del desarrollo de habilidades profesionales en función del cumplimiento de cuatro funciones básicas: asistencial, docente, investigativa y administrativa. En el desempeño profesional del tecnólogo en Imagenología y Radiofísica Médica, el cumplimiento de la función asistencial, al ejecutar los



procederes tecnológicos de las técnicas de medicina nuclear básicas, especiales, específicas y de avanzadas para contribuir a la gestión segura de los desechos radiactivos no es suficiente.

El autor infiere, en este sentido, que la función asistencial es un importante eslabón para lograr un mejor desempeño en esta área, teniendo en cuenta que una de las premisas más importantes y rectoras de las demás funciones van encaminadas a la profesionalización, la cual lleva a este profesional a elevar su profesionalidad y mantenerlo en un constante ejercicio de los problemas profesionales que debe resolver, en este caso particular, la gestión de desechos radiactivos, en la cual debe integrar habilidades específicas de la profesión.

En resumen, en esta etapa se destaca:

- La posibilidad de lograr una formación de perfil más amplio en el profesional, pues se mantiene la aplicación del método tecnológico, en constante perfeccionamiento y adecuado a la diversidad, complejidad tecnológica y necesidades presentes en las esferas de actuación de los egresados, bajo el principio de la educación en el trabajo, situación que apunta al perfeccionamiento del proceso de profesionalización.
- Se diversificaron los escenarios docentes con la introducción de la modalidad virtual y de los beneficios que para la formación de este profesional ofrece el desarrollo de la informática.
- A pesar que se aprecian avances respecto a la gestión de desechos radiactivos, esta es aún insuficiente.

A partir del análisis del comportamiento de los indicadores se identifican las siguientes tendencias en la formación del Licenciado en Imagenología y Radiofísica Médica en el contexto de la medicina nuclear:

- La profesionalización de los tecnólogos se perfecciona en el tránsito de un perfil estrecho a un perfil amplio e integrador, que alcanza su mayor expresión en el Plan de Estudio E.
- El principio de la educación en el trabajo transversaliza todas las etapas de la formación de tecnólogos de la salud en Cuba, la cual transita por diversos escenarios docentes.

- El método tecnológico se mantiene como método principal de profesionalización de los tecnólogos de la salud, el cual ha transitado hacia su perfeccionamiento y contextualización, debido al incremento y diversificación de las tecnologías utilizadas en las esferas de actuación de los egresados.
- Los escenarios docentes en los que transcurre el proceso de profesionalización de los tecnólogos de la salud se diversifican, en correspondencia con la concepción de nuevas esferas de actuación y el surgimiento de escenarios virtuales, al incorporar las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones.
- El tratamiento de la gestión de desechos radiactivos, aunque ha adquirido un mayor nivel en los Planes de estudio D y E, mantiene un nivel insuficiente para los egresados que laboran en el Servicio de Medicina Nuclear y resultan escasas las actividades de postgrado desarrolladas dirigidas a estos profesionales.

El análisis histórico tendencial reveló que, desde los comienzos de la formación de tecnólogos en Cuba se ha intencionado su profesionalización, a partir del principio de la educación en el trabajo. Sin embargo, en el caso de los tecnólogos de medicina nuclear son escasas las acciones formativas en gestión de desechos radiactivos, las cuales tienen un enfoque limitado, fundamentalmente, en el tratamiento de la seguridad y protección radiológica y, en menor medida, algunos aspectos de la gestión de desechos radiactivos, desde la capacitación de los recursos humanos.

### **1.3- Caracterización del estado actual de la gestión de desechos radiactivos en tecnólogos del departamento de Medicina Nuclear del Hospital Docente de Oncología “Marie Curie” de Camagüey**

Para conocer el estado actual de la formación de los tecnólogos de medicina nuclear respecto a la gestión de los desechos radiactivos, se realizó un estudio observacional-descriptivo de corte transversal, en el período de enero-marzo de 2023. La muestra estuvo constituida por 20 tecnólogos, seleccionados de modo

intencional de una población conformada por 20 tecnólogos del Hospital Docente de Oncología “María Curie” de Camagüey.

Para la consecución del proceso antes descrito, se parametrizó una única variable: el desempeño profesional de los tecnólogos de medicina nuclear en gestión de desechos radiactivos; derivada en tres dimensiones y ocho indicadores.

### **Dimensión cognitiva:**

#### **A- Nivel de conocimiento de conceptos relacionados con el medio ambiente y de la legalidad ambiental.**

Alto: Domina a plenitud todos los conceptos relacionados con el medio ambiente (medio ambiente, problemas ambientales, contaminación, contaminantes, desechos peligrosos) y la legalidad ambiental.

Medio: Domina algunos de los conceptos relacionados con el medio ambiente y la legalidad ambiental.

Bajo: No domina los conceptos relacionados con el medio ambiente y la legalidad ambiental.

#### **B- Nivel de conocimientos acerca de la contaminación por desechos radiactivos en el Servicio de Medicina Nuclear, según las características de los isótopos.**

Alto: Domina todas las características de los isótopos y de la contaminación provocada por los desechos radiactivos en el Servicio de Medicina Nuclear.

Medio: Domina algunas de las características de los isótopos y/o de la contaminación provocada por desechos radiactivos en el Servicio de Medicina Nuclear.

Bajo: No domina las características de los isótopos y/o de la contaminación provocada por desechos radiactivos en el Servicio de Medicina Nuclear.

#### **C- Nivel de conocimientos de los principales impactos ambientales de los desechos radiactivos que se generan en el Servicio de Medicina Nuclear.**

Alto: Conoce los principales impactos ambientales de los radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear.

Medio: Conoce algunos los principales impactos ambientales de los radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear.

Bajo: No conoce los principales impactos ambientales de los desechos radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear.

**Dimensión afectivo-motivacional:**

**D-Nivel de disposición para el desempeño de su actividad laboral en el Servicio de Medicina Nuclear.**

Alto: Demuestra una actitud proactiva y tiene una participación sistemática en la solución o mitigación de los problemas ambientales, con énfasis en la contaminación provocada por desechos radiactivos.

Medio: Participa en la solución o mitigación de los problemas ambientales, con énfasis en la contaminación provocada por desechos radiactivos.

Bajo: Tiene una participación poco sistemática en la solución o mitigación de problemas ambientales manifiestos en el Servicio de Medicina Nuclear.

**E- Nivel de motivación por la actividad que realiza en función de la protección de la salud y del medio ambiente.**

Alto: Muestra una elevada motivación e interés en cuanto a la problemática ambiental, a partir de la preocupación que manifiesta por minimizar la contaminación provocada por los desechos radiactivos.

Medio: Se muestra motivado e interesado por la problemática ambiental antes descrita.

Bajo: Muestra poca motivación e interés por la problemática ambiental antes descrita.

**F- Nivel de responsabilidad en la gestión de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear.**

Alto: Actúa con elevada responsabilidad en la gestión de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear.

Medio: Actúa con cierta responsabilidad en la gestión de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear.

Bajo: Actúa de modo negligente al gestionar desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear.

**Dimensión procedimental:**

**G- Nivel de dominio de las acciones para la gestión de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear.**

Alto: Demuestra dominio de todas las acciones necesarias para la gestión segura de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear.

Medio: Manifiesta dominio de la mayoría de las acciones para la gestión de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear.

Bajo: Manifiesta un pobre dominio de las acciones para la gestión de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear

**H- Nivel de calidad en la ejecución de las acciones para la gestión de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear.**

Alto: Cumple con efectividad todas las acciones para la gestión de los desechos radiactivos, generados en el Servicio de Medicina Nuclear, en todas sus etapas y protege al medio ambiente de los impactos de la contaminación radiactiva.

Medio: Cumple con las acciones para la gestión de los desechos radiactivos, generados en el Servicio de Medicina Nuclear, pero presenta insuficiencias en algunas de sus etapas y protege al medio ambiente de los impactos de la contaminación radiactiva.

Bajo: Incumple con la mayoría de las acciones para la gestión de los desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear y no asegura la protección del medio ambiente de los impactos de la contaminación radiactiva.

Para la obtención de los datos se aplicó una encuesta a tecnólogos en el Servicio de Medicina Nuclear (anexo 1) y la observación al desempeño de estos profesionales (anexo 2). El estudio se complementó con la

aplicación de una encuesta a profesores que conforman el claustro de la carrera Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica (anexo 3), entrevista a directivos y profesores de la Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica (anexo 4) y la revisión de documentos del proceso de formación de los tecnólogos de Imagenología y Radiofísica Médica (anexo 5).

Se cumplió con el principio de la confidencialidad de los datos, los cuales fueron utilizados con fines investigativos por el investigador, así como con el consentimiento informado a los tecnólogos que participaron en la investigación, el cual se solicitó de forma verbal y por escrito. Todos los datos de los pacientes fueron anónimos. Se respetaron los principios de la Declaración de Helsinki.

A partir de los datos obtenidos con la aplicación de la encuesta y la guía de observación se utilizaron los procedimientos propios de la estadística descriptiva para organizar y clasificar la información, visualizar e interpretar los datos obtenidos. La información se resumió en las gráficas que se muestran en el anexo 6. La interpretación de los resultados se realizó por cada una de las dimensiones e indicadores.

### **Dimensión cognitiva.**

En esta dimensión se revelan carencias cognitivas que poseen los tecnólogos de medicina nuclear, que limitan el desempeño profesional en la gestión de desechos radiactivos (Anexo 6, Figura 9). El 40,0 % de los tecnólogos posee un nivel alto de conocimiento de los conceptos relacionados con el medio ambiente y de la legalidad ambiental, 25,0 % un nivel medio y el 35,0 % manifiesta un nivel bajo.

En cuanto al conocimiento acerca de la contaminación por desechos radiactivos que se generan en el Servicio de Medicina Nuclear sólo el 30,0 % exhibe un nivel alto, 40,0 % nivel medio y 30,0 % un nivel bajo.

En relación con los conocimientos sobre los principales impactos ambientales de los desechos radiactivos, que se generan en el Servicio de Medicina Nuclear, se constató que sólo 25,0 % posee un nivel alto, 30,0 % nivel medio y 45,0 % muestra un nivel bajo.

### **Dimensión Afectivo-Motivacional.**

Un aspecto positivo (Anexo 6, Figura 10) lo constituye el alto nivel de motivación que expresan los tecnólogos al realizar acciones de protección a la salud y el medio ambiente. Sin embargo, ello contrasta con los niveles de disposición y responsabilidad mostrados. La disposición para el desempeño de su actividad laboral en el Servicio de Medicina Nuclear alcanza un nivel alto, en sólo el 15,0 % de los tecnólogos. Medio en el 25,0 % y 60,0 % muestra baja disposición. Los tecnólogos presentan un alto nivel de motivación por la actividad que realizan en función de la protección de la salud y del medio ambiente, manifestado por el 85,0 % de ellos. El nivel de responsabilidad en la gestión de los desechos radiactivos generados es alto en el 55,0 % de los tecnólogos, alcanzan un nivel medio el 20,0 % y es bajo en sólo el 25,0 %.

### **Dimensión Procedimental.**

Dentro de los aspectos identificados (Anexo 6, Figura 11), relacionados con dominio de las acciones para la gestión de los desechos radiactivos sólo el 30,0 % exhibe un alto nivel, mientras que otro 30,0 % presenta un nivel medio y el 40,0 % se ubica en un nivel bajo. En este indicador se constató que acciones, tales como: segregación, almacenamiento y conservación de los desechos radiactivos constituyen aspectos en que los tecnólogos muestran menor dominio.

Respecto a la ejecución de las acciones para la gestión de los desechos radiactivos el 40,0 % de los tecnólogos alcanza un nivel alto, 25,0 % un nivel medio, mientras que un 35,0 % muestra un bajo nivel.

En el estudio realizado se solicitó a los tecnólogos que expresaran sus criterios acerca de su nivel de preparación para el cumplimiento de sus funciones en el Servicio de Medicina Nuclear, así como sugerir temas que, a su juicio, pudieran contribuir a su formación. De modo general, los tecnólogos reconocen estar mejor preparados en aspectos, tales como: procesamiento de estudios gammagráficos (100%); toma de muestras para estudios in vitro (100 %); control periódico de los equipamientos (40,0 %); y, gestión de desechos radiactivos (15,0 %). De este modo, se identifica el reconocimiento de la existencia de una preparación insuficiente, sentida por los tecnólogos del Servicio de Medicina Nuclear.

Respecto a qué aspectos pudieran favorecer su desempeño profesional, los tecnólogos consideraron lo relacionado con las diferentes etapas de la gestión de desechos (80,0 %); aspectos relativos a la caracterización y clasificación de material radiactivo (70,0 %); características de los desechos según el isótopo utilizado, segregación, almacenamiento y disposición final del material radiactivo, tipos de desechos y sus propiedades, normas y regulaciones vigentes.

La encuesta aplicada a profesores que conforman el claustro de la carrera Licenciatura enImagenología y Radiofísica Médica develó que el tratamiento dado a la gestión de desechos radiactivos en la formación de tecnólogos, según la opinión del 100% de los profesores, debe realizarse en la formación de pregrado, en la etapa de preparación para el empleo y en la formación de postgrado, desde una concepción de formación continua. Coinciden en señalar que la gestión de desechos radiactivos no tiene un tratamiento suficiente en la formación de pregrado, el cual se ha enfoca desde la protección radiológica. En cuanto a las actividades de postgrado planificadas para estos tecnólogos, reconocen que se le han dado prioridad a otras temáticas, como son los procedimientos para el diagnóstico por imágenes y la radioterapia.

En la entrevista a directivos de Medicina Nuclear (anexo 4) se constató que existe correspondencia entre el perfil de formación del tecnólogo y las especificaciones de los calificadores ocupacionales, no obstante, reconocieron vacíos en la formación de pregrado, que no completan la preparación específica en gestión de desechos radiactivos, pues no desarrollan, suficientemente, estas habilidades. Por otra parte, en el postgrado se prioriza la atención a las técnicas de diagnóstico y tratamiento, mientras que la gestión de los desechos radiactivos ha sido insuficientemente tratada en este nivel de la formación académica. El resultado aludido coincide con lo expresado por los docentes que atienden la formación de estos profesionales.

Es válido destacar que el 100% de los directivos de esta especialidad coinciden en que un proceso de profesionalización contribuiría al mejoramiento del desempeño profesional de estos tecnólogos en actividades relacionadas con la gestión de desechos radiactivos.



La revisión de documentos abarcó los siguientes: Modelo del Profesional de la carrera de Imagenología y Radiofísica Médica, programas de las disciplinas de la carrera Imagenología y Radiofísica Médica, así como planes de postgrado de la Universidad de Ciencias Médicas.

La revisión del Modelo del Profesional develó que la formación de estos profesionales está sustentada en el modelo de formación continua de la educación superior cubana. La etapa de pregrado está concebida desde la integración de los contenidos de las disciplinas para una formación integral de dichos profesionales, cuyas esferas de actuación están en centros de salud con servicios de Imagenología, Medicina Nuclear y Radioterapia. Se conciben disciplinas cuyos contenidos tributan a la gestión de desechos radiactivos: en la disciplina Física de las Radiaciones se encuentran: física de las radiaciones ionizantes; estructura y propiedades del átomo y del núcleo atómico; radiactividad, tipos de emisiones radiactivas y las leyes que las rigen; las reacciones nucleares y la interacción de las partículas y la radiación con la materia; detección y medición de la radiación. La disciplina Fundamentos Técnicos Integrados: seguridad y protección radiológica; efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y riesgos para el medio ambiente; efectos biológicos y radiológicos y los métodos de medición en la metrología de radiaciones. Estos contenidos resultan insuficientes para realizar una gestión de los desechos radiactivos con idoneidad, pues sólo representan una parte de lo que debe dominar el tecnólogo que se desempeña en medicina nuclear.

En el Modelo del Profesional se prevén actividades de postgrado tales como: cursos de actualización técnica; Diplomado de Procederes Imagenológicos Convencionales; Diplomado de Procederes Imagenológicos de Altas Tecnologías; Diplomado de Ultrasonido Diagnóstico; Diplomado de Mamografía; y, Programa de Maestría "Tecnología de las Imágenes". Estas actividades están centradas en aspectos técnicos y tecnológicos que profundizan en los procederes tecnológicos para la obtención e interpretación de imágenes obtenidas por métodos convencionales y con el uso de tecnologías avanzadas. Sin embargo, respecto a la gestión de desechos radiactivos replican las mismas insuficiencias del pregrado, al no tratar los procederes correspondientes a las etapas de dicha gestión.

En los programas de disciplina se pudo constatar que existe un tratamiento limitado de la gestión de desechos radiactivos, restringida a los conocimientos a los que tributa la disciplina Física de las Radiaciones Ionizantes y a contenidos relacionados con la dosimetría de radiaciones, seguridad y protección radiológica, que, si bien son necesarios y transversalizan a todas las etapas de dicha gestión, son insuficientes para realizar una gestión idónea.

La revisión de planes de postgrado correspondientes a los últimos 5 años confirma lo planteado en cuanto a su orientación hacia aspectos relacionados con las técnicas para la obtención de imágenes diagnósticas, a los tratamientos terapéuticos y, en cierto grado a la seguridad y protección radiológica. La educación de postgrado está diseñada según la concepción de la formación continua de los profesionales, pero en la práctica reproduce las insuficiencias de la formación de pregrado respecto a la gestión de desechos radiactivos.

A partir del diagnóstico realizado se constatan las siguientes fortalezas y debilidades:

**Fortalezas:**

- ✓ Se emiten valoraciones positivas respecto a la necesidad y utilidad de desarrollar el tema de la gestión de desechos radiactivos.
- ✓ Confianza en las posibilidades para la profesionalización, a partir de la participación en actividades de postgrado.
- ✓ Interés por incorporarse a acciones de profesionalización encaminadas a perfeccionar el desempeño profesional en las prácticas de medicina nuclear.
- ✓ Disposición por parte de los involucrados para colaborar en el proceso.

**Debilidades:**

- ✓ Es insuficiente el dominio de conocimientos y procedimientos tecnológicos relativos a la gestión de desechos radiactivos por parte de los tecnólogos de medicina nuclear.

- ✓ Existen manifestaciones de uso inadecuado de los procedimientos para la segregación, almacenamiento y disposición final de los desechos generados.
- ✓ Los tecnólogos presentan dificultades para identificar las diferentes etapas de la gestión de desechos radiactivos y limitados conocimientos sobre las características específicas de los mismos.
- ✓ El abordaje de la gestión de desechos en el pregrado se limita a contenidos relativos a fundamentos físicos de las radiaciones y sus efectos biológicos, a la dosimetría y a seguridad y protección radiológica, por lo cual adolece de un tratamiento integrado de los procedimientos de la gestión de desechos radiactivos.
- ✓ Desde el postgrado se ha brindado una insuficiente atención a la gestión de desechos radiactivos, que reproduce las insuficiencias del pregrado y persiste el enfoque fragmentado y descontextualizado de la formación para dicha gestión, por lo que no se resuelven las carencias con que egresan del pregrado y se limita el desempeño profesional de los tecnólogos.

Desde la caracterización del estado actual de la gestión de desechos radiactivos se constataron falencias en las dimensiones cognitiva, afectivo-motivacional y procedimental, que tienen su raíz causal en el insuficiente tratamiento del tema en los contenidos, tanto en la formación de pregrado, como en el postgrado, caracterizado por ser limitado, fragmentado y descontextualizado. Ello, devela la necesidad de perfeccionar el proceso de profesionalización de los tecnólogos orientado a la gestión de desechos radiactivos. Sin embargo, debido a que la población estudiada corresponde a tecnólogos graduados de Imagenología y Radiofísica Médica que se encuentran en el ejercicio de la profesión, este proceso de profesionalización se ubica en la educación de postgrado, en correspondencia con el modelo de formación continua.

## **Conclusiones del Capítulo I.**

- El análisis epistemológico realizado develó a la profesionalización como un proceso pedagógico permanente, que se desarrolla en la formación continua de los tecnólogos, desde cuyos fundamentos teóricos se connota a la formación de competencias y a la superación profesional como vías de profesionalización para el mejoramiento del desempeño profesional. Reveló, además, un vacío teórico relativo a la conceptualización y estructuración de la competencia gestión de desechos radiactivos y, por tanto, a la lógica de la formación de esta competencia.
- En el análisis histórico se reveló que el proceso de profesionalización de los tecnólogos transitó de un perfil estrecho a un perfil amplio e integrador, que potencia el perfeccionamiento y la contextualización del método tecnológico, que se reafirma como método principal de profesionalización de los tecnólogos de la salud, junto al principio de la educación en el trabajo, el cual conlleva a la diversificación de los escenarios docentes. Se constató un movimiento creciente hacia la formación de competencias en los tecnólogos, sin embargo, este no abarcó a la gestión de los desechos radiactivos, cuyo tratamiento se mantiene centrado en los estudios sobre protección radiológica, con escasas referencias a los procedimientos propios de dicha gestión
- La caracterización del estado actual de la gestión de desechos radiactivos reveló la existencia de insuficiencias en las dimensiones cognitiva, afectiva-motivacional y procedimental, causadas por del pobre tratamiento teórico y práctico de esta gestión en la formación de pregrado y de postgrado, que se caracteriza por ser limitado, fragmentado y descontextualizado.

**CAPÍTULO II: MODELO DE FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA GESTIÓN DE DESECHOS  
RADIOACTIVOS PARA TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR**

## **CAPÍTULO II.- MODELO DE FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS PARA TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR.**

En el presente capítulo, a partir del objetivo de la investigación y del sustento teórico asumido, se muestra la descripción de la estructura conceptual de la competencia gestión de desechos radiactivos para tecnólogos de medicina nuclear, objeto de análisis. Para ello, se tuvieron en cuenta los fundamentos teóricos que, desde las diferentes ciencias, poseen relevancia para la modelación de la formación de esta competencia. Además, se argumenta el modelo de su formación, a través de sus subsistemas, componentes y principales relaciones teóricas.

### **2.1- Sustentación teórica del modelo.**

Para la construcción del modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear, se tuvo en cuenta que éste constituye un sistema complejo, por lo que se asumieron como fundamentos epistémicos generales la Teoría General de Sistemas. A partir de esta perspectiva sistémica y la utilización de la modelación sistémica estructural funcional, se determinaron los subsistemas y componentes del sistema y se develaron las relaciones teóricas que se establecen entre estos, las funciones que cumplen y las principales cualidades que se alcanzan como resultado.

El modelo que se expone es pedagógico, debido a que la naturaleza y propósitos del proceso que se modela corresponden con las características de su tipo. Como derivación del estudio sobre las tipologías de modelo, según Bardina (2015); Ceniz (2021) y García (2018), es posible reconocer que el modelo pedagógico es una construcción teórica formal que, fundamentada científica e ideológicamente, interpreta, diseña y ajusta la realidad pedagógica que responde a una necesidad histórico concreta. En esta misma dirección, se han tenido en cuenta referentes teóricos pertenecientes a distintos ámbitos de las ciencias, que sirven de sustento al modelo que se construye.

Desde la filosofía, se asumen los métodos generales de la teoría del conocimiento dialéctico materialista, que aporta la interpretación científica en cuanto al conocimiento del sujeto, en su relación con el objeto y los

demás sujetos en el proceso formativo. El modelo tiene su base filosófica en el materialismo dialéctico, donde la actividad práctica del hombre se haya unida indisolublemente a la actividad afectiva y esta a su vez con la actividad cognoscitiva, siendo esta última, complemento indispensable de la anteriormente enunciada. La cognición y las vivencias se reflejan en el tecnólogo a través de su actividad social práctica, en la que, como sujeto del conocimiento y sus posturas respecto a la realidad, se relaciona con el objeto de la cognición, transformándolo de objeto desconocido en conocido y a su vez transformándose a sí mismo.

Se asumen los presupuestos teóricos esenciales relativos al hacer, el ser y el pensar, presentes en la concepción dialéctico-materialista y humanista, para la elaboración del modelo. Se argumenta desde el punto de vista científico el papel de la educación en la sociedad, donde la realidad concreta en la que tiene lugar la vida social crea y determina la conciencia de los individuos, para el bien común y que considera al hombre como un ser transformador de dicha realidad, a partir de la relación del sujeto con sus diferentes contextos sociales de actuación.

En este sentido, se considera la formación del hombre, en tanto sujeto, en su actividad práctico-transformadora y bajo la influencia de la interrelación de las diferentes estructuras sociales en su educación. Además, se aprecia la teoría y metodología que sustentan el proceso pedagógico a través de la dialéctica de lo instructivo, lo educativo y lo desarrollador, en un proceso complejo y contradictorio.

Constituyen referentes políticos el carácter humanista de la formación médica, la proclamación de la salud como un derecho del pueblo, a la vez que, un deber del Estado y el pensamiento de Fidel Castro Ruz, quien consideró que la clave esencial a sembrar en un profesional médico es la necesidad de su autodesarrollo y autosuperación, donde quiera que se desempeñe laboralmente, siempre garantizando la calidad de su compromiso social, con la formación de valores, tales como: el humanismo, la solidaridad, los principios éticos, morales y sociales (Vidal y Salas, 2017).

Desde la sociología, un aspecto esencial que respalda la presente obra es la relación de esta ciencia con el carácter desarrollador de la educación. Desde el materialismo dialéctico, se connotan las concepciones

sociológicas de la educación, al tomar en cuenta la influencia que la educación y el medio social ejercen sobre el desarrollo de los sujetos y se reconoce el aporte que hace el contexto de formación a la pertinencia de un proceso, que se orienta hacia la transformación del desempeño profesional de los tecnólogos.

Desde el punto de vista psicológico, se considera a los tecnólogos como adultos que poseen características cognitivas, tales como: motivación más intensa para el estudio, espontánea y persistente (Borges et al, 2022), determinada por las exigencias del medio social y laboral; tendencia a relacionar y hallar aplicaciones concretas; le atribuyen mayor significación al contenido de aprendizaje, por su aplicación práctica en su área de trabajo.

Del enfoque histórico cultural se reconoce la importancia de los diferentes espacios grupales a los que se incorpora el individuo, los que constituyen el contexto de realización de las relaciones sociales, el otro del plano interpsicológico en la configuración del mundo interno. Requiere concebir el aprendizaje como una actividad social, que posee dos planos: uno relativo al contenido de lo aprehendido, toda la experiencia histórico-social creada por la humanidad y otro, referido a las condiciones de apropiación de dicha experiencia a través de la orientación e interacción con otros, como una expresión de la relación entre lo individual y lo social, entre lo externo y lo interno. El aprendizaje es una actividad social y, a la vez, un proceso individual de apropiación del conocimiento.

Se destaca, además, la noción de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) propuesta por Vygotsky (1935), ya que la formación de la competencia objeto de análisis transita, de forma gradual, desde niveles inferiores hasta niveles más avanzados. A partir de esta perspectiva, en la formación de la competencia, adquiere relevancia la determinación de lo que cada sujeto sabe y es capaz de hacer de modo independiente, es decir, los niveles de logro de la competencia demostrados en el desempeño profesional, asumidos estos como zona de desarrollo actual y tener en cuenta lo que cada uno de ellos puede llegar a saber, su nivel de desarrollo próximo.



Otro aspecto a considerar desde la psicología es la ley de la mediación de lo psíquico (Vygotsky, 1987). Ello implica, por una parte, la potenciación de la mediación del otro, en un proceso colaborativo que proporcione suficientes niveles de ayuda y garantice el intercambio de experiencias entre los sujetos participantes y, por otra, la mediación de los objetos, los instrumentos, los signos y los significados en el sujeto en desarrollo. Estos presupuestos del enfoque histórico-cultural de Vigotsky y sus continuadores, ofrecen una base teórica, establecida desde una concepción filosófica marxista, dialéctica y materialista.

La consideración de que la competencia es una configuración compleja de la personalidad posibilita concebir su formación como un proceso complejo, que transforma al tecnólogo en tanto sujeto y le aporta un determinado nivel de desarrollo, resultado de un aprendizaje que transcurre en el marco de lo sociocultural y profesional. Así, los saberes que conforman la competencia, en primer lugar, en un plano social interpsicológico y luego pasan a uno de carácter intrapsicológico, según la ley genética del desarrollo (Vygotsky, 1995).

Los fundamentos pedagógicos se sustentan en la relación dialéctica entre formación y desarrollo; socialización e individualización; y, los procesos de objetivación y subjetivación, que tienen lugar en diferentes contextos. Desde estos fundamentos adquieren relevancia la relación sujeto-objeto que se manifiesta en la actividad individual, mientras que en la interacción grupo-objeto se da la actividad grupal, que transcurre en un ambiente de comunicación que se produce tanto en la relación sujeto-sujeto, como en la relación sujeto-grupo. La actividad individual se pone en función de los objetivos e intereses de la actividad grupal, pero pasa siempre por el prisma de lo individual.

Se asume el modelo de formación continua de la educación superior en Cuba, se reconoce la contribución del proceso de formación a la profesionalización continua de los tecnólogos y el rol del contexto de actuación profesional en este proceso, desde la unidad entre lo universal y lo contextual, lo cual facilita la formación desde un contexto específico, al considerar las particularidades de este. En este sentido, desde la formación médica en Cuba, se considera relevante el principio de la educación en el trabajo, es decir, la formación del

educando mediante la práctica en la salud (comunitaria y hospitalaria) a partir de las clases teóricas, lo que le permite profundizar y consolidar los conocimientos, las habilidades intelectuales, los valores y las conductas profesionales en los propios servicios de salud (Vela-Valdés et al., 2018).

En la didáctica se toman en cuenta la necesaria integración de los componentes afectivo-motivacional y cognitivo-instrumental, para la formación de la competencia objeto de análisis en tecnólogos de medicina nuclear, en cuyo proceso es relevante el uso del método tecnológico.

