

Memoria científica original

Estrategia para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear

Strategy for training nuclear medicine technologists in radioactive waste management competency

Maurice José González Basulto¹  <https://orcid.org/0000-0003-4752-658X>

Carlos Manuel Morales Crespo²  <https://orcid.org/0000-0002-1708-551X>

Marisela de la Caridad Guerra Salcedo²  <https://orcid.org/0000-0002-9538-0493>

¹ Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Camagüey. Cuba.

² Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte y Loynaz. Camagüey, Cuba.

* Autor para la correspondencia: mauricejgb1985@gmail.com

Resumen

Objetivo: El estudio tuvo como finalidad proponer una estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.

Métodos: Se emplearon métodos del nivel teórico como: analítico-sintético e inductivo-deductivo, necesarios para la sistematización de resultados científicos precedentes. También, el método estructural-funcional en la elaboración de la estrategia pedagógica. Del nivel empírico, fueron utilizados el análisis documental y el criterio de expertos, con la aplicación del método Delphi, para la valoración de la pertinencia de la estrategia pedagógica propuesta.

Resultado: Consiste en una estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear, como contribución a su profesionalización, que resulta pertinente y factible para su implementación en la formación continua de estos profesionales.

Conclusión: La estrategia pedagógica propuesta 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, los cuales tributan a la profesionalización de los tecnólogos de esta especialidad, mediante la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos.

Palabras clave: formación continua, profesionalización, tecnólogos de la salud, estrategia pedagógica.



Abstract

Objective: This study aims to devise a pedagogical strategy for the training of radioactive waste management competence in nuclear medicine technologists.

Methods: Theoretical level methods were used, such as: analytical-synthetic and inductive-deductive, necessary for the systematization of previous scientific results. Also, the structural-functional method was used in the elaboration of the pedagogical strategy. At the empirical level, the documentary analysis and the experts' criteria were used, with the application of the Delphi method, for the evaluation of the relevance of the proposed pedagogical strategy.

Result: It consists of a pedagogical strategy for the training of radioactive waste management competence in nuclear medicine technologists, as a contribution to their professionalization, which is relevant and feasible for its implementation in the continuing education of these professionals.

Conclusion: The proposed pedagogical strategy consists of three stages: diagnosis and sensitization; planning-execution and evaluation. Its implementation contemplates the development of a professional development course and a postgraduate on-the-job training, which contribute to the professionalization of the technologists of this specialty, through the training of the radioactive waste management competence.

Keywords: continuing education, professionalization, health technologists, pedagogical strategy.

Recibido: 12 de marzo de 2025

Aprobado: 18 marzo de 2025

Introducción

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 la radiología intervencionista y la cardiología. La especialidad experimenta una demanda creciente de exploraciones y terapéuticas 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, es necesario prestar especial atención a las cuestiones de seguridad que plantean su gestión y control reglamentario.

Los desechos radiactivos y su gestión han sido estudiados por autores como Alvarracín et al. (2016); Darda et al. (2021); Deng et al. (2020); Kumar et al. (2022) y Natarajan et al. (2020). Sin



embargo, las contribuciones citadas no dirigen su atención a la preparación de los especialistas y personal que tiene a su cargo el manejo y gestión de dicho proceso, los cuales precisan de superación y de profesionalización para evitar las afectaciones provocadas por dichos desechos.

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.

En este sentido, es importante que el tecnólogo de medicina nuclear posea habilidades y actitudes que se correspondan con su desempeño en la gestión de desechos radiactivos, ya que esta involucra los procesos relacionados con la utilización de isótopos radiactivos de uso médico, tanto para la investigación, como para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Profesionalizar a estos especialistas es vital para los servicios que emplean 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 & Almaguer (2017) 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.

Sin embargo, los resultados obtenidos, a partir de instrumentos aplicados evidenciaron que, aunque existen acciones que desarrollan formas de preparar a estos tecnólogos, todavía persisten 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 su desempeño profesional, durante la aplicación del método tecnológico en la gestión de desechos radiactivos y limitan su desempeño profesional.

De igual manera, existe un limitado tratamiento de la gestión de desechos en el pregrado, que adolece de un enfoque contextualizado e integrador de sus etapas, procedimientos y principios. En el postgrado, se reproducen las insuficiencias del pregrado, unido a un escaso desarrollo de los recursos personológicos en los tecnólogos, necesarios para la ejecución idónea de la gestión de desechos radiactivos. Todo ello incide en que las estrategias utilizadas no siempre resuelven las carencias con que egresan del pregrado y se limita su desempeño profesional. En



consecuencia, si los tecnólogos de 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.