El método tecnológico según Horruitiner (2011) y Mendoza et al. (2023), comprende tres de los aspectos fundamentales que le subyacen epistémicamente a la tecnología de la salud: el técnico, es decir, los artefactos, equipos e instrumentos, tales como componentes materiales y más tangibles; el organizativo, como el presupuesto, el desempeño profesional y los propios usuarios; el cultural, que incluye tanto los aspectos cognoscitivos (conocimientos, habilidades, métodos, procedimientos, valores, tradiciones y costumbres), así como la propia actividad humana en la creación, producción, introducción y mejoramiento de productos y servicios. Convergen pues, en la gestión tecnológica, por consenso, tanto los saberes técnicos, como los socioculturales y organizacionales.

En este sentido, desde lo tecnológico se considera la diversidad de tecnologías y su clasificación en duras, blandas y blandas-duras. En particular, estas últimas ya que, dadas las características de los procedimientos tecnológicos asociados a la gestión de desechos radiactivos, estas clasifican como tecnología blanda-dura. Se reconoce el papel de la mediación tecnológica en el proceso de formación de la competencia.

## **2.2- Descripción de la estructura conceptual de la competencia gestión de desechos radiactivos para tecnólogos de medicina nuclear.**

Las competencias no nacen con el sujeto, sino que son construidas por él en el proceso de su formación profesional y personal. La competencia que se describe se supone como una competencia específica, asociada al desempeño profesional del tecnólogo de medicina nuclear en su contexto de actuación, cuya formación está ligada a la práctica de diferentes competencias relativas a la profesión, como son la cognitiva,

actitudinal y procedimental, de las que este se sirve durante las acciones de prevención, cuidado y protección no solo de la salud sino del medio ambiente y el entorno de actuación. Desde esta dinámica se brinda su conceptualización, como prólogo a su descripción.

Para la descripción de la estructura conceptual de la competencia, se tuvieron en cuenta los elementos aportados por Tobón (2014), a saber:

- Formulación de la competencia.
- Identificación de la competencia.
- Problemas contextuales.
- Ejes procesuales.
- Indicadores o criterios de desempeño.
- Evidencias requeridas.

Como resultado de la sistematización teórica realizada, se definió la competencia gestión de desechos radiactivos como: la integración de saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales que determinan el desempeño del tecnólogo de medicina nuclear, referidos a la caracterización, clasificación, segregación, tratamiento, acondicionamiento, transportación, almacenamiento, disposición final y desclasificación de los desechos radiactivos, para la prevención de riesgos de exposición a radiaciones ionizantes y/o químicos, físicos y biológicos que puedan incidir en la salud de las personas expuestas y en el medio ambiente.

#### **Identificación de la competencia objeto de análisis:**

Emplea procedimientos tecnológicos, con responsabilidad y respeto a los principios éticos propios de la profesión, que garantizan la prevención de riesgos para la salud y el medio ambiente, al realizar la segregación, tratamiento, acondicionamiento, transportación, almacenamiento, disposición final y desclasificación de los desechos radiactivos, generados en el Servicio de Medicina Nuclear.

### Problemas contextuales:

- 1) ¿Cómo lograr la caracterización radiológica de los desechos radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear, con base en su naturaleza?
- 2) ¿Cómo garantizar la adecuada clasificación y segregación de los desechos radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear?
- 3) ¿Cómo realizar el acondicionamiento de los desechos radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear, con vista a su transporte, almacenamiento y disposición temporal?
- 4) ¿Cómo aplicar las normas técnicas y jurídicas, nacionales e internacionales, respecto al almacenamiento, transporte, disposición final y desclasificación de los desechos radiactivos de Medicina Nuclear?
- 5) ¿Cómo lograr la percepción e identificación de los riesgos medioambientales y para la salud asociados a la gestión de desechos radiactivos?
- 6) ¿A través de qué vías se puede elevar la percepción de riesgos en los tecnólogos de medicina nuclear durante la gestión de desechos radiactivo?
- 7) ¿Cómo se pueden minimizar los riesgos para el medio ambiente y la salud de pacientes y personal del Servicio de Medicina Nuclear?
- 8) ¿Cómo integrar, en la práctica, los saberes de que dispone el tecnólogo de medicina nuclear para realizar la gestión de los desechos radiactivos y promover la adquisición de otros?
- 9) ¿Cómo fomentar actitudes positivas en los tecnólogos de medicina nuclear relacionadas con la gestión de desechos radiactivos?

A partir de la búsqueda bibliográfica y de la valoración de la información, se develaron como subprocesos que derivan de la competencia gestión de desechos radiactivos, en calidad de **ejes procesuales**:

- Diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional.
- Clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos.

- Ejecución de acciones transformadoras.

Con el propósito de esclarecer el contenido de cada eje procesual, estos se explican a continuación:

**Diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional:**

Comprende la integración de los saberes necesarios para la identificación y caracterización radiológica de los desechos que se generan en el Servicio de Medicina Nuclear, la exploración de riesgos potenciales para el medio ambiente y la salud, así como para la clasificación y segregación de estos desechos. Incluye, además, la identificación de necesidades cognitivas, procedimentales y actitudinales de los sujetos implicados en la gestión.

**Clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos:**

Enmarca la indagación y elección de procedimientos tecnológicos pertinentes para gestionar los desechos radiactivos y minimizar los riesgos medioambientales y para la salud, al manipular desechos radiactivos en un contexto radiológico específico. Se sustenta en el diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional y contribuye a la proyección de los subprocesos de acondicionamiento, almacenamiento, transporte y de toma de decisión sobre la disposición final y desclasificación de los desechos. Tributa a la introducción de mejoras en el contexto de actuación profesional.

**Ejecución de acciones transformadoras:**

Comprende el desempeño profesional del tecnólogo de medicina nuclear inherente a la gestión de desechos radiactivos, desde una concepción transformadora del contexto. Se erige sobre la base del diagnóstico del contexto radiológico y la clarificación de procedimientos tecnológicos, constituye el momento de concreción de lo pensado y presupone un ejercicio crítico valorativo de lo realizado, con el empleo de la metacognición como vías para la superación continua del tecnólogo y el mejoramiento de su desempeño profesional, caracterizado por su responsabilidad, autonomía y actitud innovadora.

Entre estos ejes procesuales se establecen relaciones recíprocas, de beneficio y dependencia mutua. A continuación, se representan los indicadores específicos derivados de cada eje procesual, en términos de desempeños deseables:

### **Criterios de desempeño:**

#### **1- Diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional:**

- 1.1- Caracteriza radiológicamente los diferentes desechos radiactivos generados en el Servicio de Medicina Nuclear, según su naturaleza.
- 1.2- Identifica los riesgos que implican los desechos radiactivos para el medio ambiente y la salud de pacientes y personal asistencial.
- 1.3- Clasifica los desechos radiactivos para su posterior segregación en la recogida de los mismos.
- 1.4- Identifica, a través de procesos metacognitivos, necesidades personales de carácter cognitivo, procedimental y actitudinal para gestionar desechos radiactivos.
- 1.5- Se muestra motivado para gestionar los desechos radiactivos.

#### **2- Clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos:**

- 2.1- Selecciona procedimientos para la gestión de los desechos radiactivos, sobre la base de las características de los mismos y su clasificación.
- 2.2- Elabora acciones para minimizar potenciales riesgos medioambientales y para la salud.
- 2.3- Crea las condiciones para una adecuada segregación de los desechos radiactivos, con vistas a su recolección.
- 2.4- Prevé el modo de realizar el acondicionamiento de los desechos radiactivos, según sus características y clasificación, con vistas a su almacenamiento y transporte.
- 2.5- Crea las condiciones adecuadas para el almacenamiento de los desechos radiactivos.
- 2.6- Concibe la disposición final de los desechos radiactivos y su desclasificación, acorde con las normas técnicas y la legislación nacional e internacional.

### **3- Ejecución de acciones transformadoras:**

- 3.1- Segrega los desechos radiactivos durante y después del servicio prestado, acorde con sus características y clasificación.
- 3.2- Acondiciona los desechos radiactivos en correspondencia con sus características y clasificación.
- 3.3- Transporta desechos radiactivos según el protocolo correspondiente para cada uno de los tipos de desechos.
- 3.4- Almacena desechos radiactivos en correspondencia con sus características y clasificación.
- 3.5- Desclasifica desechos radiactivos, en correspondencia con sus características, su clasificación y las normas aceptadas.
- 3.6- Actúa con responsabilidad en cada uno de los procedimientos tecnológicos con los desechos radiactivos.
- 3.7- Demuestra autonomía en la aplicación de los procedimientos para la gestión de los desechos radiactivos.
- 3.8- Muestra una actitud innovadora, desde la valoración metacognitiva de su actuación en la gestión de los desechos radiactivos y las mejoras que proyecta.

### **Evidencias requeridas:**

- Diagnóstico, caracterización y evaluación individual y colectiva de los tecnólogos en gestión de desechos radiactivos.
- Análisis de casos prácticos relacionados con accidentes durante inadecuados procedimientos tecnológicos.
- Informe escrito de incidentes y accidentes.
- Registros de posibles respuestas ante situaciones de emergencias radiológicas.
- Análisis de casos prácticos relacionados con gestión segura de desechos radiactivos.
- Informe del análisis de la situación actual en procedimientos de gestión de desechos radiactivos.

- Simulación de las actividades relacionadas con la gestión de desechos radiactivos.
- Vídeos o grabaciones de experiencias que permitan valorar los desempeños en gestión de desechos radiactivos del profesional en formación inicial.
- Glosario de términos y definiciones en gestión de desechos radiactivos, necesarios para la identificación de cualquier incidente relacionado con un isótopo determinado.

### **2.3- Argumentación del modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos para tecnólogos de medicina nuclear.**

Para la concepción y elaboración del modelo que se presenta, se tuvo en cuenta la teoría de sistemas y el enfoque sistémico estructural funcional, como sustentos epistemológico-metodológicos generales.

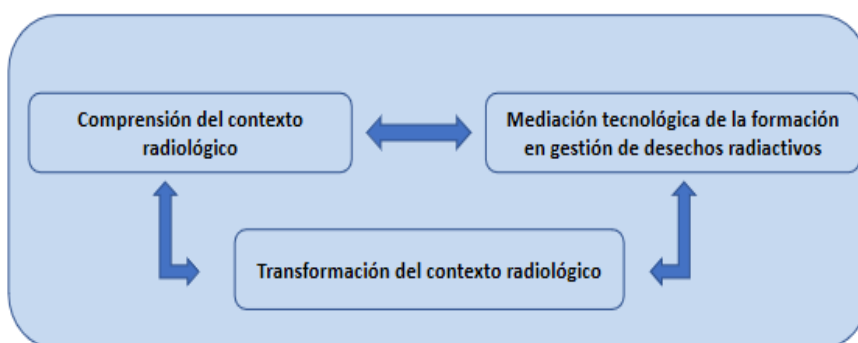
A continuación, se fundamenta el modelo pedagógico de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear, que, como fue expresado con anterioridad, se elaboró utilizándose la teoría de sistemas y la modelación sistémica estructural funcional. Para su construcción, se partió de la lectura crítica de las fuentes documentales especializadas y la sistematización teórica realizada por el autor. Surge de otorgar relevancia a la competencia objeto de investigación, a la vez que se establece como actividad necesaria en el desempeño profesional del tecnólogo en la gestión de desechos radiactivos. En este sentido, es criterio del autor, que debe concebirse, necesariamente, la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, la cual es de gran notabilidad para la formación de los tecnólogos de medicina nuclear. Esta debe formarse teniendo en cuenta los contextos laborales y asistenciales de estos tecnólogos y los momentos esenciales que sustentan su preparación para gestionar desechos antes, durante y después de la aplicación de procedimientos de investigación y tratamiento, que generan desechos radiactivos, así como las particularidades de cada área o Servicio de Medicina Nuclear, así el modelo de formación debe estar organizado en subsistemas y componentes. Las relaciones que entre estos se establecen, son las que determinan la dinámica del sistema a la vez que posibilitarán la formación de la competencia.



Se parte de la necesidad, desde el punto de vista pedagógico, de formar profesionales competentes para el desempeño tecnológico en la medicina nuclear. Para la determinación de los subsistemas del modelo que se describe a continuación, se tomaron en cuenta los resultados del diagnóstico inicial, la información obtenida de la bibliografía consultada y la experiencia del investigador como profesional y profesor de la medicina nuclear.

Los subsistemas constitutivos del sistema que se modela son: Comprensión del contexto radiológico; Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos; Transformación del contexto radiológico (Fig. 1).

**Figura 1.** Subsistemas del modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos por tecnólogos de medicina nuclear.



Seguidamente se explicitan los subsistemas, con sus componentes y las nuevas relaciones teóricas y cualidades sinérgicas que devela el proceso de modelación.

El subsistema **Comprensión del contexto radiológico** se define como el proceso de aprehensión de los elementos que conforman el contexto, de sus características e interacciones entre sí y con el medio ambiente, que connotan la necesaria unificación, integración y dominio de contenidos formativos y de superación continua, los cuales tributan a la preparación y actuación profesional de los tecnólogos, orientada a la gestión de los desechos radiactivos.

Desde esta perspectiva, comprender el contexto radiológico implica la identificación y el dominio de saberes radiológicos y ambientales de carácter cognitivo, procedimental, tecnológico y actitudinal, necesarios para la

caracterización radiológica de los desechos y su posterior gestión; además, incluye la caracterización de los sujetos participantes en la gestión, respecto a su real preparación para llevarla a cabo de forma óptima. Desde este subsistema se tributa al diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional de los tecnólogos, como subproceso de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.

De este modo, la **Comprensión del contexto radiológico** se erige como un proceso que aporta los contenidos y las necesidades formativas, que orientan la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, como contribución a la profesionalización continua de los tecnólogos.

Lo anterior se sustenta en la unión del saber (conocimientos), del saber hacer (habilidades) y del saber ser y convivir (actitudes y valores), así como sus relaciones con los procedimientos tecnológicos requeridos para el desempeño del tecnólogo en la gestión de desechos radiactivos, de forma tal que pueda solventar las dificultades profesionales que se le presenten en la práctica.

Este proceso contempla momentos de reflexión que transcurren en los diversos escenarios docentes en que se involucran los tecnólogos, que incluyen al propio puesto de trabajo. En estos escenarios, se producen los procesos de socialización e individualización, en los que se objetivan y subjetivan los saberes radiológicos y medioambientales, tanto cognitivos como procedimentales y actitudinales, entre ellos, los procedimientos tecnológicos propios de la gestión de desechos. En ello, se concibe la importancia de fomentar actitudes personales responsables en el tecnólogo; así como el dominio de las etapas del proceso de la gestión de desechos radiactivos, lo que implica el análisis y la elección de procedimientos tecnológicos, acordes con las normas establecidas al nivel internacional, nacional e institucional.

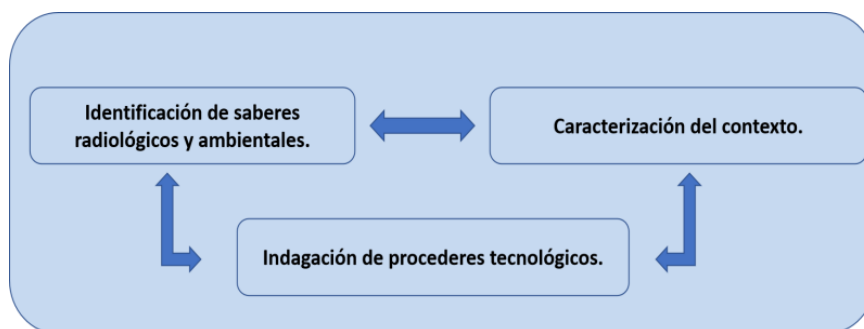
Es en el contexto radiológico donde se manifiesta la necesidad de formación de la competencia y se construyen, objetivamente, la significación y el sentido que para el tecnólogo tienen sus actividades en la gestión de los desechos radiactivos, lo cual incide en su conciencia y le posibilita proyectar transformaciones en el contexto. Esta contribución es relevante para la necesaria integración de los componentes afectivo-motivacional y cognitivo-instrumental, durante la formación de la competencia objeto de análisis.

Todo ello entraña la potenciación de formas de organización en los escenarios docentes que transiten por momentos de trabajo individual, en pequeños grupos y en plenario, en los que la actividad y la comunicación en un clima de cooperación, asertividad y alteridad, propicien la socialización e individualización. En este subsistema adquieren relevancia las tareas de sistematización, para la producción del conocimiento que se socializará en el contexto radiológico; las tareas de gestión del conocimiento que desarrollan habilidades para la búsqueda de información y las de comunicación que contribuyen al desarrollo de la comunicación profesional fundamentada.

Así, la función de este subsistema consiste en develar las características radiológicas y ambientales del contexto, las necesidades formativas de los tecnólogos y las potencialidades del contexto radiológico como escenario docente, que le aportan significación y sentido a la competencia gestión de desechos radiactivos, objeto de aprendizaje.

Conforme a la sistematización teórica realizada por el investigador, los **componentes** de este **subsistema** son: Identificación de saberes radiológicos y ambientales; Caracterización del contexto; Indagación de procederes tecnológicos (Fig. 2).

**Figura 2.** Componentes del subsistema comprensión del contexto radiológico.



El componente **Identificación de saberes radiológicos y ambientales** se refiere al proceso de reconocimiento y determinación de los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales, relativos al contexto radiológico y el medio ambiente, relevantes para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear.

Los saberes radiológicos incluyen los conocimientos relativos a las propiedades físicas y químicas de los isótopos utilizados en el Servicio de Medicina Nuclear; los procedimientos para la caracterización radiológica de los desechos radiactivos y su clasificación; y, también, las actitudes requeridas para su manejo. Los saberes ambientales se refieren a conocimientos generales sobre el medio ambiente, a procedimientos de protección y de mitigación de impactos negativos, así como a las actitudes y valores requeridos para una gestión óptima de los desechos.

Los saberes radiológicos y ambientales se constituyen, a su vez, en orientaciones valorativas que facilitan la valoración de diferentes procederes tecnológicos que, como parte de la comprensión del contexto radiológico, deben realizar los tecnólogos de medicina nuclear y respaldan la caracterización del mismo.

El componente **Identificación de saberes radiológicos y ambientales** entraña, además, la confección de marcos conceptuales más generales, a partir del reconocimiento de las diferentes etapas de la gestión de los desechos radiactivos, como un problema profesional a resolver por los tecnólogos durante su desempeño en una práctica asistencial concreta, con un enfoque preventivo que minimice los daños potenciales al medio ambiente y a la salud. Ello resalta la necesidad de que los tecnólogos asuman un papel responsable en este proceso. Este componente contribuye al diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional de los tecnólogos de medicina nuclear, al posibilitar la integración de saberes para la identificación, caracterización radiológica y clasificación de los desechos generados en un contexto radiológico determinado y para la exploración de riesgos potenciales para el medio ambiente y la salud.

Así, este componente posee la función de develar los referentes teóricos, prácticos, actitudinales y éticos, requeridos para la caracterización del contexto radiológico, el diagnóstico de la preparación y del desempeño de los tecnólogos y que soportan la búsqueda de procederes tecnológicos para proyectar la gestión de desechos radiactivos que, como representación anticipada de la ejecución de la misma, deben realizar los tecnólogos.

El componente **Caracterización del contexto** es el proceso de descripción que, desde una visión holística, aporta información para la identificación de los elementos que lo conforman, las actividades que se desarrollan y los sujetos que en él intervienen. Abarca la identificación de los isótopos radiactivos presentes en los desechos generados en el servicio asistencial y la determinación de sus propiedades químicas y físicas, con vistas a su posterior clasificación e incluye, además, una descripción del estado real de preparación de los tecnólogos para la elección de procedimientos tecnológicos, con vistas a la gestión de los desechos radiactivos. Esta concepción holística del contexto radiológico contribuye a fortalecer el perfil integrador de esta competencia, al considerar no sólo los elementos materiales que entran en su constitución, sino también, los sujetos implicados.

Desde esta perspectiva se socializan, además de saberes, las necesidades formativas de los tecnólogos. Estas necesidades pueden abarcar diferentes áreas del conocimiento, por lo que le concede un carácter interdisciplinario, lo cual posibilita la concepción de un proceso de formación de la competencia orientado hacia la satisfacción de estas necesidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, lo cual le confiere a este un carácter contextualizado e integrador.

La caracterización del contexto, desde una visión holística del mismo, que toma en cuenta no sólo los objetos que lo componen, sino también los sujetos participantes, permite obtener un diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional de los tecnólogos de medicina nuclear, como subproceso de la formación de la competencia.

Para la caracterización del contexto se requiere que los sujetos participantes dominen suficientes saberes radiológicos y ambientales mientras que, cuanto más conocimiento posean del propio contexto, tanto más relevantes y pertinentes serán los saberes identificados. Ambos procesos, de conjunto, aportan a la comprensión del contexto radiológico desde su contribución a la elección de procederes tecnológicos adecuados.

Este componente tiene como función interpretar la información del contexto radiológico, relevante para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear.

El componente **Indagación de procedimientos tecnológicos** es el proceso de búsqueda de procedimientos tecnológicos pertinentes para la gestión de los desechos radiactivos originados en un contexto radiológico dado. Con él se enaltece al método tecnológico como una vía fundamental para contribuir a la profesionalización de los tecnólogos, desde la formación de la competencia en cuestión. El proceder tecnológico es el sistema de procedimientos ordenados que debe realizar el tecnólogo de medicina nuclear para el cumplimiento de las acciones que corresponden a cada etapa de la gestión de los desechos radiactivos.

La indagación de procedimientos tecnológicos posee valor formativo para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, al movilizar e integrar saberes radiológicos y ambientales, en correspondencia con las características del contexto, con vistas a la clarificación de procedimientos tecnológicos, como subproceso de formación de la competencia gestión de los desechos radiactivos. Esta indagación abarca, además, aspectos normativos y jurídicos emitidos en los niveles internacional, nacional e institucional.

Este componente contribuye a la comprensión del contexto radiológico y transcurre en espacios de socialización e individualización, en que los tecnólogos los objetivan, se apropian de ellos y los seleccionan a partir de sus propias orientaciones valorativas, en correspondencia con el grado de subjetivación que cada sujeto le aporta, lo que implica un enfoque personalológico.

Los procedimientos tecnológicos se concretan en las diferentes etapas de la gestión de desechos radiactivos, en correspondencia con las características radiológicas de estos. Entre estas etapas existen relaciones de dependencia recíproca, por lo cual las decisiones que se adopten en el curso de una etapa pueden influir en las subsiguientes. De lo anterior se colige la necesidad de que los sujetos encargados de una etapa concreta de la gestión actúen con un alto grado de conciencia y de responsabilidad.

Este componente cumple una función de exploración de procedimientos tecnológicos pertinentes para gestionar desechos radiactivos en un contexto radiológico determinado, según sus características.

Entre los tres componentes del subsistema Comprensión del contexto radiológico se establecen relaciones de coordinación y complementación. La identificación de los saberes radiológicos y ambientales se desarrolla en estrecho vínculo con los procesos de caracterización del contexto y de indagación de procedimientos tecnológicos, debido a la interdependencia existente entre ellos. Los saberes radiológicos y ambientales se integran en los procedimientos tecnológicos y posibilitan la caracterización del contexto. En última instancia, las características del contexto determinan qué saberes y procedimientos tecnológicos son pertinentes para la gestión de los desechos radiactivos que en él se generan, en correspondencia con los sujetos implicados. En el cumplimiento de sus funciones los componentes del subsistema se complementan en la comprensión del contexto radiológico.

Como resultado del cumplimiento de las funciones propias de los tres componentes del subsistema **Comprensión del contexto radiológico**, se contribuye a la pertinencia proyectiva de la gestión de los desechos radiactivos. En el proceso de formación de la competencia, la pertinencia proyectiva de la gestión expresa el nivel de aptitud cognitiva, procedimental y actitudinal que alcanzan los tecnólogos de medicina nuclear para proyectar la gestión de desechos radiactivos.

La comprensión del contexto radiológico conlleva a la apropiación de los saberes radiológicos y medioambientales, por lo cual se deben garantizar, en cada escenario de formación, las condiciones que garanticen la socialización e individualización de los tecnólogos, de manera que estos contenidos sociales, referentes a la profesión sean identificados y asimilados, a partir de su objetivación y subjetivación. Ello entraña la necesidad de que se propicien momentos de intersubjetividad e intrasubjetividad.

#### **Subsistema Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos.**

Este subsistema se define como el proceso que, mediante acciones de orden pedagógico y didáctico, incorpora las tecnologías de medicina nuclear, las normas y protocolos de la gestión de desechos radiactivos

como herramientas mediadoras en la formación de los sujetos participantes, a través de la educación en el trabajo y la utilización del método tecnológico, para el logro de un mejor desempeño profesional de estos profesionales. Este es representativo de la relación entre el ideal proyectado de dicha gestión y lo real ejecutado con un enfoque personológico, que sienta las bases para las posteriores valoraciones y autovaloraciones de lo realizado. Se basa en la inserción del tecnólogo en escenarios formativos simulados o reales y parte de la responsabilidad que debe caracterizar al tecnólogo en la gestión de desechos radiactivos. Este subsistema connota a las tareas de sistematización; las tareas de desempeño, que apuntan al perfeccionamiento del desempeño profesional, preferentemente en los escenarios laborales y, las tareas de comunicación, como vías para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.

En el contexto de esta investigación, las normas y protocolos de la gestión de los desechos radiactivos son asumidos como tecnologías blandas-duras. El dominio de estas tecnologías es una necesidad para la proyección pertinente y la ejecución idónea de la gestión. Cada una de ellas, posee un lenguaje característico, con una carga de signos que las distinguen, habilidades y tecnologías propias de esta actividad humana, en calidad de herramientas que, como instrumentos mediadores, relacionan al sujeto con lo social que se configura en un contexto radiológico concreto, como un espacio cultural.

De este modo, en la formación de la competencia, mediada por las tecnologías, la búsqueda de pertinencia e idoneidad en la gestión se constituye en un dinamizador de la integración de saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales que tienen lugar, tanto en la representación anticipada de la gestión como en su ejecución. Tanto la pertinencia en la proyección como la idoneidad en la ejecución de la gestión están influidas por los recursos personológicos que es capaz de movilizar cada sujeto.

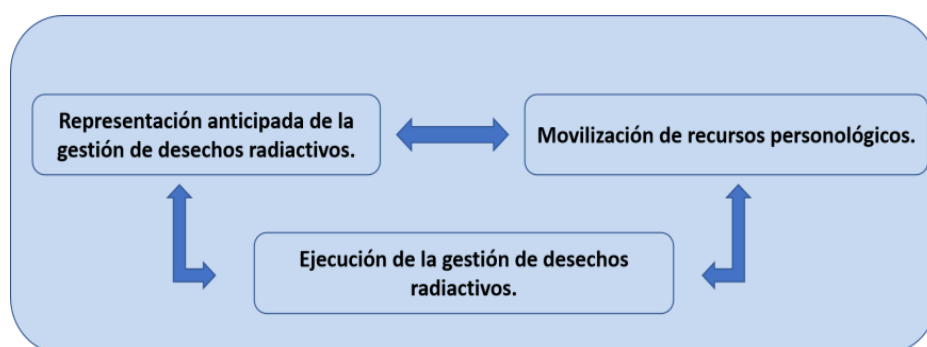
Esta mediación tecnológica transcurre en unidad con la mediación de los sujetos participantes en el proceso de formación de la competencia. Desde esta visión, un tecnólogo se considera como un mediador o puede convertirse en un sujeto mediatizado, al hacer uso del lenguaje u otros signos y herramientas, para transferir y recibir, del medio social, los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales.



La función del subsistema es develar la lógica contextualizadora de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear, a partir del vínculo entre la representación anticipada de dicha gestión y lo real ejecutado, como expresión de la unidad entre la teoría y la práctica en un contexto radiológico concreto, lo que connota al método tecnológico como vía para el logro de dicha formación, en unidad con el principio de la educación en el trabajo.

Ello enaltece, por una parte, la significación del contexto de actuación profesional como escenario docente y, por otra, la importancia de la mediación tecnológica. Los **componentes** de este **subsistema** son: Representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos; Movilización de recursos personológicos; Ejecución de la gestión de desechos radiactivos (Fig. 3).

**Figura 3.** *Subsistema: Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos.*



El componente **Representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos** expresa el ideal personalizado de la gestión de un determinado desecho radiactivo, concebido por el sujeto en formación, en un contexto radiológico específico. Esta se construye a través de la clarificación de procederes tecnológicos, para su adaptación y contextualización, sobre la base de los saberes radiológicos, los saberes ambientales y la caracterización del contexto. Consiste en el ordenamiento de las etapas de la gestión, según las características radiológicas de cada desecho radiactivo y la tecnología nuclear que se aplica. Este proceso requiere de la mediación tecnológica, como recurso pedagógico que asegure la pertinencia proyectiva de la gestión de los desechos radiactivos.

En este componente es relevante la clarificación de procedimientos tecnológicos como subproceso de formación de la competencia, que garantiza la pertinencia de la representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos, procura minimizar los riesgos al manipular desechos radiactivos y posibilita la proyección del acondicionamiento, almacenamiento y transporte de los desechos, así como la toma de decisión acerca de la disposición final y la desclasificación de los mismos. Este proceso se sostiene y mejora a medida que se alcanzan niveles superiores de comprensión del contexto radiológico, mediante la identificación de saberes radiológicos y ambientales, el diagnóstico del contexto y la indagación de procedimientos tecnológicos.

Para su realización el sujeto requiere del dominio de saberes radiológicos y ambientales que, junto a la caracterización radiológica y los procedimientos tecnológicos específicos, aseguran la comprensión del contexto radiológico. De este modo, la representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos integra los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales, que le aportan pertinencia a la gestión proyectada.

La representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos cumple la función de orientar la ejecución de la gestión. Desde esta función, se constituye en un referente valorativo para la valoración y autovaloración de la ejecución de la gestión de los desechos radiactivos, es decir, del desempeño profesional de los tecnólogos.

El componente **Movilización de recursos personológicos** implica promover en los tecnólogos la manifestación de recursos personales mediadores en la formación para la gestión de los desechos radiactivos, tales como: flexibilidad, autovaloración reflexiva, asertividad, alteridad, perseverancia, autocontrol y seguridad en sí mismos. Estos recursos personológicos actúan como mediadores en la integración de saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales requeridos para la representación anticipada de la gestión y su ejecución.

La flexibilidad le viabiliza al tecnólogo el poder contextualizar su actuación profesional, según los cambios que se producen en el contexto radiológico en que se desenvuelve, asumido este como escenario de

formación. La autovaloración reflexiva le permite reflexionar sobre la práctica y emitir juicios valorativos acerca de su propia ejecución y la de otros sujetos. La asertividad contribuye a la comunicación en un clima de respeto mutuo, libertad y sinceridad para expresar sus opiniones y escuchar otros puntos de vista coincidentes o divergentes con los suyos. La alteridad le permite la consideración de la perspectiva del otro en el diálogo. La perseverancia es un recurso que mantiene a los sujetos enfocados en una determinada problemática hasta lograr su completa solución. El autocontrol y la seguridad en sí mismos son recursos personológicos necesarios que posibilitan a los tecnólogos reaccionar adecuadamente ante los eventos imprevistos durante la gestión de los desechos.

Lo anterior implica, además, la necesidad de la educación de los tecnólogos en el amor hacia la naturaleza, lo cual contribuirá al fortalecimiento de la responsabilidad de los tecnólogos durante la gestión de los desechos radiactivos, en aras del cuidado del medio ambiente y de la salud.

De lo anterior se deduce que este componente tiene la función de potenciar recursos personológicos de los que son portadores los tecnólogos, que le posibiliten la proyección pertinente y una ejecución idónea de la gestión de los desechos radiactivos, a partir de la comprensión del contexto radiológico dado.

El componente **Ejecución de la gestión de desechos radiactivos** se corresponde con la realización práctica de la representación anticipada de dicha gestión, como expresión del desempeño profesional del tecnólogo, es decir, lo que realmente hace. Es representativo del vínculo entre lo concreto pensado y lo objetivamente realizado.

En este componente adquiere especial relevancia la integración de los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales, que tiene lugar a la par de la necesaria movilización de recursos personológicos que garanticen la óptima ejecución de la gestión. Ello transcurre en estrecho vínculo con la representación anticipada de la gestión, que guía y orienta el proceso de su ejecución, sobre la base de la clarificación de procedimientos tecnológicos pertinentes en un contexto radiológico dado.

Su función en la formación de la competencia es establecer el vínculo de la teoría con la práctica, basado en el principio de la educación en el trabajo y mediado por el método tecnológico. Con este fin, la ejecución de la gestión se concibe tanto en contextos simulados como reales, los cuales se resignifican como escenarios formativos de la competencia objeto de formación.

Entre los componentes del subsistema se establecen relaciones de coordinación. La ejecución de la gestión de desechos radiactivos se concreta en correspondencia con la representación anticipada que cada sujeto posee de la misma, mediadas ambas por los recursos personológicos que se movilizan. Ello significa que la mediación tecnológica se da en dos momentos relacionados entre sí, primero como representación mental y luego como realización práctica de lo pensado.

Como resultado del cumplimiento de las funciones propias de los tres componentes del subsistema Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos se contribuye a la idoneidad ejecutora de la gestión de los desechos radiactivos. En el proceso de formación de la competencia, la idoneidad ejecutora en la gestión expresa el nivel de desempeño profesional que logran los tecnólogos en la gestión de desechos radiactivos, la cual queda determinada por el grado de correspondencia que se logre entre la representación anticipada de la gestión y lo real ejecutado por cada sujeto. De este modo, el nivel de desempeño ofrece una medida del nivel de logro de la competencia, es decir, de la idoneidad alcanzada por los tecnólogos en dicha gestión. Lo anterior connota el vínculo necesario entre la pertinencia proyectiva y la idoneidad ejecutora de la gestión. Cuanto más pertinente resulta la representación anticipada que hace cada sujeto, mayor grado de idoneidad demostrará en su desempeño. En tanto que, la propia pertinencia proyectiva guarda una estrecha relación con el grado de comprensión que se tenga del contexto radiológico en el cual se insertan los tecnólogos, como escenario de su profesionalización continua.

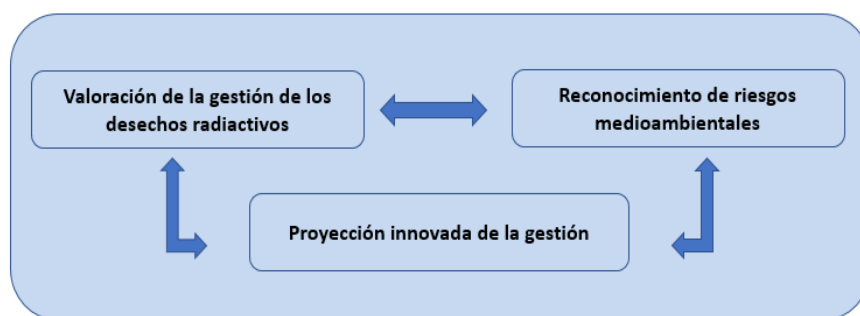
El subsistema **Transformación del contexto radiológico** se define como el proceso que garantiza la superación constante del tecnólogo, mediante la mejora sistemática de la gestión de desechos radiactivos en un contexto radiológico específico, sobre la base de la autovaloración de su ejecución personal, en la que

reconoce los riesgos para la salud y el medio ambiente. Es distintivo de la actividad innovadora que debe caracterizar a estos tecnólogos en dicha gestión. Transita el ciclo práctica-teoría-práctica y reintegra una proyección innovada de la gestión, a la vez que produce cambios en los sujetos implicados, lo cual le confiere un carácter formativo e integrador. En este subsistema tienen relevancia las tareas de innovación que propician el pensamiento flexible, la inconformidad y la motivación para solucionar problemas profesionales. Se parte de la percepción de riesgos asociados a la gestión, a cómo debe actuar el tecnólogo de medicina nuclear ante situaciones de emergencia y accidentes radiológicos, vinculadas al manejo inadecuado de los desechos radiactivos, además de contribuir a resolver los problemas generados en el desempeño de la profesión.

Establece cómo los tecnólogos deben manifestar el nivel de competencia alcanzado, a la vez que se establezcan los estándares para continuar su desarrollo progresivo. Igualmente, exalta a la evaluación como un proceso necesario en la formación de la competencia, que brinda la posibilidad de que el tecnólogo obtenga los elementos sobre su desempeño, con logros y aspectos a transformar. Para ello, se debe contar con la descripción de los niveles de logro de la competencia y potenciar la evaluación participativa desde todas sus variantes: autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. Se connota a la metacognición como vía de mejoramiento continuo, a partir de la reflexión sistemática en torno a lo que se proyecta y se ejecuta. Este subsistema tiene como función aportar, desde procesos valorativos y metacognitivos, información acerca de la idoneidad de la gestión de desechos en un contexto radiológico dado y de los riesgos reales o potenciales que esta comporta, lo cual sirve como sustento para la introducción de acciones transformadoras en el contexto.

Los **componentes** de este **subsistema**, definidos desde la sistematización teórica realizada son: Valoración de la gestión de los desechos radiactivos; Reconocimiento de riesgos medioambientales; Proyección innovada de la gestión (Fig. 4).

**Figura 4.** *Subsistema: Transformación del contexto radiológico.*



El componente **Valoración de la gestión de los desechos radiactivos**, constituye un proceso crítico reflexivo, que le permite al tecnólogo enjuiciar su actuación y la de otros sujetos en un contexto radiológico concreto, desde referentes tecnológicos, actitudinales, éticos, ambientales y de salud, a partir de las orientaciones valorativas que posee, adquiridas en su formación. Este proceso se concreta a partir de la confrontación del ideal personalizado de la gestión de desechos radiactivos, expresado en su representación anticipada, con la ejecución real de la misma por el sujeto como revelación de su desempeño profesional.

Desde este componente se connota a la reflexión sobre la práctica como un momento necesario para la identificación de riesgos ambientales y necesidades de profesionalización en tecnólogos de medicina nuclear. Para su realización deben entrar en relación la significación social y personal que poseen los desechos radiactivos, el medio ambiente y la salud; las necesidades e intereses del sujeto en lo profesional y en lo social; sus afectos y emociones; los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales; así como la experiencia acumulada en la práctica diagnóstica y asistencial de salud. Todas ellas forman parte de las orientaciones valorativas que deben poseer los tecnólogos para llevar a cabo la valoración de la gestión de los desechos radiactivos.

Cuanto más profundas sean sus valoraciones, tanto más logrará identificar potencialidades, buenas prácticas, insuficiencias y riesgos en su gestión, cada vez, con mayor grado de esencialidad. Ello, constituye una fuente para el perfeccionamiento continuo de su desempeño, al replantearse la necesidad de introducir mejoras en la gestión de desechos radiactivos. Desde este punto de vista, la valoración de la gestión es

mediadora entre los saberes que poseen los tecnólogos como resultado de su formación y la transformación de su práctica profesional.

Este componente cumple la función de retroalimentar el proceso de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear, desde el mejoramiento continuo de su desempeño profesional.

El componente **Reconocimiento de riesgos medioambientales** constituye un proceso de exploración e identificación de potenciales peligros y/o accidentes asociados a determinados procederes tecnológicos de la gestión de desechos radiactivos, con el propósito de prever sus impactos en el medio ambiente y en la salud del personal expuesto.

Este proceso parte de la comprensión del contexto radiológico y de la identificación de debilidades en la gestión, se sustenta en los saberes radiológicos y medioambientales, en la caracterización del contexto radiológico, en el dominio de las tecnologías mediadoras de la gestión de desechos radiactivos, aplicadas en la representación anticipada y en la ejecución de la gestión y en la autovaloración que realiza cada tecnólogo de su propia gestión, debido a que los riesgos pueden estar asociados con un manejo inadecuado de los desechos.

Este componente cumple una función valorativa, como contribución a la percepción de riesgos medioambientales y de salud presentes en un contexto radiológico determinado. Esta función es relevante para la identificación de cambios necesarios en la proyección de la gestión, que conlleven al mejoramiento de su ejecución, desde la proyección de acciones transformadoras. Ello implica la necesidad de considerar la educación ambiental y radiológica como parte de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos. El componente **Proyección innovada de la gestión** se define como el proceso de mejora continua de la actuación profesional de los tecnólogos, a partir de las autovaloraciones realizadas por estos acerca de la gestión de desechos radiactivos y el reconocimiento de riesgos en su ejecución, en un contexto radiológico determinado.

Este componente tiene la función de transformar la práctica que se desarrolla en un contexto radiológico dado, desde la valoración crítica reflexiva de la gestión de los desechos radiactivos. Esta función posibilita la ejecución de acciones transformadoras como subproceso de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.

Este subproceso de formación de la competencia cierra el ciclo práctica-teoría-práctica y sienta las bases para iniciar un nuevo ciclo, con lo cual se garantiza la continuidad del proceso como expresión de la capacidad del sistema para automantenerse. En la proyección innovada de la gestión se sintetiza un grado superior de pertinencia proyectiva, como expresión de un nivel más elevado de comprensión del contexto radiológico, de dominio de procedimientos tecnológicos y de saberes radiológicos y ambientales por parte de los tecnólogos, a la vez que se generan nuevas necesidades de profesionalización, colectivas e individuales, en su formación continua.

Entre los componentes Valoración de la gestión de los desechos radiactivos, Reconocimiento de riesgos medioambientales y Proyección innovada de la gestión, se producen relaciones de coordinación y complementación al aportar elementos para introducir mejoras en la competencia y, por ende, en el desempeño profesional del tecnólogo, como resultado de su formación continua.

Los subsistemas Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos y Transformación del contexto radiológico, establecen relaciones de coordinación y se complementan entre sí, a la vez que, forman relaciones de subordinación con el subsistema Comprensión del contexto radiológico, el cual posee un carácter rector pues, en última instancia, la competencia responde a las exigencias del contexto radiológico en que se desempeñan los tecnólogos, debido a que aporta los diferentes saberes, procedimientos tecnológicos y la caracterización del contexto que contiene, además, las necesidades formativas de los tecnólogos, todos elementos necesarios para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.



La mediación tecnológica requiere de la comprensión del contexto radiológico, que le aporta, desde las funciones de sus componentes, los saberes radiológicos y ambientales, el diagnóstico del contexto y los procedimientos tecnológicos que tributarán a la representación anticipada y a la ejecución de la gestión. No obstante, la mediación tecnológica guía la comprensión del contexto radiológico, al plantearle exigencias cada vez más elevadas respecto a los saberes que deben dominar los tecnólogos, lo cual es expresión de su relativa independencia.

Mientras más completa sea la comprensión del contexto radiológico que logran los tecnólogos, mayor será la pertinencia de la gestión que estos proyectarán, en tanto que, el propósito de lograr una adecuada planeación de ésta demandará actualización, ampliación y profundización, tanto en saberes cognitivos, como procedimentales y actitudinales. Desde esta perspectiva, la representación anticipada de la gestión de los desechos se constituye en fuente de motivación e interés por parte de los tecnólogos para la superación profesional, al permitirles reconocer necesidades formativas reales y sentidas. A su vez, la búsqueda de la pertinencia proyectiva exigirá un mayor dominio del contexto radiológico.

A medida que el tecnólogo logra una mayor comprensión del contexto radiológico, al apropiarse de saberes radiológicos y ambientales, de procedimientos tecnológicos y del diagnóstico del contexto, estará en mejores condiciones para valorar su actuación en la gestión de los desechos radiactivos, al poseer más referentes valorativos. Estos referentes, unidos a los recursos personológicos, le posibilitan la comparación de su ejecución con el ideal proyectado de la gestión e identificar las insuficiencias manifiestas y sus posibles causas y consecuencias. Ello, connota el rol que cumple la valoración en el vínculo entre teoría y práctica, para la transformación de esta última.

Del cumplimiento de las funciones propias de los tres componentes del subsistema **Transformación del contexto radiológico**, se contribuye a la autonomía en la gestión. En el proceso de formación de la competencia, la autonomía expresa el nivel de resolución e independencia que logran los tecnólogos de medicina nuclear al realizar la gestión de desechos radiactivos, emitir juicios valorativos acerca de su

actuación personal y la de otros sujetos, en un clima de asertividad y alteridad, e introducir mejoras tanto en la proyección como en la ejecución de la gestión. Esta dinámica permite la ejecución de acciones transformadoras como subproceso de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.

De las relaciones entre los subsistemas y sus componentes se obtiene como cualidad sinérgica de orden superior la lógica contextualizadora e integradora de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear (Fig. 5). Esta cualidad es representativa de la pertinencia proyectiva, la idoneidad ejecutora y la autonomía que alcanzan los tecnólogos en la gestión de los desechos radiactivos, como resultado del proceso formativo situado en un contexto radiológico concreto y de la integración de los procesos de comprensión contextual, de mediación tecnológica de la formación de la competencia y de transformación del contexto, que le aportan un carácter contextualizado e integrador.

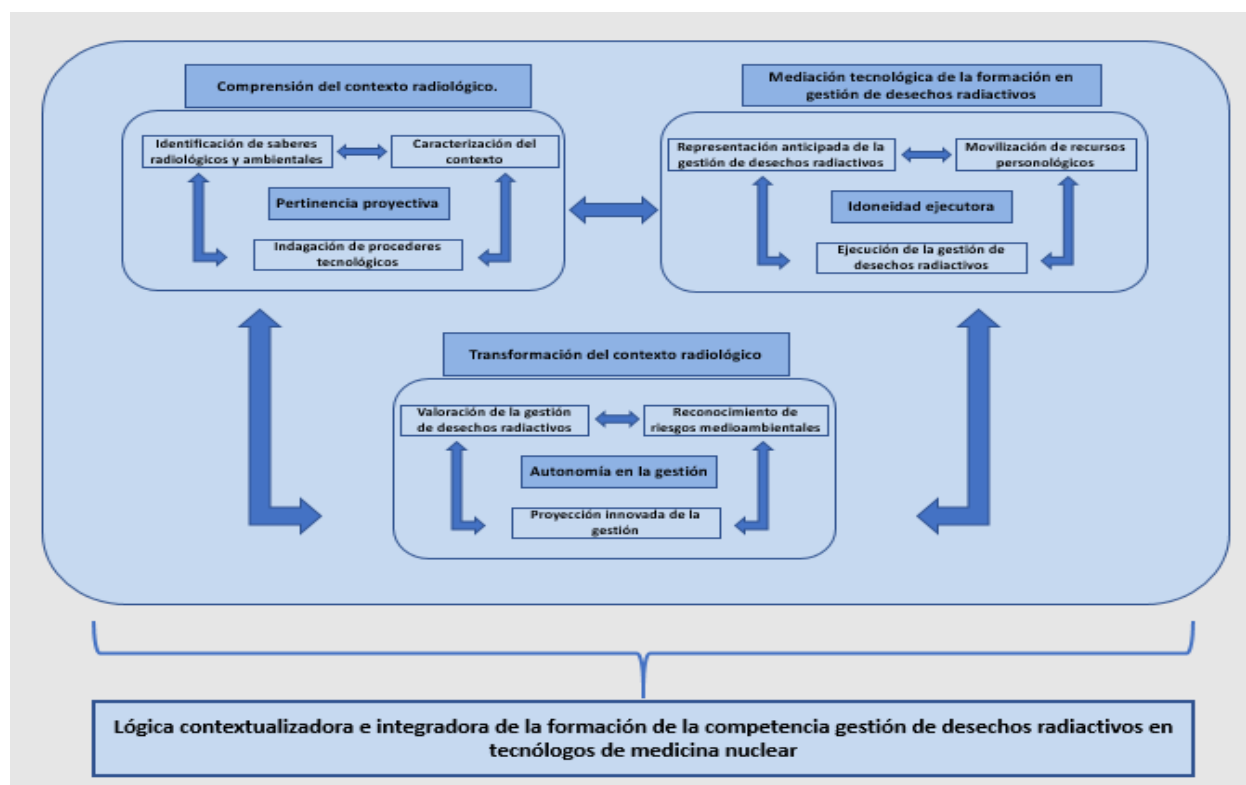
Los componentes del subsistema **Comprensión del contexto radiológico**, desde sus interacciones, cumplen con el objetivo de aportar pertinencia a la proyección de la gestión. Los componentes del subsistema **Mediación tecnológica de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos**, a partir de sus relaciones mutuas, tributan al logro de la idoneidad ejecutora de la gestión. Los componentes del subsistema **Transformación del contexto radiológico** aportan la autonomía en la gestión. De este modo, cada subsistema muestra su sinergia, lo cual es una expresión de la propia recursividad del sistema.

El subsistema **Transformación del contexto radiológico** retroalimenta al proceso de formación de la competencia, a partir de las autovaloraciones de lo logrado en la gestión y la identificación de riesgos medioambientales y para la salud, que conllevan a profundizar en la comprensión del contexto radiológico para generar cambios en la proyección de dicha gestión, identificando, a su vez, nuevas necesidades formativas de los tecnólogos. Esta dinámica garantiza la autonomía del proceso formativo de la competencia y contribuye a la autopoiesis del sistema.

Los cambios en las tecnologías que se usan en los procesos asistenciales, de diagnóstico y terapéuticos, así como las transformaciones que se producen en los sujetos implicados, dan cuenta del carácter cambiante

del contexto radiológico. Ello implica que el sistema recibe influencias externas que lo modifican y, por tanto, es abierto. Tales modificaciones tienen implicaciones para todos los subsistemas y componentes del sistema, los que desde sus interrelaciones y sus funciones posibilitan su adaptación a las nuevas condiciones, como expresión de homeostasis en el sistema.

**Figura 5.** Estructura del modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.



El modelo pedagógico de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, desde su estructura y funciones, posibilita la concreción de sus ejes procesuales: diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional, clarificación de procedimientos tecnológicos y la ejecución de acciones transformadoras, en la gestión de los desechos radiactivos.

## Conclusiones del Capítulo II

- El proceso de sistematización teórica reveló los fundamentos teóricos y políticos del modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear, los cuales se

sustentan en los aportes de disciplinas tales como: Filosofía, Sociología, Psicología, Didáctica y Pedagogía, desde la ideología Marxista-Leninista.

- La competencia gestión de desechos radiactivos se estructuró en tres ejes procesuales: diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional; clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos y ejecución de acciones transformadoras, dirigidos a la comprensión del contexto de forma holística, a la elección de procedimientos tecnológicos y a la transformación del contexto radiológico.
- El modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos explica las relaciones entre los subsistemas que lo constituyen: comprensión del contexto radiológico; mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos; y, transformación del contexto radiológico, de cuyas relaciones resulta la lógica contextualizadora e integradora de la formación de la competencia. Las relaciones que se establecen entre los componentes de los subsistemas le aportan pertinencia proyectiva, idoneidad ejecutora y autonomía a la gestión.

**CAPITULO III. ESTRATEGIA PARA LA FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA GESTIÓN DE  
DESECHOS RADIACTIVOS EN TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR**

### **CAPITULO III. ESTRATEGIA PARA LA FORMACIÓN DE LA COMPETENCIA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS EN TECNÓLOGOS DE MEDICINA NUCLEAR.**

El presente capítulo contiene la descripción de la estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear que, en calidad de resultado práctico, constituye la vía para la concreción del modelo teórico. Se presentan los resultados de la valoración realizada acerca del modelo y la estrategia, mediante la utilización del criterio de expertos. A continuación, se describe la aplicación del preexperimento y se realiza la discusión de los resultados de su implementación en un grupo muestra de tecnólogos de medicina nuclear.

#### **3.1- Descripción de la estrategia para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.**

Respecto a las estrategias pedagógicas se consideró pertinente lo expresado por Rojas Valladares et al. (2020), quienes consideran que es una forma consecuente de articular procesos de intervención psicopedagógica, que traen como resultado el establecimiento de una relación de ayuda, ya sea de manera individual o grupal para alcanzar niveles superiores en el desarrollo humano y de crecimiento personal.

La estrategia que se presenta tiene su sustento en el modelo teórico de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos y está dirigida a favorecer este proceso desde la profesionalización continua de los tecnólogos de medicina nuclear, a partir de su tratamiento sistémico y de la lógica contextualizadora e integradora que lo caracteriza.

El carácter pedagógico de la estrategia se justifica porque la misma responde al proceso de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, como parte de la profesionalización continua de los tecnólogos de medicina nuclear que, como proceso pedagógico orientado al mejoramiento del desempeño profesional, se sustenta en las relaciones dialécticas entre formación y desarrollo; socialización e individualización; objetivación y subjetivación que se manifiestan en diferentes contextos, así como en la unidad entre instrucción, educación y desarrollo.

En correspondencia con el modelo teórico en que se sustenta la estrategia, se conciben acciones dirigidas a que los tecnólogos alcancen pertinencia proyectiva, idoneidad ejecutora y autonomía en la gestión de los desechos radiactivos. Ello requiere que se garantice un estrecho vínculo con el contexto radiológico concreto en el cual se sitúa la formación de la competencia, como expresión de la lógica contextualizadora de su formación y del carácter rector que posee su comprensión para la formación de la competencia. De ahí que, previamente, se debe asegurar la comprensión del contexto radiológico con un enfoque holístico, que incluya el diagnóstico de las necesidades formativas de los tecnólogos de medicina nuclear.

Para su elaboración se consideraron los siguientes elementos estructurales:

- Objetivo general.
- Requerimientos para su implementación.
- Agentes sociales que intervienen en la estrategia.
- Etapas, con sus objetivos, acciones y orientaciones metodológicas.

El **objetivo general** de la estrategia es: contribuir a la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear, desde el proceso de profesionalización continua.

La misma constituye una vía para atender las falencias con que egresan de la universidad los profesionales que en la actualidad ejercen como tecnólogos de medicina nuclear, quienes presentan limitaciones en su desempeño durante el manejo de desechos radiactivos.

**Requerimientos para su implementación:**

- Actitud comprometida de los tecnólogos hacia su incorporación a la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, desde la profesionalización continua, a partir del reconocimiento de la importancia y utilidad de la puesta en práctica de la estrategia.
- Posibilidad de intercambios entre especialistas de diferentes servicios asistenciales que, como mediadores, a través de acciones de carácter interdisciplinario, contribuyan al desarrollo de la

competencia gestión de desechos radiactivos, desde la profesionalización continua de los tecnólogos.

- Preparación de los facilitadores del proceso para desempeñarse como orientadores y guías de la formación de la competencia, lo que favorecerá la aplicación de la estrategia y contribuirá a la mediación tecnológica.
- Creación de un clima de confianza y tolerancia en el Servicio de Medicina Nuclear, fundado en la práctica de relaciones interpersonales basadas en la cooperación, la asertividad y alteridad.
- Disposición de los tecnólogos para dialogar y participar en actividades colaborativas, como parte del proceso de formación de la competencia.

#### **Actores sociales que intervienen en la estrategia:**

En la estrategia se prevé participen como protagonistas los tecnólogos de medicina nuclear, graduados de la Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica, los cuales tienen previsto en su plan de estudio áreas del Servicio de Medicina Nuclear como esferas de actuación. Estos profesionales tienen, entre otras, la función principal docente, desde la cual deben garantizar su autopreparación y continuidad de estudios, a través de actividades de formación académica y de la superación profesional. En calidad de otros actores sociales se contemplan las áreas del Servicio de Medicina Nuclear, en las que intervienen tecnólogos con experiencia en la gestión de desechos radiactivos y físicos médicos, debidamente certificados por el organismo rector, los cuales pueden aportar a la implementación de la estrategia. La Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, con su claustro especializado en la formación inicial de estos tecnólogos y como centro responsabilizado con su formación de postgrado, tiene un rol destacado en todo el proceso. Los diferentes actores sociales se consideran mediadores en el proceso de formación de la competencia.

#### **Etapas, objetivos, acciones y orientaciones metodológicas:**

La estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos consta de tres etapas: diagnóstico y sensibilización; planificación y ejecución; evaluación.



La etapa de diagnóstico y sensibilización debe partir de la comprensión del contexto radiológico, se realiza con el propósito de obtener criterios acerca del dominio de saberes radiológicos, saberes ambientales y procederes tecnológicos por parte de los tecnólogos de medicina nuclear, así como de su nivel de competencia en la gestión de los desechos radiactivos, para sensibilizarlos hacia la necesidad de emprender acciones de profesionalización en el contexto de actuación profesional. La misma está dirigida a garantizar las condiciones requeridas para el desarrollo del proceso de formación de la competencia y comprende la identificación de las potencialidades del contexto para este fin, así como los recursos materiales necesarios en los diferentes escenarios docentes.

**Objetivo:** Identificar el desarrollo actual de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear, para sensibilizarlos con su formación, a través de la profesionalización continua.

**Acciones:**

- 1- Diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional como escenario docente de formación de la competencia:
  - a) Caracterizar los principales desechos radiactivos generados en el contexto radiológico.
  - b) Caracterizar el desempeño de los tecnólogos de medicina nuclear en la gestión de desechos radiactivos.
  - c) Identificar fortalezas, debilidades y potencialidades que manifiestan los tecnólogos de medicina nuclear en la gestión de desechos radiactivos.
- 2- Identificación de los saberes radiológicos y ambientales, así como de procederes tecnológicos pertinentes, en correspondencia con el contexto radiológico.
- 3- Realización de un taller de reflexión, con tecnólogos de medicina nuclear, acerca de las principales fortalezas y debilidades que manifiestan en la gestión de desechos radiactivos y la necesidad de emprender acciones de profesionalización, orientadas a la formación de la competencia en cuestión.

- 4- Identificar las necesidades formativas de los tecnólogos respecto a la competencia gestión de desechos radiactivos.
- 5- Sensibilización de los tecnólogos en torno a la importancia de una adecuada gestión de los desechos radiactivos y de su actuación responsable y proactiva, en función de minimizar los riesgos medioambientales y para la salud, así como su disposición para participar en actividades de profesionalización.

**Orientaciones metodológicas para la instrumentación de las acciones correspondientes a la etapa de diagnóstico y sensibilización.**

Para el diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional se debe considerar su concepción holística, por lo cual es necesario realizar, previamente, una caracterización de los desechos radiactivos que se generan en el mismo, para luego proceder a la caracterización del desempeño de los tecnólogos de medicina nuclear en la gestión de desechos radiactivos. Con este fin, se tendrán en cuenta los indicadores de desempeño de cada eje procesual de la competencia, en función de lo cual se utilizará una escala que contempla las categorías: Preformal (P), Receptivo (R), Resolutivo (Rs), Autónomo (A) y Estratégico (E). A partir de estos resultados, se recomienda el uso del método comparativo para la identificación de las necesidades formativas de los tecnólogos. Todo lo anterior servirá como base para el desarrollo del resto de las acciones de esta etapa.

La **etapa de planificación y ejecución** se realiza con la finalidad de concebir las acciones de la estrategia, dirigidas a la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear y a su ejecución en la práctica, en correspondencia con el modelo teórico de su formación y las necesidades formativas identificadas. Esta comprende dos fases: la de planeación y la de ejecución.

**Objetivos:**

- Planificar acciones dirigidas a la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear, en correspondencia con el modelo teórico concebido y el diagnóstico de las necesidades formativas de estos profesionales.
- Ejecutar las acciones planificadas para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.

**Las acciones que comprende esta etapa en la fase de planeación son:**

- Determinación de los saberes radiológicos y ambientales, así como procederes tecnológicos necesarios para la satisfacción de las necesidades formativas de los tecnólogos, en función de la competencia gestión de desechos radiactivos.
- Elección de las formas organizativas de la educación de postgrado en que se sustentará la profesionalización de los tecnólogos, orientada a la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.
- Planeación de las actividades para la formación de la competencia, según las formas organizativas seleccionadas: taller, curso de superación y entrenamiento.
- Elección de métodos y medios a utilizar en cada forma organizativa para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.
- Selección de los escenarios docentes en los que se desarrollará la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.
- Elaboración de los programas correspondiente a cada forma organizativa seleccionada.

**Las acciones concebidas en la fase de ejecución son:**

- Explicación de la estrategia pedagógica, atendiendo a sus etapas, acciones, contenidos y aspectos metodológicos para su implementación.

- Realización del taller de sensibilización y diagnóstico, previo a la puesta en práctica del curso de superación y del entrenamiento.
- Ejecución del curso de superación y del entrenamiento.
- Realización del taller de evaluación final, posterior al desarrollo del curso de superación y del entrenamiento.

**Orientaciones metodológicas para la instrumentación de las acciones correspondientes a la etapa de planificación y ejecución.**

Para la fase de planeación se deben satisfacer, previamente, algunos requisitos relativos a la comprensión del contexto radiológico, desde una perspectiva holística: 1) conocer cuáles son los saberes radiológicos y ambientales, así como qué procedimientos tecnológicos deben dominar los tecnólogos, como parte de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos; 2) tener la caracterización de los desechos radiactivos que se generan en el contexto radiológico; 3) contar con el diagnóstico de la situación actual del desempeño en gestión de desechos radiactivos de los tecnólogos de medicina nuclear y con la identificación de las fortalezas y debilidades que estos manifiestan en este proceso, que se constituyen en necesidades de profesionalización, así como las potencialidades presentes, tanto en los sujetos como en los escenarios docentes .

La elección de las formas organizativas se debe realizar en correspondencia con las necesidades que deben ser atendidas y con las características de los escenarios docentes. Se recomienda utilizar como forma principal el curso de superación, el cual se complementará con entrenamientos en el puesto de trabajo, según las necesidades particulares de cada tecnólogo. Se proponen dos talleres, uno de sensibilización y diagnóstico que se realizará con un carácter previo al inicio del curso, el cual permite establecer el nivel de partida con que los tecnólogos iniciarán las acciones de profesionalización, dirigidas a la formación de la competencia. El segundo taller, que se realizará al concluir el curso y los entrenamientos en el puesto de trabajo, se realiza con el propósito de obtener criterios para determinar los niveles de logro de la competencia

alcanzados por cada tecnólogo. A continuación, se describen las acciones de profesionalización orientadas a la formación de esta competencia.

Previo a la planeación de las actividades, desde la superación profesional, en la educación de postgrado, se obtuvieron las necesidades formativas de los tecnólogos. Para ello, se realizó un estudio de corte transversal en el Hospital Oncológico “María Curie”, de Camagüey, con una muestra conformada, de modo intencional, por 20 tecnólogos.

En el diagnóstico de las necesidades formativas se aplicó el método comparativo, al contrastar los desempeños esperados, según la competencia gestión de desechos radiactivos, con los desempeños reales de los tecnólogos. En un primer momento, se delimitaron contenidos de naturaleza teórica y práctica, de carácter normativo, técnico, medioambiental y ético, que deben poseer los tecnólogos para la gestión de desechos radiactivos.

En un segundo momento, se diagnosticó el desempeño profesional de los tecnólogos de medicina nuclear en la gestión de desechos radiactivos, mediante la aplicación de una escala de valoración del nivel de desarrollo de la competencia gestión de desechos radiactivos. Luego, a través de la comparación entre la formación ideal de los tecnólogos, identificada en el primer momento, y el desempeño profesional de estos, caracterizado en el segundo momento, fueron identificadas las potencialidades y carencias manifestadas por los tecnólogos, las que sirvieron para reconocer oportunidades y necesidades de profesionalización, percibidas como fundamentales para promover el desarrollo profesional y detectadas a nivel individual e institucional.

Desde la conceptualización y estructuración de la competencia se identificaron los contenidos, que deben dominar los tecnólogos para gestionar desechos radiactivos, mientras que el diagnóstico del desempeño profesional develó las insuficiencias que subsisten en su actuación. A continuación, en la tabla 1 se exponen los resultados de este proceso de indagación.

**Tabla 1**

*Contenidos a dominar e insuficiencias en el desempeño profesional de los tecnólogos en la gestión de desechos radiactivos.*

<b>Contenidos a dominar por los tecnólogos para gestionar desechos radiactivos.</b>	<b>Diagnóstico del desempeño profesional de los tecnólogos en la gestión de desechos.</b>
Cognitivos: Características radiológicas de los isótopos. Tipos de desechos radiactivos. Etapas de la gestión de desechos radiactivos. Normas del OIEA y regulaciones nacionales e institucionales. Impactos ambientales y sobre la salud. Normas de protección radiológica.	Insuficiente dominio de normas del OIEA y regulaciones nacionales. Poco dominio de las características radiológicas de isótopos y de los desechos radiactivos.
Procedimentales: Gestionar desechos radiactivos. Identificar desechos radiactivos. Caracterizar desechos radiactivos. Medir actividad radiológica de los desechos radiactivos. Segregar desechos radiactivos. Acondicionar desechos radiactivos. Transportar desechos radiactivos. Almacenar desechos radiactivos. Desclasificar desechos radiactivos. Aplicar normas de protección radiológica.	Poco dominio de los procedimientos tecnológicos respecto a: <ul style="list-style-type: none"><li>- clasificación</li><li>- segregación</li><li>- acondicionamiento</li><li>- transporte</li><li>- almacenamiento</li><li>- Desclasificación</li></ul>
Actitudinales: Motivación y disposición para gestionar desechos radiactivos. Satisfacción por la gestión de desechos que realiza. Responsabilidad en la gestión de desechos radiactivos, y la protección del medio ambiente y la salud.	Alta motivación de los tecnólogos por la protección de la salud y el medio ambiente. Baja disposición para el Servicio de Medicina Nuclear. Manifestaciones de irresponsabilidad al gestionar desechos radiactivos.

Luego de aplicar el método comparativo y contrastar los resultados con los criterios de los propios sujetos de la población estudiada, se concluye que los tecnólogos poseen las siguientes necesidades de superación:

- Profundización en las propiedades radiactivas de los isótopos y los tipos de desechos radiactivos.
- Actualización en Normas del OIEA y regulaciones nacionales.

- Entrenamiento en los procedimientos tecnológicos que se aplican en las diferentes etapas de la gestión de los desechos radiactivos.
- Ampliación y perfeccionamiento de habilidades para la proyección y ejecución de la gestión de desechos radiactivos.
- Reforzamiento de la disposición para el Servicio de Medicina Nuclear y la gestión de desechos radiactivos.
- Reforzamiento de la responsabilidad en la gestión de desechos radiactivos.

Para el diseño de las actividades formativas, se tuvieron en cuenta potencialidades de los tecnólogos como sujetos de aprendizaje, a saber: sus características cognitivas como adultos: motivación más intensa para el estudio; tendencia a relacionar y hallar aplicaciones concretas; otorgar mayor significación al contenido de aprendizaje, por su aplicación práctica en su área de trabajo; los recursos personológicos, con énfasis en: la flexibilidad, autovaloración reflexiva, asertividad, alteridad, perseverancia, autocontrol y seguridad en sí mismos, por su contribución a la formación de la competencia; las fortalezas identificadas en el diagnóstico: disposición e interés por las acciones de profesionalización encaminadas a perfeccionar su desempeño profesional; la disposición para el trabajo colaborativo, como vía para la potenciación de la mediación del otro, que proporcione suficientes niveles de ayuda y garantice el intercambio de experiencias entre los sujetos participantes; el alto nivel de motivación que expresan los tecnólogos al realizar acciones de protección a la salud y el medio ambiente.

En cuanto a los escenarios docentes se consideraron como potencialidades: en el puesto de trabajo, el vínculo más estrecho entre teoría y práctica profesional que allí se produce, útil para la atención diferenciada de los tecnólogos y el perfeccionamiento de su desempeño profesional desde el entrenamiento, como vía de superación; los recursos tecnológicos y humanos en las áreas de medicina nuclear, por su contribución al proceso de mediación en el aprendizaje: tanto mediación tecnológica como mediación de otros sujetos. En el caso de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, sus potencialidades referidas a los recursos

existentes para el aprendizaje: bibliotecas especializadas, redes informáticas, experiencia y nivel científico del claustro, que resultan útiles para el desarrollo de un curso de superación, como vía de formación de la competencia objeto de estudio.

A partir de estas necesidades y potencialidades se diseñaron el taller de sensibilización y diagnóstico, el taller de evaluación final y los programas correspondientes al curso de superación profesional y el de entrenamiento en gestión de desechos radiactivos, desde el puesto de trabajo. A continuación, se describen estas actividades.

### **Taller de sensibilización y diagnóstico**

#### **Objetivo:**

Reflexionar y debatir en torno a la importancia de la gestión de desechos radiactivos, las limitaciones que presentan los tecnólogos para su proyección y ejecución, así como acerca de la necesidad de emprender acciones de profesionalización, orientadas a solventar estas carencias.

Orientaciones para la realización del taller:

El taller se realizará en tres momentos:

Apertura del taller: se corresponde con el momento de presentación de la problemática, de la socialización de las expectativas de los participantes y de las reglas para el trabajo en grupo.

Desarrollo del taller: Fase de reflexión y debate en grupo, en que se socializan conocimientos, experiencias y valoraciones en torno a la problemática planteada. Es trascendental que exista colaboración entre los tecnólogos, para socializar sus valoraciones y argumentos. Se requiere, además, que los tecnólogos demuestren, en el debate, asertividad y alteridad. Lo esencial es partir de un diagnóstico de las necesidades formativas de los tecnólogos, respecto a la competencia gestión de desechos radiactivos y sensibilizarlos para iniciar las acciones de profesionalización.

Clausura del taller: Es el momento de valorar lo socializado y el grado en que se satisfacen las expectativas de los participantes.



El proceso de diseño de la superación profesional se llevó a cabo a partir del diagnóstico de necesidades formativas de los tecnólogos respecto a los indicadores de desempeños esperados, a partir de lo cual se procedió a la elaboración de los programas correspondientes al curso y el entrenamiento, así como al diseño de los talleres de diagnóstico-sensibilización y de evaluación final.

### **PROGRAMA DEL CURSO**

**TÍTULO:** Fundamentos para la gestión de desechos radiactivos en medicina nuclear.

**Profesor del curso:** Lic. Maurice José González Basulto.

**Título académico:** Máster en Educación Ambiental.

**Categoría docente:** Profesor Auxiliar.

**Email:** [mauricejgb1985@gmail.com](mailto:mauricejgb1985@gmail.com)

**Cantidad de créditos académicos:** 2

**Modalidad:** Tiempo completo ( ) Tiempo parcial (X) A distancia ( )

#### **JUSTIFICACIÓN:**

El curso, como forma de la superación profesional de los egresados de la Educación Superior, posibilita complementar, profundizar o actualizar la formación profesional alcanzada, a través del proceso de enseñanza-aprendizaje organizado con contenidos que contribuyen al mejoramiento del desempeño.

Los licenciados graduados de la carrera de Imagenología y Radiofísica Médica tienen entre sus esferas de actuación los servicios de medicina nuclear. Estos tecnólogos reciben una formación inicial que los prepara para realizar diagnósticos y tratamientos terapéuticos, utilizando tecnologías avanzadas basadas en el uso de isótopos radiactivos. En su currículo se tratan con suficiente rigor los temas referidos a la seguridad y protección radiológica, sin embargo, resulta insuficiente el tratamiento a la gestión de los desechos radiactivos, como proceso específico de este servicio de salud. En este sentido, resulta necesario complementar la formación de los tecnólogos de medicina nuclear en gestión de desechos radiactivos. El curso se proyecta para ser desarrollado previo al entrenamiento.

**ESTUDIANTES:**

Para acceder como estudiante a este entrenamiento se requiere ser tecnólogo graduado universitario, en especialidades afines a la medicina nuclear.

**OBJETIVO GENERAL:**

Contribuir a la preparación de los tecnólogos de medicina nuclear para la realización de la gestión de los desechos radiactivos, a partir del dominio de saberes radiológicos, saberes ambientales y procedimientos tecnológicos relacionados con el manejo de estos, de modo que logren motivación, disposición y responsabilidad en su desempeño.

**Objetivos específicos del curso:**

- 1- Profundizar en el conocimiento acerca de los tipos de desechos radiactivos del Servicio de Medicina Nuclear, así como sus características y clasificación.
- 2- Perfeccionar la preparación de los tecnólogos, a partir de la prevención y el conocimiento de los riesgos durante el manejo de los desechos radiactivos.
- 3- Contribuir a la apropiación de contenidos que les permitan a los tecnólogos caracterizar los desechos radiactivos, para su clasificación, segregación, acondicionamiento, transporte, almacenamiento disposición final y desclasificación.
- 6- Profundizar en los procedimientos para el manejo de los desechos radiactivos sólidos, líquidos, gaseosos y de naturaleza biológica, según sus características.
- 7- Desarrollar en los tecnólogos recursos personológicos, tales como: flexibilidad, autovaloración reflexiva, asertividad, alteridad, perseverancia, autocontrol y seguridad en sí mismos, necesarios para alcanzar pertinencia, idoneidad y autonomía en la gestión de los desechos radiactivos.

## **CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES**

### **Tema #1- Desechos radiactivos.**

#### **Objetivos del tema:**

- 1- Caracterizar radiológicamente los isótopos que se utilizan en medicina nuclear.
- 2- Clasificar los desechos radiactivos, según propiedades radiológicas de los isótopos.

#### **Conocimientos del tema:**

Elementos radiactivos. Desintegración radiactiva. Tiempo de vida media. Radiaciones alfa, beta y gamma. Características. Características radiológicas de los isótopos utilizados en medicina nuclear. Desechos radiactivos. Concepto. Tipos de desechos. Clasificación de los desechos radiactivos.

### **Tema #2-Desechos radiactivos y contaminación ambiental.**

#### **Objetivos del tema:**

- 1- Caracterizar la contaminación ambiental producida por desechos radiactivos, según sus diferentes tipos y las características radiológicas de los isótopos.
- 2- Identificar riesgos medioambientales y para la salud durante la gestión de desechos radiactivos.
- 3- Describir los impactos de la radiación sobre el medio ambiente y la salud del personal expuesto.
- 4- Explicar medidas de protección y seguridad radiológicas que deben aplicarse en la gestión de desechos radiactivos.

#### **Conocimientos del tema:**

Contaminación por desechos radiactivos. Características de las radiaciones. Efecto sobre organismos vivos. Riesgos medioambientales y para la salud. Percepción de riesgos. Impactos ambientales de la radiación y en la salud. Protección y seguridad radiológica.

### **Tema #3- Gestión de desechos radiactivos de medicina nuclear.**

#### **Objetivos del tema:**

- 1- Interpretar el concepto de gestión de desechos radiactivos, contextualizado al Servicio de Medicina Nuclear.
- 2- Interpretar las normas del OIEA y las regulaciones nacionales e institucionales que regulan la gestión de desechos radiactivos, con énfasis en los originados en medicina nuclear.
- 3- Identificar desechos radiactivos originados en medicina nuclear.
- 4- Caracterizar desechos radiactivos, según los criterios establecidos: radiológicos (isótopos), composición físico-química (estados de agregación) y biológica.
- 5- Describir las etapas de la gestión de desechos radiactivos y los procedimientos asociados como concreción de la mediación tecnológica.
- 6- Segregar desechos radiactivos, según características radiológicas y composición físico-química y biológica.
- 7- Describir las normas de protección radiológica en cada una de las etapas de gestión de los desechos radiactivos en un contexto radiológico dado.
- 8- Planificar el proceso de gestión de los desechos radiactivos generados en el contexto radiológico, como representación anticipada de la misma, con una adecuada pertinencia proyectiva.
- 9- Ejecutar la gestión de los desechos radiactivos con idoneidad, en correspondencia con la representación anticipada de la misma.
- 10- Valorar la ejecución de la gestión de los desechos radiactivos en un contexto específico (real o simulado), en correspondencia con la representación anticipada de la misma.
- 11- Reconocer riesgos ambientales y para la salud en la gestión de los desechos radiactivos que realiza.
- 12- Proponer mejoras en la gestión de los desechos radiactivos en un contexto radiológico determinado (real o simulado) como expresión de su autonomía en la proyección innovada de la misma.

**Conocimientos del tema:**

Caracterización del contexto radiológico. Etapas de la gestión de desechos radiactivos. Normas emitidas por el OIEA y regulaciones al nivel nacional e institucional. Identificación de desechos radiactivos de medicina nuclear. Caracterización de los desechos radiactivos. Medición de la actividad radiológica de los desechos. La seguridad y protección radiológica en la gestión de los desechos radiactivos. Pertinencia proyectiva e idoneidad ejecutora de la gestión de los desechos: segregación de los desechos radiactivos, según características radiológicas y composición físico-química y biológica; acondicionamiento de los desechos, con vistas al transporte y disposición; transporte de desechos radiactivos; almacenamiento temporal de los desechos radiactivos; desclasificación de los desechos radiactivos. La idoneidad ejecutora de la gestión de los desechos radiactivos, su valoración y proyección de mejoras.

**Habilidades del curso:**

- Caracterizar radiológicamente los isótopos que se utilizan en medicina nuclear.
- Clasificar los desechos radiactivos, según propiedades radiológicas de los isótopos
- Caracterizar la contaminación ambiental producida por desechos radiactivos, según sus diferentes tipos y las características radiológicas de los isótopos.
- Identificar riesgos medioambientales y para la salud durante la gestión de desechos radiactivos.
- Describir los impactos de la radiación sobre el medio ambiente y la salud del personal expuesto.
- Explicar medidas de protección y seguridad radiológicas que deben aplicarse en la gestión de desechos.
- Interpretar el concepto de gestión de desechos radiactivos, contextualizado al Servicio de Medicina Nuclear.
- Describir las etapas de la gestión de desechos radiactivos y los procedimientos asociados.
- Interpretar las normas del OIEA y las regulaciones nacionales e institucionales que regulan la gestión de desechos radiactivos, con énfasis en los originados en medicina nuclear.

- Identificar desechos radiactivos originados en medicina nuclear.
- Caracterizar los desechos radiactivos, según los criterios establecidos: radiológicos (isótopos), composición físico-química (estados de agregación) y biológica.
- Medir la actividad radiológica de los desechos radiactivos.
- Segregar desechos radiactivos, según características radiológicas y composición físico-química y biológica.
- Acondicionar desechos radiactivos para el transporte y disposición temporal o final.
- Transportar y almacenar desechos radiactivos hasta su disposición final o desclasificación.
- Aplicar las normas de protección radiológica en cada una de las etapas de gestión de los desechos radiactivos.
- Valorar la pertinencia proyectiva y la idoneidad ejecutora de la gestión de los desechos radiactivos en un contexto específico, en correspondencia con la representación anticipada de la misma.
- Proyectar mejoras en la gestión de los desechos radiactivos en un contexto radiológico determinado.

#### **Valores:**

- Responsabilidad.
- Humanismo.
- Solidaridad.
- Honestidad.
- Cuidado del medio ambiente.
- Respeto.
- Compromiso.

#### **MÉTODOS DIDÁCTICOS Y/O PROFESIONALES**

En el curso se utilizará como método principal la solución de problemas profesionales, el cual predominará en el tema #3, donde se tratará la gestión de desechos radiactivos. Los problemas profesionales pueden ser

simulados a partir de situaciones reales, en un contexto determinado. Estos pueden abarcar, desde la planificación, ejecución, valoración e innovación de la gestión de desechos radiactivos, hasta problemas más elementales contextualizados a una o varias etapas de la gestión. En cada uno de ellos se procurará que los tecnólogos logren pertinencia proyectiva, idoneidad ejecutora y autonomía en la gestión. También, se utilizará el método de elaboración conjunta, mediante el diálogo y la clase se organizará en pequeños grupos para el trabajo independiente, con el propósito de garantizar la comunicación en la actividad de aprendizaje y los procesos de socialización e individualización. Se procurará, en todo momento, la potenciación de los recursos personológicos. Se utilizarán tareas de sistematización, de gestión del conocimiento, de desempeño, de innovación y de comunicación.

#### **ESCENARIOS, MATERIALES Y MEDIOS:**

El curso se desarrollará en áreas del Servicio de Medicina Nuclear y en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Para las actividades no presenciales se utilizarán, además, laboratorios de informática y bibliotecas. Se emplearán materiales y medios propios del puesto de trabajo, según la disponibilidad existente.

#### **SISTEMA DE EVALUACIÓN:**

La evaluación se realizará de forma sistemática sobre la base de la participación en los encuentros y la calidad de sus intervenciones, el dominio de los contenidos y la disposición e interés mostrado y culminará con la presentación y defensa de un trabajo final, relacionado con la gestión de los desechos radiactivos, en el cual los cursistas deberán demostrar los conocimientos y procedimientos adquiridos. Este trabajo se defenderá en una presentación oral por equipos. Para otorgar la evaluación final se tendrá en cuenta la autoevaluación de los equipos, la coevaluación y, finalmente, la opinión del docente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvernia, G. A., y Jiménez, L. A. (2020). Riesgo percibido por la exposición a radiaciones ionizantes por parte de las tecnologías blandas en el sector salud. *Biociencias (UNAD)*, 3(1), 1-31. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/view/4405>
- International Atomic Energy Agency. (2014). Paso a paso: el ciclo completo de gestión de los desechos radiactivos. *IAEA Bulletin* 55-3. <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull55-3/55304630507.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas de Colombia. (s/f). *Guía para la gestión de desechos radiactivos producidos en medicina nuclear*. [https://www.minenergia.gov.co/documents/7519/AN-Guia\\_GDR\\_clase2.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/7519/AN-Guia_GDR_clase2.pdf)
- International Atomic Energy Agency. (2019). *Predisposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education* *Predisposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education*. <https://www.iaea.org/publications/11087/predisposal-management-of-radioactive-waste-from-the-use-of-radioactive-material-in-medicine-industry-agriculture-research-and-education>
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2022). *Normas de Seguridad del OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente*. OIEA. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1785S\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1785S_web.pdf)
- Amador Z. H., Torres A. V. y Fundora T. A. (2022). Análisis de los riesgos radiológicos en la medicina nuclear diagnóstica del Instituto de Hematología e Inmunología de Cuba. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 38(1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892022000100016&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892022000100016&script=sci_arttext)



## **PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO**

**TÍTULO:** Gestión de desechos radiactivos en medicina nuclear.

**Profesor del curso:** Lic. Maurice José González Basulto.

**Título académico:** Máster en Educación Ambiental.

**Categoría docente:** Profesor Auxiliar.

**Email:** [mauricejgb1985@gmail.com](mailto:mauricejgb1985@gmail.com)

**Cantidad de créditos académicos:** 2

**Modalidad:** Tiempo completo ( ) Tiempo parcial (X) A distancia ( )

### **JUSTIFICACIÓN:**

El entrenamiento de postgrado, como forma de la superación profesional de los egresados de la Educación Superior, posibilita la formación básica y especializada de los graduados universitarios, particularmente en la adquisición de habilidades y destrezas y en la asimilación e introducción de nuevos procedimientos y tecnologías con el propósito de complementar, actualizar, perfeccionar y consolidar conocimientos y habilidades prácticas. Los licenciados graduados de la carrera de Imagenología y Radiofísica Médica tienen entre sus esferas de actuación los servicios de medicina nuclear. Estos tecnólogos reciben una formación inicial que los prepara para realizar diagnósticos y tratamientos terapéuticos, utilizando tecnologías avanzadas basadas en el uso de isótopos radiactivos. En su currículo se tratan con suficiente rigor los temas referidos a la seguridad y protección radiológica, sin embargo, resulta insuficiente el tratamiento a la gestión de los desechos radiactivos, como proceso específico de este servicio de salud. En este sentido, resulta necesario complementar la formación de los tecnólogos de medicina nuclear en gestión de desechos radiactivos.

Desde el taller de sensibilización y diagnóstico se establecieron las expectativas individuales y grupales y se dio seguimiento a estas en el curso. El entrenamiento, como continuidad del curso, retoma el diagnóstico, actualizado, con énfasis en las necesidades y potencialidades individuales de cada sujeto y en él se emplea la vía tutorial de formación en el puesto de trabajo, desde la atención diferenciada de cada tecnólogo. A partir

del diagnóstico individual se da seguimiento al mismo y éste es tenido en cuenta para la asignación de las tareas de entrenamiento.

Las tareas del entrenamiento se ponen en función del diagnóstico individual y la intervención del tutor concibe procesos de ayuda. Las evidencias requeridas para evaluar el nivel de desarrollo de la competencia son individuales y los resultados de cada tecnólogo al final se comparan consigo mismo para valorar el avance. El entrenamiento desde el puesto de trabajo pone énfasis en la discusión y análisis periódico con el Tutor de las soluciones a los problemas profesionales, así como los resultados del desempeño profesional.

### **ESTUDIANTES:**

Para acceder como estudiante a este entrenamiento se requiere ser tecnólogo graduado universitario, en especialidades afines a la medicina nuclear.

### **OBJETIVOS GENERALES:**

- 1- Caracterizar el contexto radiológico en el cual cumple sus funciones como tecnólogo de medicina nuclear, para el logro de la pertinencia en la representación anticipada de la gestión de los desechos radiactivos.
- 2- Proyectar con pertinencia la representación anticipada de la gestión de los desechos radiactivos en un servicio de medicina nuclear específico.
- 3- Ejecutar con idoneidad la gestión de los desechos radiactivos que resulten de la aplicación de un servicio de medicina nuclear específico, en el puesto de trabajo.
- 4- Valorar la gestión de desechos radiactivos en su puesto de trabajo con vistas a su perfeccionamiento, a través de una proyección innovada de la misma.
- 5- Resolver problemas profesionales en las áreas del Servicio de Medicina Nuclear en que cumple sus funciones, demostrando pertinencia, idoneidad y autonomía en la gestión de desechos radiactivos.

## **CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES**

### **Conocimientos:**

Comprensión del contexto radiológico de actuación profesional. Caracterización de los desechos radiactivos. Identificación de necesidades formativas en el contexto real. Aplicación de los principios de la gestión de desechos radiactivos y de las normas de seguridad y protección radiológica en el contexto radiológico de actuación profesional. Proyección de la gestión de desechos radiactivos. Ejecución de la gestión de desechos radiactivos: clasificación de los desechos radiactivos; pretratamiento: criterios y procedimientos para la segregación de desechos radiactivos; procedimientos para el acondicionamiento, transporte, almacenamiento temporal y desclasificación de los desechos radiactivos. Valoración de la gestión de desechos radiactivos y la identificación de riesgos medioambientales y para la salud. Proyección innovada de la gestión.

### **Habilidades:**

- Interpretar conceptos y principios.
- Caracterizar desechos radiactivos.
- Medir la actividad radiológica de los desechos radiactivos.
- Clasificar desechos radiactivos.
- Clarificar procedimientos tecnológicos
- Segregar desechos radiactivos.
- Acondicionar desechos radiactivos.
- Transportar desechos radiactivos.
- Almacenar desechos radiactivos.
- Desclasificar desechos radiactivos.
- Proyectar la gestión de desechos radiactivos.
- Ejecutar la gestión de desechos radiactivos.

- Valorar la gestión de desechos radiactivos.
- Identificar riesgos medioambientales y para la salud.
- Proyectar mejoras en la gestión de los desechos radiactivos.
- Aplicar normas de seguridad y protección radiológica.

**Valores:**

- Responsabilidad.
- Humanismo.
- Solidaridad.
- Honestidad.
- Cuidado del medio ambiente.
- Respeto.
- Compromiso.

**MÉTODOS DIDÁCTICOS Y/O PROFESIONALES**

En el entrenamiento se utilizará como método la solución de problemas profesionales. Los problemas profesionales deben corresponderse con los que se resuelven en el contexto real, aunque según las circunstancias pudieran ser simulados, a partir de recrear situaciones reales. Estos pueden abarcar, desde la planificación, ejecución, valoración e innovación de la gestión de desechos radiactivos, hasta problemas más elementales contextualizados a una o varias etapas de la gestión. En cada uno de ellos se procurará que los tecnólogos logren pertinencia proyectiva, idoneidad ejecutora y autonomía en la gestión. En el entrenamiento predominarán las tareas de gestión del conocimiento, de desempeño, de innovación y de comunicación.

Se debe trabajar con los tecnólogos mediante la tutoría ejercida por un profesional experto en la gestión de desechos. Se insistirá en la interdependencia que existe entre las etapas de la gestión de desechos radiactivos, para comprender que cada etapa asegura la correcta ejecución de las siguientes y de ahí la

responsabilidad en la realización de cada una de ellas. Debe procurarse que los tecnólogos comprendan los riesgos de los desechos radiactivos y la importancia de la correcta gestión de los mismos. Se contribuirá al fortalecimiento de la disposición, la motivación y la responsabilidad durante la gestión de desechos radiactivos, la protección del medio ambiente y la salud.

### **ESCENARIOS, MATERIALES Y MEDIOS:**

Se utilizarán como escenarios las áreas del Servicio de Medicina Nuclear, el puesto de trabajo y el propio contexto del hospital. Los materiales a utilizar son los que existen en el contexto radiológico de actuación profesional. Se requieren medios para acceder a fuentes de información en red, así como artículos en bibliotecas.

### **SISTEMA DE EVALUACIÓN:**

La evaluación es sistemática e individual y se emplea además la autoevaluación y la coevaluación que retroalimentan la adquisición de habilidades y el desarrollo de la competencia. El sistema que prevalecerá será la discusión y análisis periódico, con el tutor, de las soluciones a los problemas profesionales, así como los resultados del desempeño profesional.

### **BIBLIOGRAFÍA**

International Atomic Energy Agency. (2014). Paso a paso: el ciclo completo de gestión de los desechos radiactivos. IAEA Bulletin 55–3.

[https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull55-3/55304630507\\_es.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull55-3/55304630507_es.pdf)

International Atomic Energy Agency. (2014). Paso a paso: el ciclo completo de gestión de los desechos radiactivos. IAEA Bulletin 55–3.

<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull55-3/55304630507.pdf>

Ministerio de Energía y Minas de Colombia. (s/f). *Guía para la gestión de desechos radiactivos producidos en medicina nuclear.* [https://www.minenergia.gov.co/documents/7519/AN-Guia\\_GDR\\_clase2.pdf](https://www.minenergia.gov.co/documents/7519/AN-Guia_GDR_clase2.pdf)

International Atomic Energy Agency. (2019). *Predisposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education* Predisposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education. <https://www.iaea.org/publications/11087/predisposal-management-of-radioactive-waste-from-the-use-of-radioactive-material-in-medicine-industry-agriculture-research-and-education>

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2022). *Normas de Seguridad del OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente*. OIEA. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1785S\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1785S_web.pdf)

Amador Z. H., Torres A. V. y Fundora T. A. (2022). Análisis de los riesgos radiológicos en la medicina nuclear diagnóstica del Instituto de Hematología e Inmunología de Cuba. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 38(1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892022000100016&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892022000100016&script=sci_arttext)

## **Taller de evaluación final**

### **Objetivo:**

Reflexionar y debatir en torno a los niveles de logro de la competencia gestión de desechos radiactivos, demostrados por los tecnólogos, los avances alcanzados en comparación con el diagnóstico inicial y las limitaciones que aún persisten.

### **Orientaciones para la realización del taller**

El taller se realizará en tres momentos:

Apertura del taller: se corresponde con el momento de explicar a los participantes las reglas para la realización del taller, de la socialización de las expectativas de los participantes y de las reglas para el trabajo en grupo.

Desarrollo del taller: Momento de debate en grupo, en que se socializan valoraciones y autovaloraciones, experiencias en torno a el estado actual de desarrollo de la competencia en los tecnólogos. Se requiere de procesos de autoevaluación, coevaluación y de heteroevaluación. Se precisa que los tecnólogos demuestren asertividad y alteridad en sus intervenciones. Se tendrán en cuenta los ejes procesuales de la competencia y la escala valorativa de los indicadores de logro.

Clausura del taller: Es el momento de socializar los niveles de logro de la competencia alcanzado por cada tecnólogo y las valoraciones acerca del proceso formativo desarrollado.

La **etapa de evaluación de la estrategia** tiene como objetivo valorar las acciones de la estrategia, ejecutadas para la formación de la competencia y sus resultados en la transformación de los tecnólogos. Para ello se concibieron actividades evaluativas que abarcan la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación. La evaluación de la estrategia incluye dos aspectos: a) la evaluación del proceso de formación de la competencia y, b) la preparación alcanzada por los tecnólogos participantes. De este modo, la evaluación tiene un carácter transversal que abarca todas las demás etapas de la estrategia.

La autoevaluación consiste en la evaluación que realiza el tecnólogo, acerca de la transformación que en el orden personal le aportó el proceso de formación de la competencia al perfeccionamiento de su desempeño profesional, para la gestión de los desechos radiactivos. La coevaluación constituye un proceso de evaluación, sustentado en las interacciones entre sujetos participantes en la estrategia, consiste en una negociación entre los tecnólogos y de estos con el profesor. Este admite la configuración de un patrón de logros, como expresión de la correlación entre el patrón de cada tecnólogo y el del profesor, que es socializado por el colectivo. La heteroevaluación es el proceso de evaluación externa basado en la opinión de otros sujetos no implicados en la aplicación de la estrategia, respecto al grado en que la misma contribuye a la formación de la competencia y al mejoramiento del desempeño profesional de los tecnólogos.

Para realizar el proceso de evaluación se proponen los siguientes criterios:

- 1) Lógica estructural y organizativa de las acciones de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos;
- 2) Pertinencia de la estrategia para concretar la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, desde la lógica contextualizadora e integradora concebida en la modelación de este proceso.
- 3) La transformación obtenida en el contexto radiológico como resultado de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, expresada en el mejoramiento del desempeño profesional de los tecnólogos y medidos por los cambios ocurridos en los niveles de logro de la competencia.

### **3.2- Valoración de la pertinencia del modelo y la estrategia mediante criterio de expertos.**

El modelo y la estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos fueron presentados a un grupo de 21 expertos, para la valoración de su pertinencia y factibilidad. Se aplicó el criterio de expertos, con la utilización de la variante propuesta por Campistrous y Rizo (2003).

Para la conformación del grupo de expertos, se aplicó un cuestionario (anexo 7) a un total de 25 candidatos con posibilidades de ser seleccionados. Esta población la componen docentes con experiencia en la formación de profesionales, especialistas de las áreas de medicina nuclear y de centros rectores de la gestión de desechos radiactivos, así como físicos e ingenieros nucleares.

Como criterio de selección de los expertos se utilizó el coeficiente de competencia ( $k$ ) de los candidatos. El coeficiente de competencia ( $k$ ) se calculó a partir de la fórmula  $k = \frac{1}{2} (k_c + k_a)$ . Fueron rechazados todos los candidatos con un coeficiente de competencia Bajo, inferior a 0,5. Los resultados alcanzados por cada uno de los posibles expertos se muestran en el anexo 8, tabla 2. De los 25 candidatos resultaron electos 21 expertos, de ellos 66,7% doctores en ciencias y 33,3% con título de master, 28,6% son Profesores Titulares y 23,8 % Profesores Auxiliares.

A cada experto se le entregó un cuestionario (anexo 9) con las precisiones acerca de los aspectos a valorar sobre el modelo y la estrategia pedagógica. Para ello, se les facilitó en formato digital un documento que

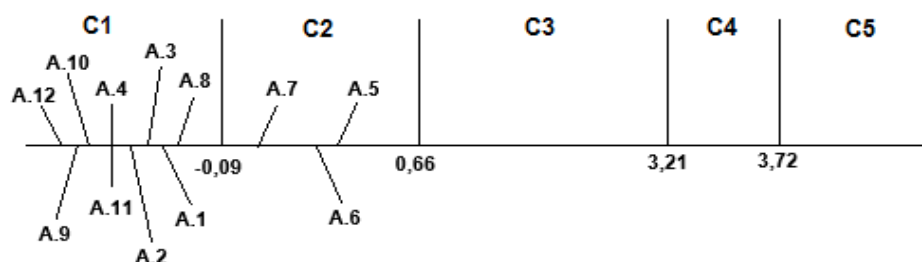


contiene la estructura y conceptualización de la competencia, la argumentación del modelo y una descripción de la estrategia. La consulta se realizó de modo que cada experto pudiera opinar libremente. Los expertos expresaron sus valoraciones, según una escala de cinco categorías: muy adecuado (C1), bastante adecuado (C2), adecuado (C3), poco adecuado (C4) y no adecuado (C5). Del modelo, se les instó para que dieran sus criterios respecto a los subsistemas y sus componentes. De la estrategia pedagógica, se les solicitó que opinaran sobre el objetivo general de la estrategia, las etapas y la correspondencia de ésta con el modelo. Con la información aportada por los expertos se elaboraron las tablas de frecuencias absolutas y relativas y se determinaron los puntos de corte y el grado de consenso entre los expertos en cuanto a las valoraciones emitidas sobre cada aspecto (anexos 10 y 11).

En cuanto al modelo, existe consenso entre los expertos al considerar como bastante adecuado el subsistema “Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos” y los componentes “Representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos” y “Movilización de recursos personológicos”, de este mismo subsistema. Los restantes subsistemas y componentes del modelo fueron valorados como muy adecuados (Fig.6). Estos resultados son una expresión de la pertinencia del modelo para contribuir a la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.

**Figura 6**

*Resultados de la valoración realizada por los expertos del modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear.*



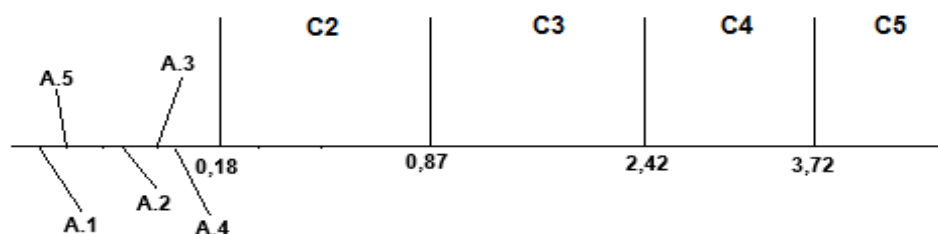
No obstante, los expertos plantearon sugerencias para el perfeccionamiento del modelo, tales como:

- Explicar con mayor precisión lo referente a la zona de desarrollo próximo como fundamento del modelo.
- En el subsistema **Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos**, se pudiera argumentar desde la ley de la mediación de lo psíquico.
- Revisar en algunos componentes la función y redactarlas con un carácter teórico.
- Explicar más en detalle las relaciones que se dan entre los subsistemas y componentes en el modelo.

De igual modo, existe consenso entre los expertos respecto a que el objetivo general de la estrategia, sus etapas y la correspondencia de la misma con el modelo resultan muy adecuados para la formación de la citada competencia en los tecnólogos de medicina nuclear (Fig. 7).

#### Figura 7

*Resultados de la valoración realizada por los expertos de la estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear.*



Los expertos sugirieron aspectos que deberían tenerse en cuenta para la elaboración y aplicación de la estrategia como por ejemplo:

- Que se incorpore a la definición de la competencia gestión de desechos radiactivos lo referido a la caracterización, segregación, manipulación, traslado o transportación, y la prevención de riesgos a la exposición de las radiaciones ionizantes, incluyendo los factores químicos/físicos y biológicos.

- Incluir en la formación de la competencia el impacto de la gestión de desechos radiactivos en la cultura de seguridad, como eslabón importante del proceso de aprendizaje y su papel en la gestión de calidad de la instalación.
- Tener en cuenta los antecedentes de formación en protección radiológica, como un elemento que guarda una estrecha relación con la gestión de desechos radiactivos.
- Tomar en cuenta los principios de la gestión de desechos radiactivos como contenido en la formación de la competencia.
- Socializar estos resultados con los demás especialistas, aunque no tengan que ver de forma directa con los desechos radiactivos, por ser importante para su cultura de seguridad y de los riesgos a que se pueden exponer por malas prácticas.

Las sugerencias realizadas por los expertos fueron tenidas en consideración y resultaron de utilidad para el perfeccionamiento de los principales aspectos de la investigación, que van desde la concepción de la competencia en gestión de desechos radiactivos hasta aspectos relativos a contenidos indispensables para su formación y desarrollo.

Lo anterior permite afirmar que tanto el modelo como la estrategia pedagógica son pertinentes para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear. De igual modo, es válido considerar como factible la aplicación de la estrategia, a partir de las etapas y acciones que se concibieron.

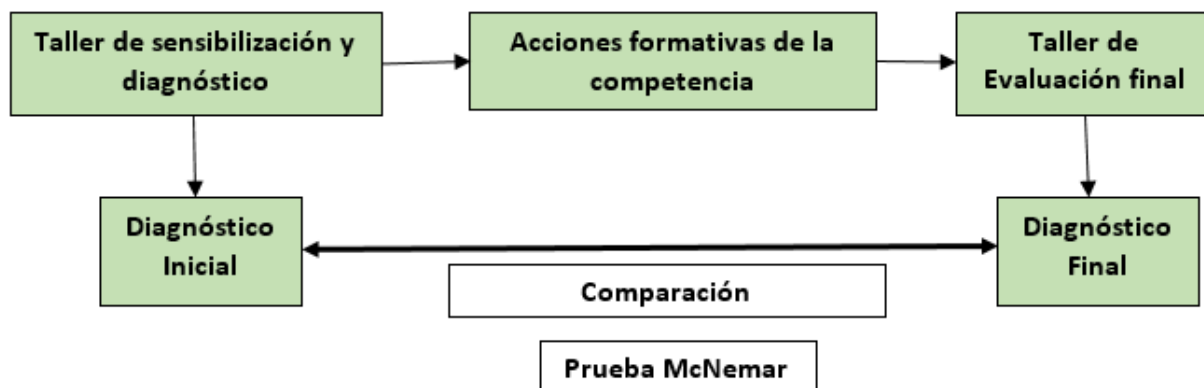
### **3.3- Análisis de los resultados de la implementación de la estrategia mediante un preexperimento en el Hospital Docente de Oncología “Marie Curie” de Camagüey.**

Para la determinación de los niveles de logro de la competencia gestión de desechos radiactivos, se partió del análisis de los indicadores de desempeño de cada eje procesual. Se asumieron los criterios de Tobón (2013), quien propuso una clasificación que contempla cinco categorías: Preformal (P), Receptivo (R), Resolutivo (Rs), Autónomo (A) y Estratégico (E) (anexo 12).

Para la valoración de la efectividad de la estrategia pedagógica se realizó un preexperimento. Se aplicó a una muestra intencional de 20 tecnólogos de la Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica de Camagüey. Las acciones de la estrategia se concretaron en el periodo comprendido de septiembre a diciembre de 2023. En su ejecución se involucró directamente el autor de la presente tesis con el fin de constatar los resultados alcanzados.

El preexperimento abarcó tres momentos: 1) de diagnóstico y motivación, que estuvo orientado a la caracterización del contexto radiológico actual e identificación de los saberes que poseen los tecnólogos para la ejecución de la gestión de los desechos radiactivos, a la motivación de los sujetos y al aseguramiento de las condiciones de partida. Para ello, se aplicó la escala de valoración del nivel de desarrollo de la competencia (anexo 13) con el fin de determinar el desarrollo de la competencia objeto de análisis y se ejecutaron sesiones para motivar a los tecnólogos implicados; 2) de ejecución de acciones formativas de la competencia, dirigida a la realización de las acciones de profesionalización, las cuales contemplaron la adquisición de los saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales, así como la potenciación de los recursos personológicos con los que cuentan los tecnólogos para la gestión de los desechos radiactivos, en aras de un desempeño responsable, que deben lograr a partir de que incrementen la confianza en sí mismos y logren pertinencia proyectiva, idoneidad ejecutora y autonomía en la gestión; 3) de evaluación y mejora, en la que se valoraron los resultados finales para constatar el desarrollo de la competencia en los tecnólogos y las acciones para la mejora continua del proceso formativo y de la propia gestión de los desechos (Fig. 8).

**Figura 8.** *Etapas del preexperimento para la valoración de la efectividad de la estrategia de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.*



En el taller de sensibilización y diagnóstico se emplearon los resultados del estudio realizado para la elaboración del programa, los que fueron complementados con las valoraciones aportadas por los participantes. Como resultado se obtuvo un diagnóstico inicial del estado de desarrollo de la competencia, necesario para contrastar los cambios esperados en correspondencia con la hipótesis de la investigación.

Las acciones formativas de la competencia consistieron en el desarrollo de un curso de superación en gestión de desechos radiactivos y, de forma complementaria, la realización de entrenamientos selectivos a los tecnólogos. El carácter selectivo obedeció a criterios relacionados con el nivel demostrado por los tecnólogos en el desarrollo de la competencia y a las necesidades formativas diagnosticadas y sentidas.

El taller de evaluación final proporcionó el diagnóstico del estado de desarrollo de la competencia, al concluir la aplicación de las acciones formativas. En su realización se tuvo en cuenta una evaluación que contempló momentos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. Este taller aportó la información necesaria para la contrastación con el diagnóstico inicial.

Para la verificación de la hipótesis planteada en la investigación, mediante el preexperimento, se hicieron mediciones en dos momentos, uno anterior y otro posterior a la aplicación de la estrategia. Se constataron los datos obtenidos a partir de la escala valorativa adoptada en la presente investigación y se aplicó la dócima de McNemar para dos muestras pareadas (Egaña, 2003).

En correspondencia con la hipótesis de la investigación, las hipótesis estadísticas correspondientes a los ejes procesuales son las siguientes:

- hipótesis nula,  $H_0$ : No hay diferencias significativas entre los puntajes relativos a un eje procesual, antes y después de la aplicación de la estrategia para la formación de la competencia.
- hipótesis alternativa,  $H_1$ : Existen diferencias significativas en los puntajes relativos al eje procesual dado, antes y después de la aplicación de la estrategia.

En relación con la competencia en general, se consideraron en calidad de hipótesis estadísticas:

- hipótesis de nula  $H_0$ : No hay diferencias significativas entre los puntajes relativos a la competencia gestión de desechos radiactivos, antes y después de la aplicación de la estrategia.
- hipótesis alternativa  $H_1$ : Existen diferencias significativas en los puntajes relativos a la competencia gestión de desechos radiactivos, antes y después de la aplicación de la estrategia.

En cualquier caso, la hipótesis de nulidad se rechaza cuando el valor calculado del estadígrafo  $X^2$ , correspondiente a la dócima de McNemar, es mayor que el valor teórico de  $X^2_{1-\alpha/2 ((k(k-1)/2))}$ , para  $k=2$  y  $\alpha=0.05$ . Los resultados obtenidos al concluir la fase experimental, luego del procesamiento correspondiente y la aplicación de la dócima de McNemar, permitieron constatar que:

En el **Eje procesual: Diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional**, se obtuvieron cambios de carácter significativo ( $p<0.05$ ) (anexo 14). El valor calculado de  $X^2= 10.29$ , es mayor que el correspondiente valor teórico  $X^2_{1-\alpha/2}=5.02$ . Por tanto, se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . Se aprecia que el 75,0 % avanza hacia niveles superiores de logro, sin embargo, existe un 20,0 % que se mantiene en el mismo nivel, en tanto que uno retrocede a un nivel más bajo que el inicial.

La contrastación de los niveles de logro en este eje procesual, antes y después de la aplicación de las acciones de la estrategia pedagógica, muestra que se produjeron avances en los diferentes indicadores del desempeño de los tecnólogos (anexo 15, Figura 12). Inicialmente, el 55,0 % de los tecnólogos mostraban un nivel de logro preformal, 15,0 % un nivel receptivo y 30,0 % alcanzaban el nivel resolutivo, mientras

ninguno lograba los niveles autónomo y estratégico. Al concluir el preexperimento se constató un tránsito hacia niveles superiores de logro, con un incremento en el número de sujetos en los niveles receptivo y autónomo, con una disminución significativa de los tecnólogos clasificados en el nivel preformal, no ocurrió así en el caso de los niveles resolutivo y estratégico.

Al contrastar los niveles de desempeño de cada tecnólogo en el eje procesual, antes y después de aplicadas las acciones formativas, se constataron cambios a escala individual (anexo 16, Figura 16). En 15 tecnólogos se produjeron tránsitos hacia niveles superiores, mientras que 4 de ellos (S1, S5, S10 y S12) permanecieron en el mismo nivel con que iniciaron y uno (S4) retrocedió. Sólo dos sujetos alcanzaron el nivel Estratégico, que corresponden a tecnólogos que mostraron, inicialmente, niveles Autónomo (S8) y Resolutivo (S16). El nivel Autónomo lo lograron 6 tecnólogos (S9, S13, S15, S17, S18 y S20), con un cambio más significativo en los sujetos S9 y S17 que transitaron desde el nivel Preformal. El resto de los participantes en el preexperimento, que mostraron avances, no rebasaron los niveles Receptivo (S6, S11) y Resolutivo (S2, S3, S7 y S14). Los resultados muestran que los tránsitos hacia niveles superiores, como tendencia, ocurren gradualmente, predominan aquellos en que los sujetos avanzan al siguiente nivel (ocurre en 7 tecnólogos) y los que logran saltar dos niveles adelante (ocurre en 5 sujetos). Ello, guarda relación con las diferencias individuales manifestadas por los tecnólogos a lo largo de todo el proceso de experimentación.

En el **Eje procesual: Clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos**, se obtuvieron cambios de carácter significativo ( $p < 0.05$ ) (anexo 14). El valor calculado de  $X^2 = 9.94$ , es mayor que el correspondiente valor teórico  $X^2_{1-\alpha/2} = 5.02$ . Por tanto, se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . Se constató una situación semejante al primer eje, pues el 75,0 % avanza a niveles superiores de logro, sin embargo, existe un 20,0 % que se mantiene en el mismo nivel, en tanto que uno retrocede a un nivel más bajo que el inicial.

Al contrastar los resultados obtenidos para este eje procesual, antes y después de la intervención en la práctica se encontró que se produjeron avances en los diferentes indicadores del desempeño de los

tecnólogos (anexo 15, Figura 13). Inicialmente, el 55,0 % de los tecnólogos mostraban un nivel de logro preformal en la clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos, 15,0 % alcanzaban un nivel receptivo, 30,0 % el nivel resolutorio y ninguno los niveles autónomo y estratégico. Al finalizar el preexperimento se constató que los tecnólogos habían experimentado un movimiento discreto hacia niveles superiores de logro, al verificarse un aumento en el número de sujetos en los niveles receptivo y autónomo, con una disminución significativa de los tecnólogos clasificados en el nivel preformal, sin embargo, no ocurrieron cambios en el caso de los niveles resolutorio y estratégico, tal y como sucedió con el eje procesual Diagnóstico radiológico del contexto de actuación profesional.

El análisis de los cambios ocurridos en los niveles de desempeño demostrados por cada tecnólogo en el eje procesual Clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos, durante el preexperimento (anexo 16, Figura 17), permitió develar que se produjeron tránsitos hacia niveles superiores en 15 tecnólogos, mientras que 4 de ellos (S10, S12, S15 y S20) permanecieron en el mismo nivel y uno (S4) retrocedió a un nivel Preformal. Sólo dos sujetos alcanzaron el nivel Autónomo (S8 y S18) y ninguno logró el nivel Estratégico. El resto de los participantes en el preexperimento, que mostraron avances, no rebasaron los niveles Receptivo y Resolutorio. Los resultados obtenidos muestran que los tránsitos hacia niveles superiores, como tendencia, ocurrieron gradualmente de modo que los sujetos avanzaron, como regla, al siguiente nivel (ocurre en 13 tecnólogos) y los que logran saltar dos niveles adelante (ocurre en 2 sujetos). Ello, al igual que en el primer eje procesual, tiene relación con las diferencias individuales presentadas por los tecnólogos durante el preexperimento. En este eje procesual los resultados logrados en los tecnólogos resultan ser más discretos, en comparación con los alcanzados en los otros dos.

En el **Eje procesual: Ejecución de acciones transformadoras**, se obtuvieron cambios de carácter significativo ( $p < 0.05$ ) (anexo 14). El valor calculado de  $X^2 = 8.33$ , es mayor que el correspondiente valor teórico  $X^2_{1-\alpha/2} = 5.02$ . Por tanto, se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . Se apreciaron avances hacia niveles



superiores de logro en el 55,0 % de los tecnólogos, sin embargo, existe un 45,0 % que se mantiene en el mismo nivel, si bien ninguno retrocede a un nivel más bajo que el inicial.

La comparación de los resultados obtenidos para este eje procesual, antes y después de la intervención mostró que ocurrieron avances en los diferentes indicadores del desempeño de los tecnólogos (anexo 15, Figura 14). Inicialmente, el 35,0 % de los tecnólogos se ubicaban en un nivel preformal en la ejecución de acciones transformadoras, 25,0 % en un nivel receptivo, 30,0 % el nivel resolutorio, 10,0% en el nivel autónomo y ninguno en el nivel estratégico. Se comprobó que los tecnólogos habían experimentado un movimiento hacia niveles superiores de logro, al confirmar un aumento en el número de sujetos en los niveles resolutorio, autónomo y estratégico, con una disminución significativa de los tecnólogos clasificados en el nivel preformal y en un menor grado decrece la cantidad de sujetos en el nivel receptivo.

Al contrastar los cambios experimentados por los tecnólogos en el eje procesual **Ejecución de acciones transformadoras** (anexo 16, Figura 18), se verificó que en 11 tecnólogos se produjeron tránsitos hacia niveles superiores, mientras que 9 de ellos permanecieron en el mismo nivel con que iniciaron y ninguno retrocedió. Sólo dos sujetos alcanzaron el nivel Estratégico, que corresponden a tecnólogos que mostraron, inicialmente, niveles Autónomo (S8) y Resolutorio (S18). El nivel Autónomo lo lograron 6 tecnólogos (S2, S3, S13, S16, S17 y S20), con un cambio más significativo en los sujetos S2, S3, S13 y S17 que transitaron desde el nivel Preformal. Los resultados obtenidos revelan que los tránsitos hacia niveles superiores ocurrieron gradualmente, sin embargo, a diferencia de los ocurrido en los otros dos ejes procesuales, se verificaron saltos desde el nivel preformal a los niveles Autónomo (observado en 4 sujetos) y Resolutorio (mostrado en 3 sujetos). Ello, como en los casos anteriores, guarda relación con las diferencias individuales mostradas por los tecnólogos durante la experimentación.

Se pudo constatar que se produjeron cambios significativos en la competencia luego de aplicada la estrategia, tal como se muestra en el Anexo 14 en la tabla 12, pues el valor calculado  $X^2= 9.94$  es mayor que el valor teórico  $X^2_{1-\alpha/2}=5.02$ , razón por la cual se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Todo lo anterior confirma que con una significación estadística de  $\alpha = 0.05$ , se puede afirmar que los cambios producidos en los ejes procesuales y en la competencia en general, se deben a la aplicación de la estrategia. La contrastación de los resultados obtenidos en los niveles de logro de la competencia, antes y después de la aplicación de las acciones formativas, permitió constatar que se verificaron cambios en los indicadores del desempeño de los tecnólogos (anexo 15, Figura 15). Como se aprecia en un momento inicial, el 45,0 % de los tecnólogos se ubicaban en un nivel preformal, 15,0 % en un nivel receptivo, 35,0 % el nivel resolutive, 5,0% en el nivel autónomo y ninguno en el nivel estratégico. Después de concluida la intervención en la práctica, se comprobó la ocurrencia de un movimiento hacia niveles superiores de logro de la competencia en los tecnólogos, al corroborar un aumento en el número de sujetos en los niveles resolutive, autónomo y estratégico, con una disminución significativa de los tecnólogos clasificados en el nivel preformal. La transformación mayor se produjo en el nivel resolutive, el cual transita desde un 35,0 % hasta un 60 % de los tecnólogos ubicados en este nivel de logro de la competencia.

Producto del análisis de los cambios en los niveles demostrados por cada tecnólogo en la competencia gestión de desechos radiactivos, al concluir el preexperimento (anexo 16, Figura 19), se constató que en 14 tecnólogos se produjeron tránsitos hacia niveles superiores, mientras que 5 de ellos (S1, S10, S12, S15 y S19) permanecieron en el mismo nivel con que iniciaron y uno (S4) retrocedió. Sólo un tecnólogo alcanzó el nivel Estratégico (S8) al transitar desde un nivel Autónomo. El nivel Autónomo lo lograron 3 tecnólogos (S16, S18 y S20). El resto de los participantes en el preexperimento, que mostraron avances, no rebasaron los niveles Receptivo (S5, S6 y S11) y Resolutive (S2, S3, S7, S9, S13 y S14). Los resultados obtenidos demuestran que los tránsitos hacia niveles superiores se produjeron gradualmente sin saltos bruscos, predominan aquellos en que los sujetos avanzan al siguiente nivel (ocurre en siete sujetos) y los que logran saltar dos niveles adelante (ocurre en siete sujetos). Este comportamiento guarda relación con las diferencias individuales reveladas por los tecnólogos a lo largo del proceso de experimentación.

Como resultado del preexperimento se produjeron cambios en los indicadores de desempeño de cada uno de los ejes procesuales, así como en las dimensiones cognitiva, afectiva-motivacional y procedimental, que confirman la pertinencia del modelo y la efectividad de la estrategia para contribuir a solventar las carencias formativas, identificadas en los tecnólogos, referidas a la gestión de desechos radiactivos.

Estos cambios se sustentan en el mejoramiento ocurrido en cuanto a:

- Un mayor dominio de saberes cognitivos, procedimentales, actitudinales, motivacionales y actuacionales relativos a la gestión de desechos radiactivos, por parte de los tecnólogos.
- Una mayor pertinencia proyectiva e idoneidad ejecutora de la gestión de los desechos radiactivos, atribuible al mayor dominio de procedimientos tecnológicos y a la movilización de recursos personológicos.
- La proyección de acciones de postgrado, orientadas a la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, han contribuido a resolver las carencias con que los tecnólogos egresaron de su formación inicial y al mejoramiento de su desempeño profesional.

Por otra parte, desde el punto de vista cualitativo se constataron, mediante la observación, cambios actitudinales en los tecnólogos que se manifiestan en un mayor interés por obtener profesionalidad en la gestión de los desechos radiactivos, así como en niveles más elevados de responsabilidad demostrada. En el proceso de profesionalización desarrollado, los tecnólogos mostraron disposición para trabajar en equipos y se implicaron en los procesos valorativos de la gestión de desechos radiactivos, cada vez con mayores niveles de flexibilidad, autovaloración reflexiva, asertividad, alteridad, perseverancia, autocontrol y seguridad en sí mismos. Estos recursos personológicos desarrollados y potenciados desde el modelo de formación de la competencia y la estrategia, propiciaron una transformación en aquellos tecnólogos que inicialmente habían manifestado poca disposición para trabajar en las áreas de la medicina nuclear.

Además, se logró una mayor pertinencia proyectiva de la gestión de los desechos, atribuible al logro de una mejor comprensión del contexto radiológico, que se manifiesta, además, en la apropiación por parte de los tecnólogos de saberes radiológicos y ambientales, así como de los procedimientos tecnológicos

correspondientes. Todo ello redundó en una mayor idoneidad ejecutora de la gestión demostrada en el desempeño de los tecnólogos.

Sin embargo, aun cuando se produjeron incrementos en los niveles de la competencia de modo general, no se lograron tránsitos significativos hacia los niveles de logro autónomo y estratégico de la competencia. Ello, pudiera estar asociado, por una parte, a la necesidad de ponderar en mayor medida el entrenamiento, como una vía para alcanzar estos niveles y, por otra parte, a que se requiere potenciar aún más el eje procesual Clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos, dada su importancia para la formación de la competencia.

### **Conclusiones del Capítulo III**

- La estrategia pedagógica se estructuró en tres etapas que responden a momentos de sensibilización y diagnóstico; de planificación y ejecución; y la de evaluación de su aplicación y de los resultados en el desarrollo de la competencia gestión de desechos radiactivos.
- La estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, así como el modelo en que se sustenta, fueron valorados mediante criterios de expertos, los cuales corroboraron su pertinencia y factibilidad de aplicación.
- El preexperimento demostró la efectividad preliminar de la estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, así como para solventar las carencias manifestadas por los tecnólogos e identificadas en la presente investigación.

## CONCLUSIONES

- El análisis epistemológico del objeto y el campo de la investigación develó limitaciones en la fundamentación del proceso de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, manifestadas en su conceptualización y estructuración, así como en la lógica de este proceso.
- El análisis histórico tendencial, evidenció un tránsito en el proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear hacia un perfil amplio e integrador, basado en el modelo de formación continua, en el que subsisten insuficiencias en torno a la gestión de desechos radiactivos y su formación como una competencia profesional.
- El diagnóstico de la situación inicial, reveló la existencia de insuficiencias mostradas por los tecnólogos de medicina nuclear, que denotan escaso dominio de saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales, necesarios para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en el proceso de profesionalización, así como un insuficiente tratamiento de la misma, desde la formación continua, aun cuando se reconoce como potencialidades el interés y la disposición de los tecnólogos para participar en actividades formativas.
- La descripción estructural y conceptual de la competencia gestión de desechos radiactivos, permitió su identificación, el esclarecimiento de los problemas contextuales, sus indicadores de desempeño, las evidencias a recolectar y los niveles de logro, en correspondencia con los ejes procesuales: diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional, clarificación de procedimientos tecnológicos y ejecución de acciones transformadoras, en la gestión de los desechos radiactivos.
- El modelo que se propone revela la estructura, funciones y las relaciones de coordinación y complementación entre los subsistemas Comprensión del contexto radiológico, Mediación tecnológica de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos y Transformación del contexto, a partir de las cuales se derivan la pertinencia proyectiva, la idoneidad ejecutora, la

autonomía en la gestión de desechos radiactivos y, como relación más significativa, la lógica contextualizadora e integradora de formación de esta competencia.

- La estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, como concreción práctica del modelo teórico, consta de tres etapas: diagnóstico y sensibilización; planificación-ejecución; y evaluación. Su implementación contempla el desarrollo de un curso de superación profesional y un entrenamiento de postgrado en el puesto de trabajo.
- La valoración, mediante criterio de expertos, corroboró la pertinencia y factibilidad del modelo y la estrategia, para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear. El preexperimento confirmó la hipótesis acerca de la efectividad de la estrategia pedagógica para favorecer el proceso de formación de esta competencia.

## RECOMENDACIONES

- Generalizar el modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en la carrera de Imagenología y Radiofísica Médica, para favorecer el desempeño competente de los tecnólogos en la esfera de la medicina nuclear.
- Brindar continuidad al presente estudio en cuanto a la profundización del trabajo metodológico en los diversos escenarios docentes, de modo que se garantice la preparación de los profesores para la formación de esta competencia en los tecnólogos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abrante Cabrera, D. y Abrante, D. (2019). Competencias profesionales del egresado de Imagenología y Radio Física Médica en los procedimientos de Tomografía Axial computarizada. *EdumedHolguin*. <http://www.edumedholguin2019.sld.cu/index.php/2019/2019/paper/view/304/0>
- Addine, F. y Blanco, A. (2002). *La profesionalización del maestro desde sus funciones fundamentales. Algunos aportes para su comprensión*. Dirección de Ciencia y Técnica del MINED.
- Alea, A. y Jaula, J. A. (2006). La percepción ambiental en estudiantes de la Universidad de Pinar del Río. *Innovación Educativa*, 6(34), 39-45. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179421187004>
- Alonso, L. A., Larrea, J. J. y Moya, C. A. (2020). Metodología para la formación de competencias profesionales en estudiantes universitarios mediante proyectos formativos. *Transformación*, 16(3), 544-566. <http://scielo.sld.cu/pdf/trf/v16n3/2077-2955-trf-16-03-544.pdf>
- Álvarez, S. (2005). Manejo de desechos peligrosos en Cuba. Situación actual y perspectivas. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, 5(9). <https://cmad.ama.cu/index.php/cmاد/article/view/81>
- Alvarracín, J. F., Ávila, N. A. y Cárdenas, T. G. (2016). *Manejo de los desechos hospitalarios por el personal de salud, Hospital dermatológico Mariano Estrella* [tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23497>
- Alvernia, G. A., y Jiménez, L. A. (2020). Riesgo percibido por la exposición a radiaciones ionizantes por parte de las tecnologías blandas en el sector salud. *Biociencias (UNAD)*, 3(1), 1-31. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/view/4405>
- Amador Z. H., Torres A. V. y Fundora T. A. (2022). Análisis de los riesgos radiológicos en la medicina nuclear diagnóstica del Instituto de Hematología e Inmunología de Cuba. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 38(1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892022000100016&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892022000100016&script=sci_arttext)
- Amiard, J.C. (2021). *Management of Radioactive Waste*. John Wiley y Sons.



- Añorga J. y Valcárcel N. (2018). Resultado del proyecto de investigación sobre gestión del mejoramiento profesional y humano. *Centro de postgrado. Cátedra Educación Avanzada*. ISPEJV.
- Añorga, J. (1999). *Paradigma educativo alternativo para el mejoramiento profesional y humano de los recursos laborales y de la comunidad*. Instituto Superior de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona”
- Añorga, J. (2012). *La Educación Avanzada y el mejoramiento profesional y humano* [tesis de doctorado no publicada. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona].
- Añorga-Morales, J. A. (2014). La Educación Avanzada y el Mejoramiento Profesional y Humano. *VARONA*, (58), 19-31. <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360634165003.pdf>
- Arias, D. (1997). *La integración de los contenidos de la matemática a los planes de estudio de las asignaturas del ciclo técnico* [tesis de maestría no publicada. Instituto Superior Pedagógico de la Educación Técnica de La Habana].
- Asamblea Nacional del Poder Popular. (11 de julio de 1997). Ley No.81 de Medio Ambiente. Gaceta Oficial No. 7. [https://www.gacetaoficial.gob.cu/sites/default/files/extraordinaria\\_7\\_del\\_1997\\_0.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.cu/sites/default/files/extraordinaria_7_del_1997_0.pdf)
- Asin, M. y Almaguer, D. (2017). El desarrollo de la profesionalización pedagógica, una reflexión necesaria. *Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: Generando Productividad Institucional*, 5(10). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7405691>
- Asin, N. (2017). *Estrategia de superación para el mejoramiento del desempeño profesional del licenciado en imagenología y radiofísica médica en la técnica de ultrasonido diagnóstico* [Tesis de doctorado, Universidad de Ciencias Médicas de La Habana]. <https://tesis.sld.cu/index.php?P=DownloadFile&Id=644>
- Barbón, O. G. y Añorga, J. (2013). Aproximación a una concepción teórico-metodológica de los procesos de profesionalización pedagógica en la Educación Superior. *Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 45-50. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8338/1/UPSE-RCP-2013-Vol.1-No.3-005.pdf>

- Bardina, M. I. (2015). *La formación de motivos relacionados con el magisterio en escolares del segundo ciclo de la Educación Primaria*. [tesis de doctorado no publicada. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz].
- Baute, L.M, Iglesias, M. León, J.L y Pérez, C.J. (2020). Profesionalización del docente universitario desde la solución de los problemas profesionales. *UNIVERSIDAD Y SOCIEDAD*. 12(5).  
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1697/1699>
- Bayés, R., Pastells, S. y Tuldrá, A. (1996). Percepción de riesgo de transmisión del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) en estudiantes universitarios. *Cuadernos de Medicina Psicosomática de Enlace*, 39.  
<http://www.ub.es/personal/docencia/infocomp/bayescomp2.html>
- Bedoya, M. E. (2015). *Modelo de profesionalización del docente universitario: estrategia para su implementación en la Universidad Autónoma Latinoamericana (UNAULA)* [tesis de doctorado, Universidad de La Habana]. <http://eduniv.mes.edu.cu>
- Bermúdez, R., y L, Pérez. (1998). *Aprendizaje Formativo y Crecimiento Personal*. Instituto Superior Pedagógico de la Educación Técnica de La Habana.
- Bernaza, G.J, Troitiño, D.M, y López, Z.S. (2018). *La superación profesional: mover ideas y avanzar más*. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior.
- Bernaza, G. y Lee, F. (2004). *El proceso de enseñanza en la educación de postgrado: reflexiones, interrogantes y propuestas de innovación*. Ministerio de Educación Superior.
- Boice, J., Dauer, L. T., Kase, K. R., Mettler Jr, F. A. y Vetter, R. J. (2020). Evolution of radiation protection for medical workers. *The British Journal of Radiology*, 93(1112), 20200282.  
<https://doi.org/10.1259/bjr.20200282>
- Borges, M. C., Mendoza, G., Cedeño, Y., Martínez, E. T y Borges, M. (2022). Utilidad de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para los profesionales de la salud. *Rev Univ y Soc*, 14(S2), 598-604.  
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2837/2792>

- Bravo-Grau, S, y Cruz, J. P. (2015). Estudios de exactitud diagnóstica: Herramientas para su Interpretación. *Revista chilena de radiología*, 21(4), 158-164. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082015000400007>
- Cáceres, A. (2011). *Superación profesional de postgrado en la atención primaria de salud. Una estrategia didáctica para la modificación de comportamientos y conductas a favor de los estilos de vida saludables* [tesis de doctorado no publicada. Universidad de Ciencias Pedagógicas Frank País].
- Campistrous, L. y Rizo, C. (2003). Indicadores e investigación educativa. En *Metodología de la Investigación Educativa: desafíos y polémicas actuales*. 138-167. Editorial Félix Varela.
- Cano, J. M. M. (2008). Competencias del Médico General Mexicano. *Horizonte Sanitario*, 7(3), 4-8. <https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/2097/1/-197-137-A.pdf>
- Capelli, L. (1998). *Manual de desechos sólidos hospitalarios para técnicos e inspectores de saneamiento*. Radio Nederland Training Centre. División de Radio Nederland International.
- Casamayor, D.N, Gálvez, G.P, Hernández, R.M. (2020). Pertinencia de la formación continua y el desarrollo de competencias profesionales en las ciencias médicas. *Gaceta Médica Espirituana*. 22(2):15-24.
- Cejas, E. y Pérez, J. (2003). Un concepto muy controvertido: competencias laborales. <https://www.monografias.com/trabajos14/competencias-laborales/competencias-laborales>
- Ceniz, L. (2021). *Formación de la competencia orientadora del tutor en la Educación Superior* [tesis de doctorado no publicada Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz].
- Ceniz, L., Colunga, S. y Ortiz, R. (2020). Profesionalización de la función orientadora del tutor en la Educación Superior. *Roca. Revista científico - Educativa De La Provincia Granma*, 16(1), 897-908. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/1807>
- Colunga, S. y García, J. (2015). *Descripción conceptual de la competencia de autonomía emocional. Primeras aproximaciones*. Ponencia presentada en la XIII Conferencia Internacional de Ciencias de la Educación, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba.

Consejo de Seguridad Nuclear. (2013). *Tema 8. Gestión de residuos radiactivos y transporte de Material radiactivo*.

[https://csn.ciemat.es/MDCSN/recursos/ficheros\\_md/1452685351\\_672009124550.pdf](https://csn.ciemat.es/MDCSN/recursos/ficheros_md/1452685351_672009124550.pdf)

Costa, M. y Gómez, J. (2022). La profesionalización del desempeño científico pedagógico del docente con título de Máster. *Varona. Revista Científico Metodológica*, (75), e1803.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1992-82382022000200009&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1992-82382022000200009&lng=es&tlng=es)

Cruz, Y. H., Sánchez, L. J. y Ramo, M. P. (2018). La profesionalización como principio en la Educación Técnica y Profesional. *Pedagogía Profesional*, 6(1).

<http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rPProf/article/download/114/195>

Chávez, K. J., Ayasta, L., Kong, I. y Gonzales, J. S. (2022). Formación de competencias investigativas en los estudiantes de la Universidad Señor de Sipán en Perú. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVIII (1), 250-260. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8297222>

Darda, S.A., Gabbar, H.A., Damideh, V., Aboughaly, M y Hassen, I. (2021). A comprehensive review on radioactive waste cycle from generation to disposal. *J Radioanal Nucl Chem*, 329, 15–31. <https://doi.org/10.1007/s10967-021-07764-2>

Deng, D., Zhang, L., Dong, M., Samuel, R. E., Ofori-Boadu, A. y Lamssali, M. (2020). Radioactive waste: A review. *Water Environment Research*, 92(10), 1818-1825. <https://doi.org/10.1002/wer.1442>

Díaz, M. (1996). *El desarrollo profesional docente y las resistencias a la innovación educativa*. Universidad de Oviedo.

Díaz, V. (2016). Didáctica y prácticas en postgrado: una aproximación teórica. *Revista UNIMAR*, 34(1), 71-85.

Feijoo, M. E. (1999). *La Química aplicada como sistema didáctico en la formación profesional* [tesis de maestría no publicada Instituto Superior Pedagógico de la Educación Técnica de La Habana].

Fernández, A y López, Mª. C. (2007). La inclusión del componente emocional en la formación inicial de maestros. Una experiencia para el desarrollo de la conciencia sensorial. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43(3). <https://doi.org/10.35362/rie4332326>

- Fraga, R. y Herrera, A. (1998). *Diseño curricular: Modelación del Proceso de Formación de Profesionales Técnicos*. Instituto Superior Pedagógico de la Educación Técnica de La Habana.
- Frias, L. B. (2007). Caracterización didáctica, psicológica y sociológica de la educación de postgrado a distancia. *Revista Iberoamericana de educación*, 43(4), 1-13. <https://rieoei.org/RIE/article/view/2317>
- Galdeano, C. y Valiente, A. (2010). Competencias profesionales. *Educación química*, 21(1), 28-32. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187893X2010000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187893X2010000100004&lng=es&tlng=es)
- García, F. J., Corell, A., Abella, V. y Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19. *Education in the knowledge society: EKS*, (21). <https://redined.educación.gob.es/xmlui/handle/11162/201047>
- García, S. Y. (2018). *Formación de la competencia orientación psicoeducativa a niños y adolescentes con anomalías dentomaxilofaciales en estudiantes de estomatología*. [tesis de doctorado no publicada Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz].
- Gomero-Cuadra R. (2024). Las competencias profesionales del médico ocupacional: Necesidad de una revisión. *Rev Méd Hered*. 35(1): 57-59. <http://doi10.20453/rmh.v35i1.5301/>
- Gómez, S. L., Herrera, A. R. y Valdés, Y. C. (5-7 de octubre de 2021). *El desempeño del docente en el aula virtual de la Escuela Latinoamericana de Medicina: reflexiones*. [ponencia]. IV Conferencia Científica Internacional UCIENCIA 2021, La Habana, Cuba. [https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/9786/1/UCIENCIA\\_2021\\_paper\\_143.pdf](https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/9786/1/UCIENCIA_2021_paper_143.pdf)
- Gómez-Rojas, J. P. (2015). Las competencias profesionales. *Revista mexicana de anestesiología*, 38(1), 49-55. <https://www.medigrafix.com/pdfs/rma/cma-2015/cma151g.pdf>
- González M.J, García, J, Malpica, A.J. (2023). Programa para la educación ambiental y protección radiológica de estudiantes de Imagenología y Radiofísica Médica. *Rev. Cubana Tecnol. Salud*, 14(4): e4106. <http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/4106>

- González, M.J, García, J., Morales, C., y Guerra, M. (2024a). Estructura conceptual de la competencia gestión de desechos radiactivos para tecnólogos de Medicina Nuclear. *EDUMECENTRO*,16(1), e2806.  
<https://revedumecentro.sld.cu/index.php/edumc/article/view/e2806>
- González, M.J, Morales, C, y Guerra, M. (2024b). Estrategia de superación en gestión de desechos radiactivos para tecnólogos de medicina nuclear. *HistArtMed*.  
<https://histartmed.sld.cu/index.php/histartMed/2024/paper/view/251/23>
- González, M.J, Morales, C, y Guerra, M. (2024c). Procedimientos organizativos para la gestión de desechos radiactivos en medicina nuclear. *Revista Mediceentro Electrónica*. [Internet].  
<https://mediceentro.sld.cu/index.php/mediceentro/article/view/4166/3317>
- González, M.J, Morales, C. y Guerra, M. (2023d). Programa de superación en gestión de desechos radiactivos para tecnólogos de Medicina Nuclear. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 22(3), e5317.  
<https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/5317>
- González, M.J, Morales, C., y Guerra, M. (2023e). Diagnóstico del desempeño profesional de tecnólogos de Medicina Nuclear en la gestión de desechos radiactivos. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 14(2), e4046. <https://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/4046>
- González, M.J. (2019a). *Programa de capacitación ambiental para la gestión de los desechos radiactivos en el servicio de Medicina Nuclear* [tesis de maestría no publicada. Universidad de Camagüey. Camagüey].
- González, M.J. (2024b). La gestión de desechos radiactivos como vía a un mejor desempeño laboral en medicina nuclear. *Panorama. Cuba y Salud*,19(1(52)).  
<https://revpanorama.sld.cu/index.php/panorama/article/view/1600>
- González, M.J. Morales, C., y Guerra, M. (2024). *Modelo de formación de competencias en la gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear*. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 53(4).  
<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/59990>

- González Basulto, M., & García Rodríguez, J. (2024). *Formación profesional de tecnólogos en medicina nuclear para la gestión de desechos radiactivos*. *MEDISAN*, 28(6), e5032. Recuperado de: <https://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/5032>
- Herrera, J. (2003). *Un modelo del proceso docente educativo en la unidad docente para el desarrollo de la práctica investigativo-laboral* [tesis de maestría no publicada, Universidad Hermanos Saíz].
- Horruitiner, P. (2011). *La universidad cubana: el modelo de formación*. Editorial Universitaria.
- International Atomic Energy Agency. (2014). Paso a paso: el ciclo completo de gestión de los desechos radiactivos. IAEA *Bulletin* 55–3. <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull55-3/55304630507.pdf>
- International Atomic Energy Agency. (2019). *Predisposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education* *Predisposal Management of Radioactive Waste from the Use of Radioactive Material in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education*. <https://www.iaea.org/publications/11087/predisposal-management-of-radioactive-waste-from-the-use-of-radioactive-material-in-medicine-industry-agriculture-research-and-education>
- Jiménez, M. A. (2019). Más allá de la profesionalización: los quehaceres de la educación. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (46), 139-156. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142019000200139&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142019000200139&script=sci_arttext)
- Karam, M. Á. (2013). *Percepción de los adolescentes sobre el riesgo asociado al uso de plaguicidas en Villa Guerrero, México* [tesis doctoral, Universidad Autónoma del Estado de México]. <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49171/Tesis%20Karam.pdf?sequence=1>
- Kumar, P., Kumar, B. y Singh, D. (2022). Radioactive waste management. En D. Yadav, P. Kumar, P. Singh D. A. Vallero (Ed.), *Hazardous waste management*, 289-301. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824344-2.00004-5>

- Ledesma, Y. H., Moreno, M. D., Pérez, F. S., López, M. R. y González, B. F. (2019). Theoretical-methodological foundations on risk management associated with nursing care to the critically-ill patients. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 23(5), 772-786. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=91848>
- León, V. E. y Herrera, J. L. (2010). Una visión de la profesionalización como categoría de las ciencias de la educación. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 2(13). <https://www.eumed.net/rev/ced/13/lhhf.pdf>
- León, V. E. y Rojas, A. A. (2022). La profesionalización en el contexto de las ciencias médicas en Cuba: una mirada desde los artículos científicos publicados por autores cubanos. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 26(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-31942022000300015&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-31942022000300015&script=sci_arttext&lng=en)
- López, E. (2016). En torno al concepto de competencia: un análisis de fuentes. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 20(1), 311-322. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/42564/REV201COL4.pdf?sequence=1>
- López, R., Tobón, S., Veytia, M. G., y Juárez, L. G. (2021). La mediación didáctica socioformativa en el aula que favorece la inclusión educativa. *Revista Fuentes*, 23(1), 1–12. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.v23.i1.11203>
- Machado, E. F. y Montes de Oca, N. (2020). Competencias, currículo y aprendizaje en la universidad. Motivos para un debate: Antecedentes y discusiones conceptuales. *Transformación*, 16(1), 1-13. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2077-29552020000300405&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2077-29552020000300405&script=sci_arttext)
- Machado, E.F y Montes de Oca, N. (2009). El desarrollo de habilidades investigativas en la educación superior: la solución de problemas profesionales. *Rev Hum Med*, 9(2). <http://scielo.sld.cu/pdf/hmc/v9n2/hmc020209.pdf>
- Marijuán, J. M. (2015). *Investigación de una metodología no destructiva de caracterización de bultos de residuos radiactivos heterogéneos mediante espectrometría y utilizando un código matemático basado en Monte*



Carlo [tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid].

<https://hdl.handle.net/20.500.14352/22197>

Martínez, A., del Toro, L., Torres, L. C. F., Turcáz, M. S. y Pérez, M. G. (2015). La superación de los tecnólogos de la salud. Un reto en las Ciencias Médicas. *Revista Información Científica*, 91(3), 702-712.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6027587.pdf>

Martínez, E. E. y Pico, H. D. (2022). Profesionalización y desempeño, un debate a propósito del Alcalde Municipal en Colombia. *Hallazgos*, 19(37). <https://doi.org/10.15332/2422409X.6027>

Matarranz, M. (2023). Aspectos clave de la profesionalización docente. Una revisión bibliográfica. *Cuestiones Pedagógicas. Revista De Ciencias De La Educación*, 2(31), 129–144.

<https://doi.org/10.12795/CP.2022.i31.v2.07>

Mejías, Y., Colunga, S. y Soler, M. (2021). Estructura conceptual de la competencia intervención comunitaria desde el paradigma emancipador de autodesarrollo. *Humanidades Médicas*, 21(1), 154-170.

<http://scielo.sld.cu/pdf/hmc/v21n1/1727-8120-hmc-21-01-154.pdf>

Mendoza, F. F. (2020). Mediación tecnológica orientada al desarrollo de habilidades cognitivas: Aportes para la sociedad del conocimiento. *Educare* (2020). Vol. 24, no. 2. Recuperado de:

<https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i2.1326>

Mendoza, H., Valcárcel N. y Martínez J. A. (2023). *Apuntes sobre la Educación Médica*. Editorial Ciencias Médicas. La Habana. Cuba.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba. (2003) Resolución No. 35/2003. Reglamento para la gestión segura de desechos radiactivos. [http://www.cphr.edu.cu/download/resolucion-nro-35-2003-](http://www.cphr.edu.cu/download/resolucion-nro-35-2003-del-citma-reglamento-para-la-gestion-segura-de-desechos-radiactivos-goo-no-20-de-10-3-03/)

[del-citma-reglamento-para-la-gestion-segura-de-desechos-radiactivos-goo-no-20-de-10-3-03/](http://www.cphr.edu.cu/download/resolucion-nro-35-2003-del-citma-reglamento-para-la-gestion-segura-de-desechos-radiactivos-goo-no-20-de-10-3-03/)

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2017). *Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos. Primer Informe Nacional*.

[https://www.iaea.org/sites/default/files/national\\_report\\_of\\_cuba\\_for\\_the\\_6th\\_review\\_meeting\\_-\\_spanish.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/national_report_of_cuba_for_the_6th_review_meeting_-_spanish.pdf)

Ministerio de Educación Superior (2020). Instrucción No. 01/2020: Manual para la Gestión del Postgrado.

Ministerio de Educación Superior. (2004). Resolución 132/2004. Reglamento de Educación de Postgrado. La Habana.

Ministerio de Educación Superior. (2010). Plan de Estudios “D” Carrera de Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica. Universidad de La Habana.

Ministerio de Educación Superior. (2018b). Instrucción No. 01/2018. Normas y Procedimientos para la gestión del postgrado.

Ministerio de Educación Superior. (2020). Plan de Estudios “E” Carrera de Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica. Universidad de La Habana.

Ministerio de Educación Superior. (5 de septiembre de 2019). Resolución 138 de 2019. Componentes que integran el modelo de formación continua. GOC-2019-774-O65.

Ministerio de Educación Superior. (5 de septiembre de 2019). Resolución 139 de 2019. Por la cual se establecen los componentes y particularidades modelo de formación continua de la educación superior cubana. GOC-2019-775-O65.

Ministerio de Educación Superior. (5 de septiembre de 2019). Resolución 140 de 2019. Por el cual se establece el Reglamento de la Educación de Postgrado de la República de Cuba. GOC-2019-776-O65

Ministerio de Salud Pública. (2013) Fundamentación del Plan de Estudios de la carrera de Imagenología y Radiofísica Médica. Material digital. Plan de Estudios de la Carrera de Licenciatura en Tecnología de la Salud. MINSAP.

Miranda, J., Miranda, A., Santiesteban, M. y Heredia, M. (2017). La profesionalización de los docentes de la educación superior: implicaciones en el desarrollo social desde su competitividad. *MEDISAN*, 21(11), 3278-3284. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192017001100019&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001100019&lng=es)

- Morales, J. D. y Varela, M. (2015). El debate en torno al concepto de competencias. *Investigación en educación Médica*, 4(13), 36-41. <https://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v4n13/v4n13a7.pdf>
- Morán, F. y Das, M. (2004). Percepción de padres y profesores de los factores de riesgos para el uso de drogas lícitas e ilícitas en los escolares. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 12(número especial), 352-358. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692004000700009>
- Música, M. S., Sánchez, O. L., Hidalgo, E. P. y López, C. R. (2011). La profesionalización científica de docentes de la Facultad de Tecnología de la Salud, La Habana. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 2(3). <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubtecsal/cts-2011/cts113f.pdf>
- Natarajan, V., Karunanidhi, M. y Raja, B. (2020). A critical review on radioactive waste management through biological techniques. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 29812-29823. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08404-0>
- Normas de Seguridad del OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente. (2022). [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1785S\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1785S_web.pdf)
- Olivares, G, Travieso, N, y González, T. R. (2023 b). Evaluación de la profesionalización de los docentes de Enfermería y Tecnología de la Salud. *MEDISAN*, 27(3), e4596. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192023000300013&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192023000300013&lng=es&tlng=es)
- Olivares, G., Fernández, M., Ruíz, E. y Romero, G. (2022). La educación virtual en el contexto de la Educación Médica en tiempos de Covid-19. *Revista Científica Del Amazonas*, 5(9), 39-46. <https://www.revistadelamazonas.info/index.php/amazonas/article/download/61/124>
- Olivares, G., Ramos, N. T., García, T. G., y Solís, S. S. (2020). La profesionalización en los docentes de Enfermería y Tecnología de la Salud. *MediSan*, 24(02), 312-321. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=96114>

- Olivares, G., Travieso, N. y González, T. R. (2023 a). Relación dialéctica entre competencias, desempeño profesional y la profesionalización docente en la Educación Superior. *Revista Maestro y Sociedad*, 20(1), 126-136. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/5881>
- Olivares, G., Travieso, N., González, T. R. y Novo, E. (2021). La actuación profesional como dimensión de la profesionalización docente en la Educación Médica: Array. *Maestro y Sociedad*, 18(3), 848-859. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/5380>
- Oliveira, J y Rumble, G. (1992). Vocational Education at a Distance. International Perspectives. Kogan Page.
- Organismo Internacional de Energía Atómica (s.f). *Gestión de residuos radiactivos*. [https://www.iaea.org/sites/default/files/185\\_604644047\\_es.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/185_604644047_es.pdf)
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2009). *Normas de seguridad del OIEA. Gestión de desechos procedentes de la utilización de materiales radiactivos en medicina, industria, agricultura, investigación y educación para la protección de las personas y el medio ambiente. Guía de seguridad. No. WS-G-2.7*. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1217s\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1217s_web.pdf)
- Organización de Naciones Unidas. (2022). *La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/#tab-0d6fefdde5e8d081539>
- Ortiz, M., Vicedo, A., González, S. y Recino, U. (2015). Las múltiples definiciones del término competencia y la aplicabilidad de su enfoque en ciencias médicas. *Edumecentro*, 7(3), 20-31. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2077-28742015000300002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2077-28742015000300002&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Otto, H. U., Rauschenbach, T. y Vogel, P. (Eds.). (2002). *Erziehungswissenschaft: Professionalität und Kompetenz*. VS Verlag für Sozialwissenschaften Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-08029-9>
- Padilla, Y. y López, M. (2021). Formación de la competencia solución de conflictos escolares en estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación Primaria. *Transformación*, 17(2), 326-340. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2077-29552021000200326&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2077-29552021000200326&script=sci_arttext)

- Pagès, A. (2000). Profesionalización en entornos virtuales integrados. En J. M. Duart y A. Sangrà (comps), *Aprender en la virtualidad* (pp.135-152). Ediciones de la Universitat Oberta de Catalunya.
- Patiño, M. R. (1996). *El Modelo de la Escuela Politécnica Cubana: una realidad*. Pueblo y Educación.
- Peñalver, C. (2017). *Programa educativo para el mejoramiento Permanente de los comportamientos humanos en los trabajadores de servicio del "Hospital Universitario General Calixto García* [tesis de doctorado Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona].
- Pérez G., A. (2001). El proceso de profesionalización. [Cd-Rom].
- Pérez, K. y Hernández, J. E. (2014). Aprendizaje y comprensión. Una mirada desde las humanidades. *Humanidades Médicas*, 14(3), 699-709. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-81202014000300010&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202014000300010&lng=es&tlng=es)
- Pérez, T. C. (2015). *Metodología para la evaluación de la formación de profesionales en las especialidades médicas* [tesis de doctorado no publicada Universidad de Ciencias Médicas de La Habana].
- Perrenoud, P. (1994). *La formation des enseignants entre théorie et pratique*. L'Harmattan.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar: invitación al viaje* (Vol. 196). Graó.
- Pimienta, J. H. (2017). *Innovación de Política Pública*. (ponencia) II Congreso Internacional de Evaluación del Desempeño, Centro Universitario CIFE, Cuernavaca.
- Ramos, E., Otero, C. A., Heredia, F. D., y Sotomayor, G. (2021). Formación por competencias del profesional en administración: Desde un enfoque contingencial. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII (2), 451-466. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7927676>
- Ramos, G. (2010). Los antecedentes históricos en la investigación educativa. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, (22). <https://www.eumed.net/rev/ced/22/grr.htm>
- Ramos, V. (2016). *Estrategia de superación en mamografía para el mejoramiento del desempeño profesional del tecnólogo en imagenología* [tesis de Doctorado, Universidad de Ciencias Médicas de La Habana].

[https://aulavirtual.sld.cu/pluginfile.php/124304/mod\\_resource/content/1/TESIS%20PARA%20LA%20DEFENSA%20-%20Versi%C3%B3n%20final.doc](https://aulavirtual.sld.cu/pluginfile.php/124304/mod_resource/content/1/TESIS%20PARA%20LA%20DEFENSA%20-%20Versi%C3%B3n%20final.doc)

- Rengifo, D.M., González, M.L., Gil, E. (2023). Estrategias didácticas desarrolladas con estudiantes de enfermería para el logro de competencias profesionales: *Revisión integrativa. Cultura de los Cuidados*, 27(65). <http://dx.doi.org/10.14198/cuid.2023.65.21>
- Restrepo, G. (2000). *El concepto y alcance de la gestión tecnológica*. <https://hdl.handle.net/10495/6137>
- Rifa, J. (2017). La competencia determinación sistemática de organismos vegetales en la formación inicial del profesor de biología. [tesis doctoral, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz].
- Rodríguez, A. y Álvarez, L. (2006). Percepciones y comportamientos de riesgos en la vida sexual y reproductiva de los adolescentes. *Revista Cubana Salud Pública*, 32(1), 1-9. [http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol32\\_1\\_06/spu08106.pdf](http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol32_1_06/spu08106.pdf)
- Rodríguez-Mena, M. y Corral, R. (2015). Las competencias y su formación desde el enfoque histórico-social. *Revista Alternativas Cubanas en Psicología*, 3(7), 72-85. [https://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2023/02/Rodriguez-Mena-Garcia-Corral\\_PUBL\\_2013\\_Formacion-de-competencias-desde-el-enfoque-historico-social-ISBN-978-959-07-1923-3.pdf](https://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2023/02/Rodriguez-Mena-Garcia-Corral_PUBL_2013_Formacion-de-competencias-desde-el-enfoque-historico-social-ISBN-978-959-07-1923-3.pdf)
- Rodríguez-Mena, M., López, C. L., Corral, R., Labaut, L., Pérez, O., Pomares, W. Lago, C. M, Chao, A. M, Regalado, H y Ortega, C. (2019). Evaluación formativa de competencias. Una metodología. [http://www.cips.cu/wp-content/uploads/2021/03/Evaluacion\\_formativa\\_metodologia.pdf](http://www.cips.cu/wp-content/uploads/2021/03/Evaluacion_formativa_metodologia.pdf)
- Rojas, Y. C., Fernández, O. I. R. y Elías, N. L. (2022). Desarrollo de las altas tecnologías en Cuba y la formación del Tecnólogo en Imagenología y Radiofísica Médica. *Revista Referencia Pedagógica*, 10(3), 391-405. <https://rrp.cujae.edu.cu/rrp/article/download/314/344>
- Rozo, L.M, Vivares, J.A, y Ospina, M.C. (2020). Gestión humana y cultura organizacional para la innovación: evidencias de una investigación con empresas de Colombia. *Publicaciones e Investigación*: 14(3) [doi: https://doi.org/10.22490/25394088.4499](https://doi.org/10.22490/25394088.4499)

- Ruiz, J. B. (2013). *La superación profesional médica para el diagnóstico y tratamiento de las consecuencias humanas del empleo de las armas biológicas*. [tesis de doctorado no publicada Universidad de Ciencias Pedagógicas José de la Luz y Caballero]
- Salas, G, González, J.E, Molina, D, Ramos, D, López, G. M, Fernández, I. M, Caveda, C, García, O, Salgado, M.M, Ramos, M, Peralta, J.L, Castro, A, González, N, Cardenas, J y Tamayo, J.A. (2020). CPHR: 35 años al Servicio de la Protección Radiológica, la Salud y el Medio Ambiente. *Nucleus*, (67), 6-13.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-084X2020000100006&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-084X2020000100006&lng=es&tlng=es).
- Sánchez, M., García, K. C., Mestre, Y., Castillo, N., Lazo, Z. y Beldarraín, P. D. (2019). La profesionalización desde la Educación Médica. *Rev. Cub. Tecnol. Salud*, 10(1).  
<https://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/1369>
- Santos, J. (2005). Modelo pedagógico para el mejoramiento del desempeño pedagógico profesional de los profesores de agronomía de los institutos politécnicos agropecuarios. [tesis de doctorado no publicada Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona].
- Santos, J. (2008). *La concepción de las competencias profesionales desde un enfoque pedagógico. Su papel en el desempeño del personal docente de la Educación Técnica y Profesional*. [Tesis de maestría no publicada] Ciencias de la Educación. Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona".
- Solís, S., Pupo, Y., Rodríguez, A., Hernández, V. S., Olivares, G. y López, A. (2019). Competencias y desempeño profesional desde la Educación Médica. *Rev. Cub. Tecnol. Salud*, 10(1).  
<https://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/1382>
- Tejeda, R. (2013). La formación basada en competencias en la educación superior desde una perspectiva integradora. *Didáctica Y Educación* 4(4), 45–64.  
<https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/194>
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (4ta.Ed.). ECOE.

[https://www.researchgate.net/profile/Sergio\\_Tobon4/publication/319310793\\_Formacion\\_integral\\_y\\_competencias\\_Pensamiento\\_complejo\\_curriculo\\_didactica\\_y\\_evaluacion/links/59a2edd9a6fdcc1a315f565d/Formacion-integral-y-competencias-Pensamiento-complejo-curriculo-didactica-y-evaluacion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Tobon4/publication/319310793_Formacion_integral_y_competencias_Pensamiento_complejo_curriculo_didactica_y_evaluacion/links/59a2edd9a6fdcc1a315f565d/Formacion-integral-y-competencias-Pensamiento-complejo-curriculo-didactica-y-evaluacion.pdf)

Tobón, S. (2013). *Los proyectos formativos y el desarrollo de competencias*. Instituto CIFE  
[https://www.academia.edu/31455221/LOS\\_PROYECTOS\\_FORMATIVOS\\_Y\\_EL\\_DESARROLLO\\_DE\\_COMPETENCIAS\\_Por\\_Sergio\\_Tob%C3%B3n\\_Tob%C3%B3n\\_Director\\_del\\_instituto\\_CIFE](https://www.academia.edu/31455221/LOS_PROYECTOS_FORMATIVOS_Y_EL_DESARROLLO_DE_COMPETENCIAS_Por_Sergio_Tob%C3%B3n_Tob%C3%B3n_Director_del_instituto_CIFE)

Tobón, S. (2014a). *Proyectos formativos. Teoría y metodología* (1ra. Ed). Pearson Educación.  
[http://www.sancristoballibros.com/libro/proyectos-formativos\\_68835](http://www.sancristoballibros.com/libro/proyectos-formativos_68835)

Tobón, S. (2017). *Ejes esenciales de la sociedad del conocimiento y la socioformación*. Kresearch.  
<https://dx.doi.org/10.24944/isbn.978-1-945721-18-2/>

Tobón, S. (2017). *Evaluación socioformativa. Estrategias e instrumentos*. Mount Dora: Kresearch.  
<https://cife.edu.mx/recursos/2018/08/23/evaluacion-socioformativa/>

Tobón, S. T. (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción pedagógica*, 16(1), 14-28. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2968540.pdf>

Tobón, S., Pimienta, J. H. y García, J. A. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Pearson educación.  
[https://www.researchgate.net/profile/Sergio\\_Tobon4/publication/287206904\\_Secuencias\\_didacticas\\_aprendizaje\\_y\\_evaluacion\\_de\\_competencias/links/567387b708ae04d9b099dbb1.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Tobon4/publication/287206904_Secuencias_didacticas_aprendizaje_y_evaluacion_de_competencias/links/567387b708ae04d9b099dbb1.pdf)

Torres, A.L y Zabala, P.A. (2019). Metodología para la solución de problemas profesionales desde la didáctica de la formación de profesionales. *REFCaIE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*.  
<https://www.studocu.com/latam/document/universidad-bolivariana-de-venezuela/metodologia-de-la-investigacion/metodologia-para-la-solucion-de-problemas/77649511>



- Torres, L. F. y Zavala, A. P. (2019). Metodología para la solución de problemas profesionales desde la didáctica de la formación de profesionales. *REFCaE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, 7(3), 77-90. <https://refcale.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/view/3080>
- Travieso, N, y Bandera, L. (2020). Concepción integradora para la evaluación de impacto de los procesos sustantivos en la universidad médica de Santiago de Cuba. *MEDISAN*, 24(6), 1308-1323. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192020000601308&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192020000601308&lng=es&tlng=es).
- Travieso, N. (2010). *Alternativa para el desarrollo de competencias profesionales en la superación del docente de Tecnología de la Salud* [tesis de doctorado no publicada Universidad de Ciencias Pedagógicas Frank País]
- Valcárcel, N, Añorga, J.A, Pérez, AM. (1999). La profesionalización y la educación avanzada.
- Vassileva J. (2021). Current Challenges and International Actions in Radiation Protection in Medicine. *RadiobiolRadiatSaf*, 1(2):5-8. <https://doi.org/10.48614/rrs120213293>
- Vázquez, J., y Tobón, S. (2020). Socioformación: una perspectiva latinoamericana para (re)pensar la educación y el desarrollo social sostenible. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(24), 9-11. <https://doi.org/10.46652/rgn.v5i24.639>
- Vázquez, R. (2019). Estado del arte de la gestión de los desechos radiactivos generados en actividades no energéticas en México. [tesina, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2265/ROVAMO01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vecino, J. M. (2010, octubre 21). *Hacia un modelo de competencias ambientales que impacten en la cultura organizacional*. <https://www.gestiopolis.com/hacia-modelo-competencias-ambientales-impacten-cultura-organizacional/>

- Vela, J., Salas, R. S., Quintana, M. L., Pujals, N., González, J., Díaz, L., Pérez, L. y Vidalo, M. J. (2018). Formación del capital humano para la salud en Cuba. *Rev Panam Salud Pública*, 42, e33. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.33>
- Vidal, M. y Salas, R. S. (2017). Fidel Castro y la docencia médica cubana. *Educación Médica Superior*, 31(1), 277-286. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412017000100024&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412017000100024&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Vigotsky, L. S. (1987). *Historia del desarrollo de las Funciones cultural en: Educación Especial: Razones, Visión Actual y Psíquicas Superiores*. Editorial Científico Técnica.
- Vigotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Paidós.
- Vigotsky, L.S. (1982). *Pensamiento y lenguaje*. Pueblo y Educación.
- Vygotsky, L. (1935). Interacción entre aprendizaje y desarrollo. Una nueva aproximación. En: Vigotsky, L., *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica.
- Vygotsky, L. S. (1995). Historia del desarrollo de las funciones psicológicas superiores. Obras escogidas 3 (2da Ed.). VISOR OIS. [https://saberespsi.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/lev\\_vygotski\\_-\\_historia\\_del\\_desarrollo\\_de\\_las\\_funciones\\_psiquicas\\_superiores.pdf](https://saberespsi.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/lev_vygotski_-_historia_del_desarrollo_de_las_funciones_psiquicas_superiores.pdf)
- Wiyono, B. B. (2018). The effect of self-evaluation on the principals' transformational leadership, teachers' work motivation, teamwork effectiveness, and school improvement. *International Journal of Leadership in Education*, 21(6), 705-725. <https://doi.org/10.1080/13603124.2017.1318960>
- Xus, M., y Puig, J.M. (2007). Las siete competencias básicas para educar en valores. <https://books.google.co.ve/books?id=yogYFxFxLWr5kC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Zabalza, M. A. (2017). *Evaluación del aprendizaje y papel del mediador* [ponencia]. II Congreso Internacional de Evaluación del Desempeño, Centro Universitario CIFE, Cuernavaca.
- Zayas-Bazán, L., y Zamora, A. (2020). Caracterización de la formación postgraduada y su desarrollo en el contexto cubano actual. *Opuntia Brava*, 12(2), 145-158. <http://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1019>

**ANEXOS**

## **Anexo 1: Modelo de encuesta para tecnólogos de medicina nuclear.**

**Objetivo:** Conocer las opiniones y valoraciones que poseen los tecnólogos de la medicina nuclear acerca de la profesionalización alcanzada, con énfasis en lo relacionado con la gestión de desechos radiactivos.

Estamos desarrollando una investigación, con el objetivo de conocer su valoración acerca del proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear, en cuanto a la gestión de desechos radiactivos, relacionado con su desempeño profesional. Por este motivo, le solicitamos responder este cuestionario de carácter anónimo. Su opinión es de gran importancia para el buen desarrollo de esta investigación. Le recomendamos que antes de emitir sus juicios, lea detenidamente todas las preguntas y evite dejar algunas sin contestar. Muchas Gracias.

Fecha de Aplicación del cuestionario: \_\_\_\_\_

Universidad donde estudió: \_\_\_\_\_

Año de graduación: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Sabía usted que dentro de los objetivos generales de la profesión del tecnólogo de medicina nuclear se encuentran? Marque con una cruz (X) la o las opciones que considere correctas.

\_\_\_\_ Aportar conocimientos y habilidades en los campos de la medicina nuclear con el fin de garantizar mejores resultados laborales.

\_\_\_\_ Asesorar al representante legal de la entidad en la toma de decisiones relativas a la seguridad en el desempeño de la práctica.

\_\_\_\_ Comprobar la actividad y realizar el control de calidad de los conjuntos reactivos y llevar a cabo los controles periódicos al equipamiento.

\_\_\_\_ Velar por la recepción, el traslado y el correcto almacenamiento y conservación de los conjuntos reactivos.

\_\_\_\_ Llevar a cabo la gestión de los desechos radiactivos.

\_\_\_\_ Registrar de manera apropiada el consumo de fuentes radiactivas.

2. ¿Considera usted necesario para el desempeño profesional del tecnólogo de medicina nuclear, dominar los contenidos relacionados a la gestión de desechos radiactivos?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3. En caso de que considere necesario dominar los contenidos relacionados a la gestión de desechos radiactivos, lo valora como:

\_\_\_\_ Muy necesarios. \_\_\_\_ Necesarios. \_\_\_\_ Poco necesario.

4. ¿Cómo valora su formación de pregrado para la gestión de desechos radiactivos?

☐ Suficiente. ☐ Medianamente suficiente ☐ Insuficiente.

5. ¿Considera usted que el contenido recibido durante la carrera, referente a la gestión de desechos radiactivos fue suficiente para su desempeño laboral como tecnólogo de medicina nuclear?

Sí ☐ No ☐

6. ¿Durante su vida laboral ha recibido usted preparación profesional dirigida a los siguientes temas?

☐ Desechos radiactivos.

☐ Gestión de desechos radiactivos

☐ Otros. ¿Cuáles?

☐ Ninguna

7. ¿Constituye la gestión de desechos radiactivos una temática de desempeño laboral deseada por usted, como tecnólogo de la medicina nuclear?

Sí ☐ No ☐

8. ¿Cómo valora usted la disposición de los tecnólogos de medicina nuclear para vincularse a actividades profesionales relacionadas con la gestión de desechos radiactivos?

☐ Muy alta. ☐ Alta. ☐ Media. ☐ Baja. ☐ Muy baja.

9. ¿Cómo considera su preparación para desempeñarse profesionalmente en el área de la medicina nuclear?

☐ Suficiente. ☐ Medianamente suficiente. ☐ Insuficiente.

10. ¿En qué actividades de la medicina nuclear considera usted estar mejor preparado para su desempeño profesional?

☐ Procesamientos de estudios gammagráficos.

☐ Controles periódicos de los equipamientos.

☐ Gestión de desechos radiactivos.

☐ Toma de muestras para estudios in vitro.

11. ¿Cree usted que un sistema de formación de postgrado que aborde los contenidos relacionados a la gestión de desechos radiactivos, le permita mejorar su área de desempeño profesional?

☐ Mucho. ☐ Poco. ☐ Nada.

12. ¿Cómo valora el vínculo de la universidad con sus organismos de procedencia, para la concertación de las necesidades de superación profesional de los tecnólogos de medicina nuclear?

☐ Muy buenas.

\_\_\_\_ Buenas.

\_\_\_\_ Regular.

\_\_\_\_ Mala.

\_\_\_\_ No existe.

13. ¿Las ofertas de estudios de postgrado recibidas de la Universidad de Ciencias Médicas, en los últimos 5 años, contribuyen a satisfacer las necesidades colectivas e individuales de los tecnólogos para perfeccionar su desempeño profesional en el área de medicina nuclear? Marque con una X su elección del 1 al 10.

Poco                                                         Mucho  
          1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

14. Los contenidos abordados en los programas de postgrado les resultan:

\_\_\_\_ Motivantes. \_\_\_\_ Complejos. \_\_\_\_ Aburridos. \_\_\_\_ Repetitivos.

15. Mencione aquellos temas en que usted siente necesidad de superación, para mejorar su desempeño profesional.

## **Anexo 2: Guía de observación al desempeño de los tecnólogos durante la gestión de los desechos radiactivos.**

**Objetivo:** Constatar la proyección actuacional de los tecnólogos de Medicina Nuclear en la gestión de los desechos radiactivos.

### **Aspectos a observar:**

- Identifica los desechos radiactivos generados en el servicio asistencial realizado.
- Recepciona adecuadamente los desechos radiactivos.
- Clasifica adecuadamente los desechos radiactivos.
- Realiza el traslado y almacenamiento de los desechos radiactivos acorde con las normas de seguridad que corresponden según las características de los isótopos utilizados y los tipos de desechos.
- Actitud que asumen los tecnólogos en la gestión de los desechos radiactivos durante y posterior al proceso asistencial.
- Muestran responsabilidad en la gestión de los desechos radiactivos.
- Expresan motivación e interés para gestionar los desechos radiactivos.
- Muestran confianza en sí mismos al gestionar los desechos radiactivos.
- Demuestran satisfacción emocional cuando logran una correcta gestión de los desechos radiactivos.
- Muestra preocupación por la protección radiológica de los sujetos expuestos y del medio ambiente, así como por la prevención de riesgos de contaminación.

### **Anexo 3: Encuesta a profesores que conforman el claustro de la carrera Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica.**

**Objetivo:** Conocer las opiniones y valoraciones de los profesores acerca de la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear, con énfasis en la gestión de desechos radiactivos.

Compañero (a), esta encuesta forma parte de una investigación que se realiza con el objetivo de contribuir a elevar la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear en gestión de desechos radiactivos. Sus opiniones son de apreciable valor para el éxito del trabajo, por lo que le rogamos sea sincero en sus respuestas. Le agradecemos su colaboración.

**Nota:** Marque con una cruz (X) la respuesta que le parezca correcta.

#### **Cuestionario:**

1. En la formación de los Licenciados en Imagenología y Radiofísica Médica, ¿puede ser trabajada la gestión de desechos radiactivos, según los procesos implementados en el servicio correspondiente?

Sí\_\_ No\_\_ A veces\_\_ No sé\_\_ Argumente su respuesta:

2. ¿Considera usted que los temas relacionados con la gestión de desechos radiactivos, contribuirían a la profesionalización de los Licenciados en Imagenología y Radiofísica Médica, que posteriormente laborarán en servicios de Medicina Nuclear?

Sí\_\_ No\_\_ Tal vez\_\_ No sé\_\_

3. ¿En su opinión, qué aspectos relacionados con la gestión de desechos radiactivos pueden favorecer la formación de estos tecnólogos?

4. ¿Cuál es su grado de satisfacción con el nivel de profesionalidad alcanzado por los tecnólogos en Imagenología y Radiofísica Médica que laboran en áreas de medicina nuclear, en cuanto a la gestión de desechos radiactivos?

a) \_\_ Plenamente satisfecho.

b) \_\_ Satisfecho.

c) \_\_ Medianamente satisfecho.

d) \_\_ Poco satisfecho.

e) \_\_ Insatisfecho.

5. Mencione algunas ideas que a su juicio pudieran contribuir a la profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear, relacionadas a la gestión de desechos radiactivos,

6. ¿En su opinión, en qué etapa considera más oportuno el tratamiento del tema de gestión de desechos radiactivos en la formación continua de los tecnólogos en Imagenología y Radiofísica Médica?



- \_\_\_\_\_ Formación de pregrado.
- \_\_\_\_\_ Preparación para el empleo.
- \_\_\_\_\_ Formación de postgrado.
- \_\_\_\_\_ Preparación para el empleo y el Postgrado.
- \_\_\_\_\_ En las tres etapas.

**Anexo 4: Guía para la entrevista a directivos y profesores de la Licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica.**

**Fecha de la entrevista:** \_\_\_\_\_

Estamos desarrollando una investigación, con el objetivo de conocer el grado de superación de los tecnólogos egresados, con énfasis en la gestión de desechos radiactivos.

**INFORMACIÓN BÁSICA**

**Entidad u organismo que pertenece:** \_\_\_\_\_

**Cargo del entrevistado:** \_\_\_\_\_

**Profesión:** \_\_\_\_\_ **Nivel académico:** \_\_\_\_\_

1. ¿Existe un diagnóstico de las necesidades de superación de los tecnólogos?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_
2. ¿Existe correspondencia entre el perfil de formación del Licenciado en Imagenología y Radiofísica Médica y las especificaciones de los actuales calificadores ocupacionales?
3. ¿Cómo se comporta el nivel de inserción y desempeño de los Licenciados en Imagenología y Radiofísica, que laboran en el servicio de Medicina Nuclear, en actividades profesionales relacionadas con la gestión de desechos radiactivos?
4. ¿Qué criterios tiene acerca de la preparación que poseen los licenciados en Imagenología y Radiofísica, que laboran en el servicio de Medicina Nuclear, para las actividades profesionales relacionadas con la gestión de desechos radiactivos?
5. ¿Considera usted que un sistema de profesionalización pueda contribuir al mejoramiento del desempeño profesional de los licenciados en Imagenología y Radiofísica en actividades profesionales relacionadas con la gestión de desechos radiactivos?
6. ¿En el proceso de formación continua de los tecnólogos en Imagenología y Radiofísica Médica, se conocen cuáles son las insuficiencias que estos presentan en su desempeño profesional en áreas del servicio de Medicina Nuclear?
7. ¿Considera usted necesaria la superación de estos tecnólogos en estas áreas relacionadas con la gestión de desechos radiactivos?
8. ¿Existe una proyección para la superación de este personal?

## **Anexo 5: Revisión de documentos del proceso de formación de los tecnólogos de Imagenología y Radiofísica Médica.**

Objetivo: Valorar el tratamiento que ha tenido la gestión de desechos radiactivos en la formación de tecnólogos de la licenciatura en Imagenología y Radiofísica Médica.

Documentos a revisar:

- Modelo del Profesional de la carrera de Imagenología y Radiofísica Médica.
- Programas de disciplinas de la carrera Imagenología y Radiofísica Médica.
- Planes de postgrado de la Universidad de Ciencias Médicas.

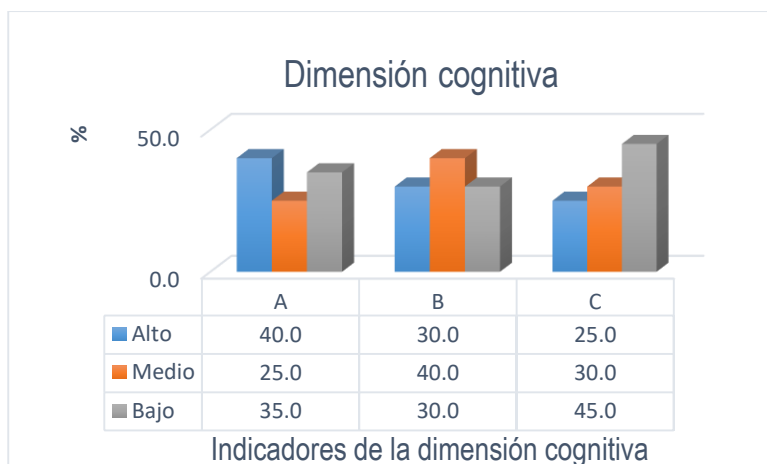
Aspectos a valorar:

1. Tratamiento que se da a la gestión de desechos radiactivos desde las disciplinas del Plan de Estudio.
2. Si existen contenidos de los programas de disciplina que traten la gestión de los desechos radiactivos.
3. Si existen acciones de postgrado dirigidas a la profesionalización de los tecnólogos para la gestión de los desechos radiactivos.

## Anexo 6: Resultados del diagnóstico del desempeño profesional de los tecnólogos de medicina nuclear en la gestión de desechos radiactivos.

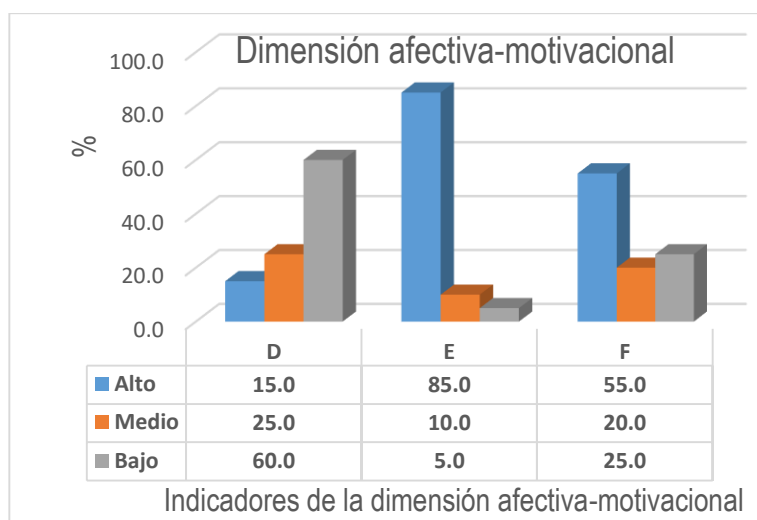
**Figura 9**

*Estado actual del desempeño profesional de los tecnólogos de Medicina Nuclear en la dimensión cognitiva*



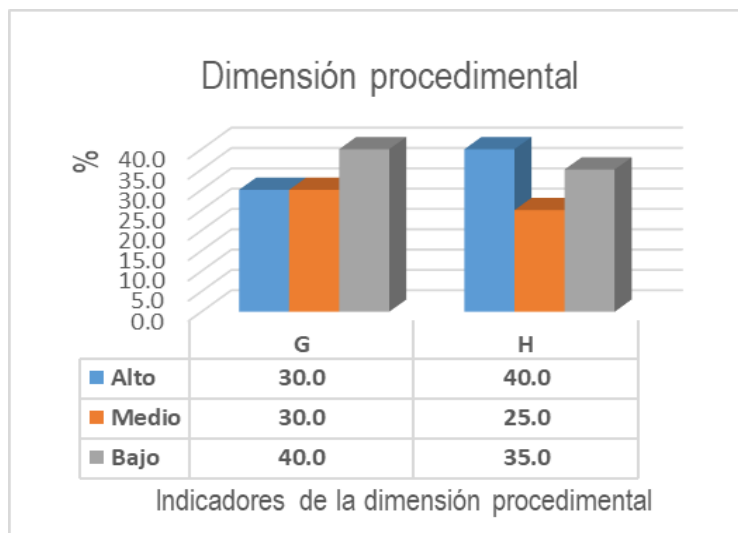
**Figura 10**

*Estado actual del desempeño profesional de los tecnólogos de Medicina Nuclear en la dimensión afectiva-motivacional*



**Figura 11**

*Estado actual del desempeño profesional de los tecnólogos de Medicina Nuclear en la dimensión procedimental*



## Anexo 7: Cuestionario para la selección de expertos.

Compañero(a):

El presente instrumento se aplica con el objetivo de seleccionar expertos que para ofrecer opiniones acerca de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear. Le invitamos a responder, con sinceridad, las interrogantes que a continuación aparecen. Muchas gracias por su cooperación.

Datos generales:

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Centro de trabajo: \_\_\_\_\_

Años de experiencia: \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa: \_\_\_\_\_

Grado científico: \_\_\_\_\_ Categoría académica: \_\_\_\_\_ Categoría docente: \_\_\_\_\_

1. Marque, con una X, en la siguiente escala el valor que se corresponde con el nivel de información que usted posee sobre el tema de la formación de competencias. La escala es ascendente.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 2- ¿Cómo autoevalúa el grado de influencia de las siguientes fuentes de argumentación en sus criterios?

Marque, con una X, según corresponda en alto, medio o bajo.

	Fuentes de argumentación	Grado de influencia		
		Alto	Medio	Bajo
A1	Análisis teóricos realizados por usted.			
A2	Experiencia obtenida en su labor profesional.			
A3	Trabajos de autores nacionales.			
A4	Trabajos de autores extranjeros.			
A5	Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero.			
A6	Su intuición.			

## Anexo 8: Resultados del cálculo del coeficiente k para la selección de expertos.

Tabla 2

*Resultados del cálculo del coeficiente k para la selección de expertos*

Candidatos	a	b	c	d	e	f	Ka	Kc	K
1	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
2	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
3	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,6	0,75
4	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
5	0,1	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	0,7	0,7
6	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
7	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
8	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
9	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
10	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
11	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5	0,4	0,45
12	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
13	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5	0,6	0,55
14	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
15	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5	0,6	0,55
16	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5	0,6	0,55
17	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
18	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,6	0,8
19	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5	0,4	0,45
20	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
21	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
22	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
23	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9

## **Anexo 9: Cuestionario sometido a la consideración de los expertos para la valoración del modelo y la estrategia.**

Estimado(a):

Usted ha sido seleccionado(a), por su calificación científico-técnica, sus años de experiencia y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto para valorar los resultados de esta investigación, en lo relacionado con modelo y la estrategia que se propone para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear. Deseamos nos ofrezca su opinión personal en cuanto a los aspectos relacionados, utilizando las categorías de la escala valorativa siguiente:

C1-Muy adecuado.

C2-Bastante adecuado.

C3-Adecuado.

C4-Poco adecuado.

C5-No adecuado.

**Nota:** En anexos puede consultar el modelo y la estrategia.

Aspectos a valorar en el modelo: Señale con una cruz (X) en la casilla de su elección.

	<b>ASPECTOS</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
A.1	Subsistema: Comprensión del contexto radiológico.					
A.2	Componente: Identificación de saberes radiológicos y ambientales.					
A.3	Componente: Caracterización del contexto.					
A.4	Componente: Indagación de procedimientos tecnológicos.					
A.5	Subsistema: Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos.					
A.6	Componente: Representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos.					
A.7	Componente: Movilización de recursos personológicos.					
A.8	Componente: Ejecución de la gestión de desechos radiactivos.					
A.9	Subsistema: Transformación del contexto radiológico.					
A.10	Componente: Valoración de la gestión de desechos radiactivos.					
A.11	Componente: Reconocimiento de riesgos medioambientales.					
A.12	Componente: Proyección innovada de la gestión.					



**Aspectos a valorar en la estrategia: Señale con una cruz (X) en la casilla de su elección.**

	<b>ASPECTOS</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
A.1	Objetivo general de la estrategia.					
A.2	Etapas de diagnóstico y sensibilización.					
A.3	Etapas de planificación y ejecución.					
A.4	Etapas de evaluación.					
A.5	Correspondencia con el modelo.					

**Anexo 10: Resultados de la valoración del modelo de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos por los expertos.**

**Tabla 3**

*Frecuencias absolutas*

No	Elementos	C1	C2	C3	C4	C5	Total
A.1	Subsistema: Comprensión del contexto radiológico.	9	6	6	0	0	21
A.2	Componente: Identificación de saberes radiológicos y ambientales.	10	7	4	0	0	21
A.3	Componente: Caracterización del contexto.	9	7	5	0	0	21
A.4	Componente: Indagación de procedimientos tecnológicos.	11	6	4	0	0	21
A.5	Subsistema: Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos.	6	5	9	1	0	21
A.6	Componente: Representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos.	7	5	8	1	0	21
A.7	Componente: Movilización de recursos personológicos.	10	5	5	1	0	21
A.8	Componente: Ejecución de la gestión de desechos radiactivos.	8	6	7	0	0	21
A.9	Subsistema: Transformación del contexto radiológico.	11	7	3	0	0	21
A.10	Componente: Valoración de la gestión de desechos radiactivos.	12	5	4	0	0	21
A.11	Componente: Reconocimiento de riesgos medioambientales.	11	6	4	0	0	21
A.12	Componente: Proyección innovada de la gestión.	13	4	4	0	0	21

**Tabla 4**

*Frecuencias absolutas acumuladas*

No	Aspectos	C1	C2	C3	C4	C5
A.1	Subsistema: Comprensión del contexto radiológico.	9	15	21	21	21
A.2	Componente: Identificación de saberes radiológicos y ambientales.	10	17	21	21	21
A.3	Componente: Caracterización del contexto.	9	16	21	21	21
A.4	Componente: Indagación de procedimientos tecnológicos.	11	17	21	21	21
A.5	Subsistema: Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos	6	11	20	21	21
A.6	Componente: Representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos.	7	12	20	21	21
A.7	Componente: Movilización de recursos personológicos.	10	15	20	21	21
A.8	Componente: Ejecución de la gestión de desechos radiactivos.	8	14	21	21	21
A.9	Subsistema: Transformación del contexto radiológico.	11	18	21	21	21
A.10	Componente: Valoración de la gestión de desechos radiactivos.	12	17	21	21	21
A.11	Componente: Reconocimiento de riesgos medioambientales.	11	17	21	21	21
A.12	Componente: Proyección innovada de la gestión.	13	17	21	21	21

**Tabla 5***Frecuencias relativas acumuladas*

No	Aspectos	C1	C2	C3	C4	C5
A.1	Subsistema: Comprensión del contexto radiológico.	0,42857	0,71429	0,9999	0,9999	0,9999
A.2	Componente: Identificación de saberes radiológicos y ambientales.	0,47619	0,80952	0,9999	0,9999	0,9999
A.3	Componente: Caracterización del contexto.	0,42857	0,7619	0,9999	0,9999	0,9999
A.4	Componente: Indagación de procedimientos tecnológicos.	0,52381	0,80952	0,9999	0,9999	0,9999
A.5	Subsistema: Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos	0,28571	0,52381	0,95238	0,9999	0,9999
A.6	Componente: Representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos.	0,33333	0,57143	0,95238	0,9999	0,9999
A.7	Componente: Movilización de recursos personológicos.	0,47619	0,71429	0,95238	0,9999	0,9999
A.8	Componente: Ejecución de la gestión de desechos radiactivos.	0,38095	0,66667	0,9999	0,9999	0,9999
A.9	Subsistema: Transformación del contexto radiológico.	0,52381	0,85714	0,9999	0,9999	0,9999
A.10	Componente: Valoración de la gestión de desechos radiactivos.	0,57143	0,80952	0,9999	0,9999	0,9999
A.11	Componente: Reconocimiento de riesgos medioambientales.	0,52381	0,80952	0,9999	0,9999	0,9999
A.12	Componente: Proyección innovada de la gestión.	0,61905	0,80952	0,9999	0,9999	0,9999

**Tabla 6***Puntos de corte*

							N = 1,50	
No	Aspectos	C1	C2	C3	C4	Suma	P	N-P
A.1	Subsistema: Comprensión del contexto radiológico.	-0,18	0,57	3,72	3,72	7,82	1,96	-0,46
A.2	Componente: Identificación de saberes radiológicos y ambientales.	-0,06	0,88	3,72	3,72	8,25	2,06	-0,56
A.3	Componente: Caracterización del contexto.	-0,18	0,71	3,72	3,72	7,97	1,99	-0,49
A.4	Componente: Indagación de procedimientos tecnológicos.	0,06	0,88	3,72	3,72	8,37	2,09	-0,59
A.5	Subsistema: Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos.	-0,57	0,06	1,67	3,72	4,88	1,22	0,28
A.6	Componente: Representación anticipada de la gestión de desechos radiactivos.	-0,43	0,18	1,67	3,72	5,14	1,28	0,22
A.7	Componente: Movilización de recursos personológicos.	-0,06	0,57	1,67	3,72	5,89	1,47	0,03
A.8	Componente: Ejecución de la gestión de desechos radiactivos.	-0,30	0,43	3,72	3,72	7,57	1,89	-0,39
A.9	Subsistema: Transformación del contexto radiológico.	0,06	1,07	3,72	3,72	8,57	2,14	-0,64
A.10	Componente: Valoración de la gestión de desechos radiactivos.	0,18	0,88	3,72	3,72	8,49	2,12	-0,62
A.11	Componente: Reconocimiento de riesgos medioambientales.	0,06	0,88	3,72	3,72	8,37	2,09	-0,59
A.12	Componente: Proyección innovada de la gestión.	0,30	0,88	3,72	3,72	8,62	2,15	-0,66
Suma		-1,12	7,96	38,48	44,63	89,95		
Puntos de corte		-0,09	0,66	3,21	3,72			

**Anexo 11: Resultados de la valoración de la estrategia para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos por los expertos.**

**Tabla 7**

*Frecuencias absolutas*

No	Elementos	C1	C2	C3	C4	C5	Total
A.1	Objetivo general de la estrategia.	14	5	2	0	0	21
A.2	Etapa de diagnóstico y sensibilización.	13	4	3	1	0	21
A.3	Etapa de planificación y ejecución.	12	5	3	1	0	21
A.4	Etapa de evaluación.	10	5	4	2	0	21
A.5	Correspondencia con el modelo.	11	5	5	0	0	21

**Tabla 8**

*Frecuencias absolutas acumuladas*

No	Aspectos	C1	C2	C3	C4	C5
A.1	Objetivo general de la estrategia.	14	19	21	21	21
A.2	Etapa de diagnóstico y sensibilización.	13	17	20	21	21
A.3	Etapa de planificación y ejecución.	12	17	20	21	21
A.4	Etapa de evaluación.	10	15	19	21	21
A.5	Correspondencia con el modelo.	11	16	21	21	21

**Tabla 9**

*Frecuencias relativas acumuladas*

No	Aspectos	C1	C2	C3	C4	C5
A.1	Objetivo general de la estrategia.	0,66667	0,90476	0,9999	0,9999	0,9999
A.2	Etapa de diagnóstico y sensibilización.	0,61905	0,80952	0,95238	0,9999	0,9999
A.3	Etapa de planificación y ejecución.	0,57143	0,80952	0,95238	0,9999	0,9999
A.4	Etapa de evaluación.	0,47619	0,71429	0,90476	0,9999	0,9999
A.5	Correspondencia con el modelo.	0,52381	0,7619	0,9999	0,9999	0,9999

**Tabla 10***Puntos de corte*

							N =	1,44
No	Aspectos	C1	C2	C3	C4	Suma	P	N-P
1	Objetivo general de la estrategia.	0,43	1,31	3,72	3,72	9,18	2,29	-0,86
2	Etapa de diagnóstico y sensibilización.	0,30	0,88	1,67	3,72	6,57	1,64	-0,20
3	Etapa de planificación y ejecución.	0,18	0,88	1,67	3,72	6,44	1,61	-0,17
4	Etapa de evaluación.	-0,06	0,57	1,31	3,72	5,53	1,38	0,05
5	Correspondencia con el modelo.	0,06	0,71	3,72	3,72	8,21	2,05	-0,62
Suma		0,91	4,34	12,08	18,60	35,93		
Puntos de corte		0,18	0,87	2,42	3,72			

## **Anexo 12: Niveles de logro de la competencia gestión de desechos radiactivos.**

**Nivel Preformal (P).** Emrende la gestión de desechos radiactivos con un escaso conocimiento del contexto radiológico en que se desenvuelve. Poca independencia al caracterizar radiológicamente los desechos radiactivos y para clasificarlos. Identifica sólo algunos riesgos medioambientales y presenta limitaciones para la elección de procedimientos tecnológicos que le impiden realizar la representación anticipada de la gestión. No logra autonomía en la aplicación de los procedimientos. No se aprecia una actitud innovadora.

**Nivel Receptivo (R).** Emrende la gestión de desechos radiactivos a partir de un conocimiento parcial del contexto radiológico en que se desenvuelve. Caracteriza radiológicamente los desechos radiactivos y los clasifica con cierta independencia. Identifica riesgos medioambientales y elige procedimientos tecnológicos que le permiten realizar la representación anticipada de la gestión, aunque no logra idoneidad en su ejecución. Demuestra poca autonomía en la aplicación de los procedimientos. No se aprecia una actitud innovadora de la gestión.

**Nivel Resolutivo (Rs).** Emrende la gestión de desechos radiactivos a partir del conocimiento del contexto radiológico en que se desenvuelve. Caracteriza radiológicamente los desechos radiactivos y los clasifica. Identifica riesgos medioambientales y para la salud y elige procedimientos tecnológicos que le permiten realizar la representación anticipada de la gestión y ejecutarla con cierta idoneidad. Demuestra limitada autonomía en la aplicación de los procedimientos. Se aprecia una actitud poco innovadora y no proyecta mejoras a la gestión.

**Nivel Autónomo (A).** Emrende la gestión de desechos radiactivos a partir del conocimiento del contexto radiológico en que se desenvuelve. Caracteriza radiológicamente los desechos radiactivos y los clasifica. Identifica riesgos medioambientales y para la salud y elige procedimientos tecnológicos que le permiten realizar con pertinencia la representación anticipada de la gestión y ejecutarla con idoneidad. Demuestra autonomía en la aplicación de los procedimientos. Muestra una actitud innovadora desde la valoración metacognitiva de su actuación y proyecta mejoras en la gestión.

**Nivel Estratégico (E):** Emprende la gestión de desechos radiactivos a partir del conocimiento del contexto radiológico en que se desenvuelve. Caracteriza radiológicamente los desechos radiactivos y los clasifica con gran independencia. Identifica riesgos medioambientales y para la salud y elige procedimientos tecnológicos que le permiten realizar, con pertinencia, la representación anticipada de la gestión y ejecutarla con elevada idoneidad. Demuestra autonomía en la aplicación de los procedimientos. Muestra una actitud innovadora desde la valoración metacognitiva de su actuación e introduce mejoras en la gestión.

Para establecer el nivel de desempeño logrado en el proceso de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en la escala valorativa, se ponderaron los resultados alcanzados en los tres ejes procesuales y se utilizaron los siguientes criterios, tomado de Rifa (2017).

**Criterios para establecer el nivel de desempeño durante la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, según resultados logrados en los ejes procesuales.**

Niveles de desempeño	Posibles variantes	Ponderación de acuerdo a los valores establecidos en la	Escala
Preformal	P, P, P	3 puntos	3-4 puntos
	P, P, Rc	4 puntos	
Receptivo	Rc, Rc, P	5 puntos	5-7 puntos
	Rc, Rc, Rc	6 puntos	
	P, Rc, Rs		
	Rc, Rc, Rs	7 puntos	
Resolutivo	Rs, Rs, Rc	8 puntos	8-10 puntos
	Rs, Rs, Rs	9 puntos	
	Rs, Rc, A		
	Rs, Rs, A	10 puntos	
Autónomo	A, A, Rs	11 puntos	11-13 puntos
	A, A, A	12 puntos	
	A, Rs, E		
	A, A, E	13 puntos	
Estratégico	E, E, A	14 puntos	14-15 puntos
	E, E, E	15 puntos	



**Indicaciones:** Expresar su opinión respecto a las acciones que a continuación se exponen sobre el nivel alcanzado por los tecnólogos en los criterios expuestos. Utilice una escala para cada sujeto. Realice una valoración en una escala de 1 a 5, sobre la base de que el 1 siempre indica el grado más bajo y el 5 el grado más alto.

[illegible]

[illegible]

# **Anexo 14: Resultados del preexperimento. Aplicación de la d cima de McNemar.**

**Tabla 11**

*Resultados del preexperimento en la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear.*

Eje procesual 1		Eje procesual 2		Eje procesual 3		General de la competencia		
Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	
1	Rs	Rs	Rc	Rs	A	A	Rs	Rs
2	P	Rs	P	Rc	P	A	P	Rs
3	P	Rs	P	Rc	P	A	P	Rs
4	Rc	P	Rs	P	Rc	Rc	Rc	P
5	Rc	Rc	P	Rc	P	Rs	P	Rc
6	P	Rc	P	Rc	Rc	Rc	P	Rc
7	P	Rs	P	Rc	Rc	Rc	P	Rs
8	A	E	Rs	A	A	E	A	E
9	P	A	P	Rc	P	Rs	P	Rs
10	Rs	Rs	Rc	Rc	Rs	Rs	Rs	Rs
11	P	Rc	P	Rc	P	Rs	P	Rc
12	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs
13	P	A	P	Rc	P	A	P	Rs
14	Rc	Rs	P	Rs	Rc	Rc	Rc	Rs
15	Rs	A	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs
16	Rs	E	Rc	Rs	Rc	A	Rc	A
17	P	A	P	Rc	P	A	P	Rs
18	Rc	A	Rs	A	Rs	E	RS	A
19	Rc	Rs	P	Rc	Rs	Rs	Rs	Rs
20	Rs	A	Rs	Rs	Rs	A	Rs	A

$$X^2 = \frac{(A - D)^2}{A + D}$$

A- Cantidad de tecnólogos que pasan desde un nivel inferior a otro superior.

D- Cantidad de tecnólogos que pasan desde un nivel superior a otro inferior

**Tabla 12**

*Resultados del cálculo de la d cima de McNemar por ejes procesuales y de la competencia en general.*

Eje procesual 1		Eje procesual 2		Eje procesual 3		Competencia	
A=	15	A=	15	A=	11	A=	13
D=	1	D=	1	D=	0	D=	1
X <sup>2</sup> =	12,25	X <sup>2</sup> =	12,25	X <sup>2</sup> =	11,00	X <sup>2</sup> =	10,29

Anexo 15: Transformación en los niveles de logro de la competencia gestión de desechos radiactivos.

Figura 12

Transformación en los niveles de logro del eje procesual **Diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional**, en el preexperimento.

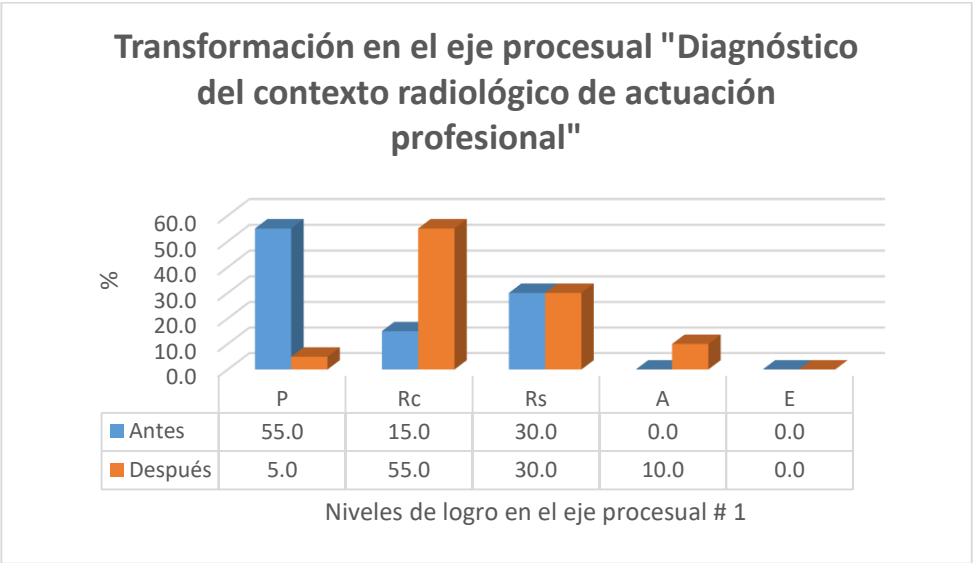


Figura 13

Transformación en los niveles de logro del eje procesual **Clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos**, en el preexperimento.

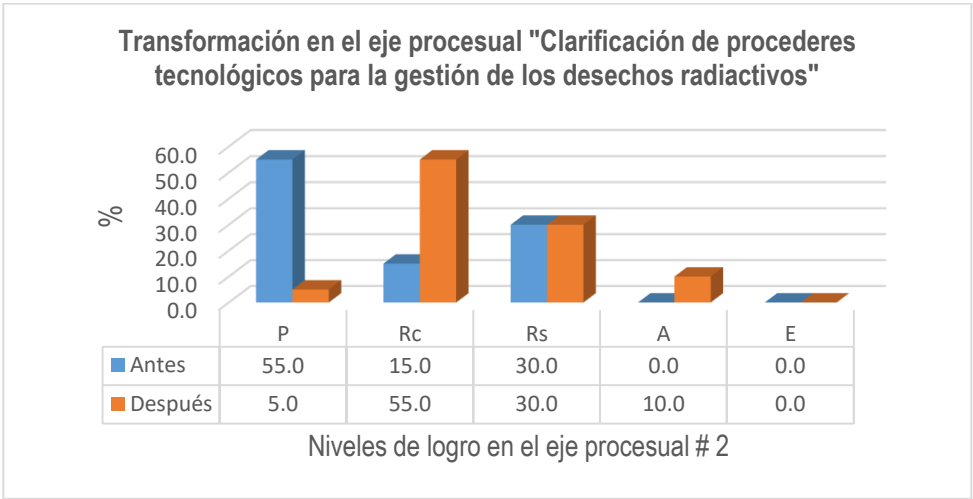


Figura 14

Transformación en los niveles de logro del eje procesual **Ejecución de acciones transformadoras**, en el preexperimento.

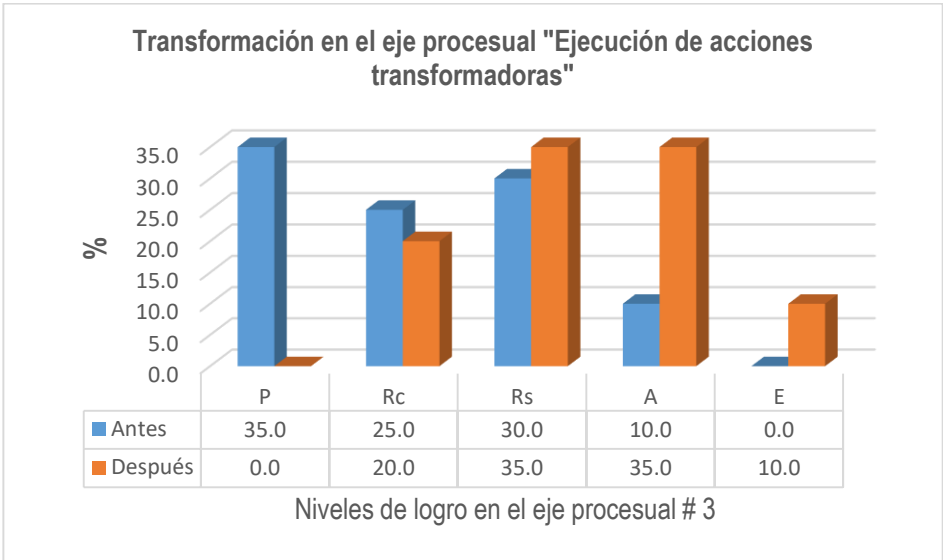


Figura 15

Transformación en los niveles de logro de la competencia gestión de desechos radiactivos, en el preexperimento.



Anexo 16: Transformaciones ocurridas en cada sujeto participante, en el preexperimento, respecto a los niveles de logro de la competencia gestión de desechos radiactivos.

Figura 16

Transformación ocurrida en cada sujeto en cuanto al nivel de logro del eje procesual **Diagnóstico del contexto radiológico de actuación profesional**, el preexperimento.

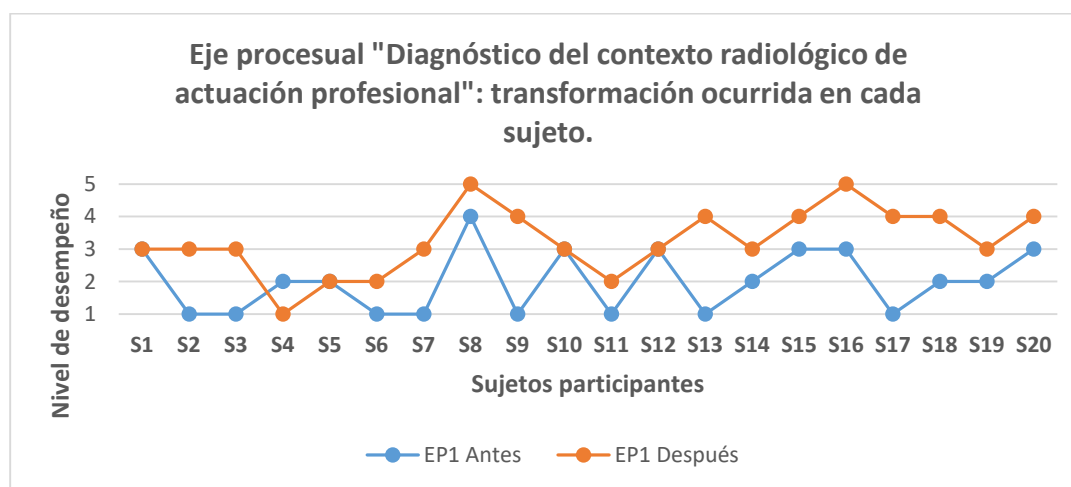


Figura 17

Transformación ocurrida en cada sujeto en cuanto al nivel de logro del eje procesual **Clarificación de procedimientos tecnológicos para la gestión de los desechos radiactivos**, en el preexperimento.

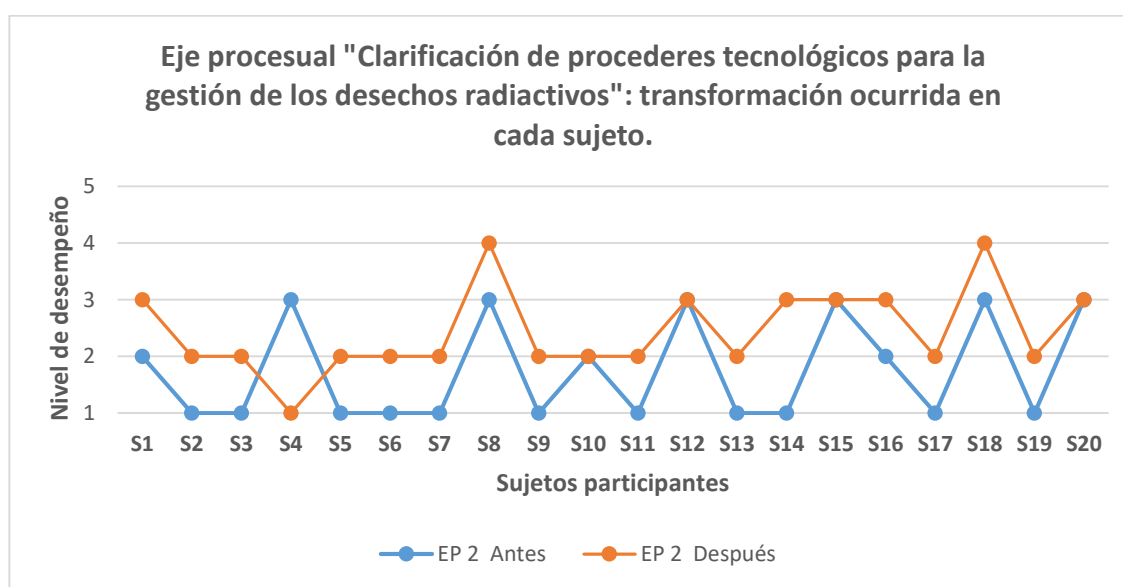


Figura 18

Transformación ocurrida en cada sujeto en cuanto al nivel de logro del eje procesual **Ejecución de acciones transformadoras**, en el preexperimento.

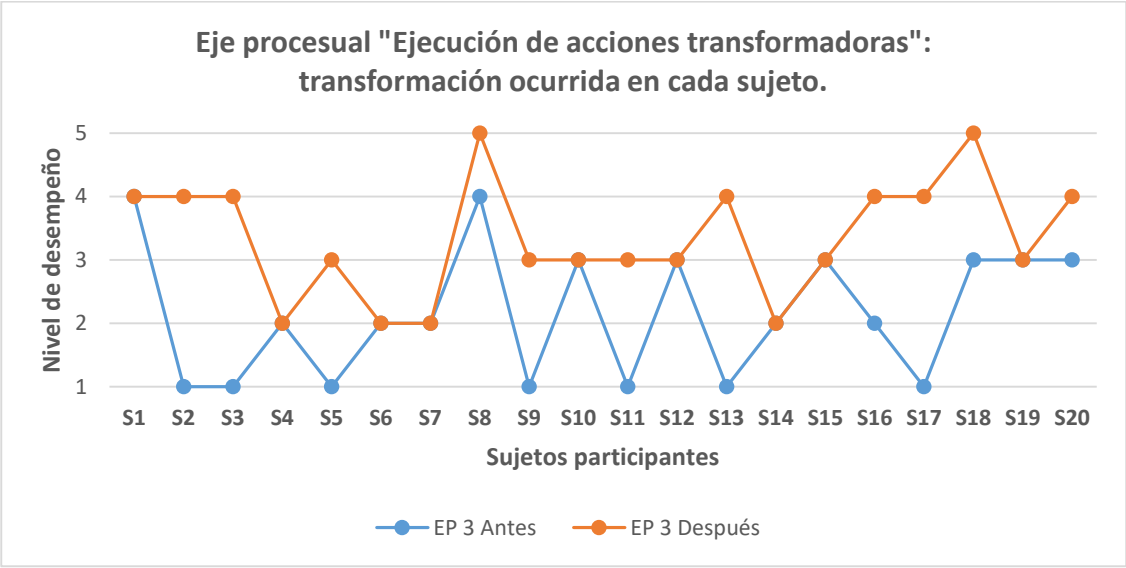


Figura 19

Transformación ocurrida en cada sujeto en cuanto al logro de la competencia **gestión de desechos radiactivos**, en el preexperimento.