Según Perrenoud (1994), las competencias deben considerarse como componentes del proceso de profesionalización. Abrante-Cabrera & 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. Desde esta perspectiva, se pondera la necesidad de formar competencias en la gestión de desechos radiactivos en los tecnólogos de medicina nuclear. En este sentido, se consideró que 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.

Todo lo anterior apunta hacia la necesidad de contar con una estrategia pedagógica para la formación postgraduada de los tecnólogos de medicina nuclear, sustentada en el modelo teórico de formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, que garantice una lógica integradora y contextualizadora, así como pertinencia proyectiva, idoneidad ejecutora y autonomía en la gestión.

A partir de lo expresado, el objetivo del presente artículo es proponer una estrategia pedagógica para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.

Métodos

En el proceso de investigación se emplearon métodos del nivel teórico como: inductivo-deductivo significativo para la elaboración de conclusiones sobre la formación de competencias en el proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear, la gestión de desechos radioactivos y en el tratamiento de los resultados de la aplicación de métodos empíricos. El analítico-sintético para la interpretación de la información bibliográfica referida a los fundamentos teóricos del proceso de profesionalización de los tecnólogos de medicina nuclear, en particular la formación de competencias en la gestión de desechos radiactivos, con énfasis en la valoración crítica de dicho proceso. El método estructural-funcional se utilizó para la elaboración de la estrategia pedagógica. Su aplicación posibilitó la concepción de las etapas y fases de la estrategia, así como la función que debe cumplir cada una de ellas.

Del nivel empírico, fue utilizado el análisis documental, que permitió la sistematización de la información relacionada con la profesionalización, la formación de competencias y la gestión de



los desechos radiactivos. 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.

El criterio de expertos, con la aplicación del método Delphi, en la variante propuesta por Campistrous & Rizo (2003) se utilizó para la valoración de la pertinencia y factibilidad de la estrategia pedagógica. Se aplicó un cuestionario 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. Fueron rechazados todos los candidatos con un coeficiente de competencia Bajo, inferior a 0,5.

A cada experto se le entregó un cuestionario con las precisiones acerca de los aspectos a valorar sobre la estrategia pedagógica. Para ello, se les facilitó en formato digital un documento con la estructura y descripción de la estrategia. La consulta se realizó de modo que cada experto pudiera expresar sus valoraciones sobre el objetivo general de la estrategia y la concepción de las etapas, según una escala de cinco categorías: muy adecuado (C1), bastante adecuado (C2), adecuado (C3), poco adecuado (C4) y no adecuado (C5).

A partir de la información aportada por los expertos se elaboraron las tablas de frecuencias absolutas y relativas, además se determinaron los puntos de corte y el grado de consenso entre los expertos en cuanto a las valoraciones emitidas sobre cada aspecto.

Resultados y discusión

Entre los investigadores que han tratado la profesionalización se encuentran: Barbón & Añorga (2013); Ceniz (2021); Chirino (2018) (citado por Costa & Gómez, 2022); Matarranz (2023); Miranda *et al.* (2017); Olivares *et al.* (2020); Olivares *et al.* (2023); Peñalver (2017) y Travieso & Bandera (2020). Añorga (2012) considera que la profesionalización es un proceso pedagógico profesional permanente (...) “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 este mismo sentido, Asin & Almaguer (2017) 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.



Olivares *et al.* (2023) abordan la profesionalización desde una óptica amplia y reconocen la necesidad de incluir este proceso, tanto en la formación inicial como en la continuada. Ello 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.

Como se expresó con anterioridad, las competencias profesionales han sido tratadas, desde diferentes ámbitos, por varios autores, entre los que se destacan Abrante-Cabrera & Abrante (2019); Ceniz (2021); Colunga (2021); 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 & Pérez (2003); López (2016); Perrenoud (2004); Tobón (2013, 2014, 2017). 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, las cuales han progresado, en correspondencia con las exigencias del momento histórico concreto. 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 contribución 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. Ello denota el carácter pedagógico del proceso de formación de las competencias.

A partir de la teoría sistematizada, se consideró que la gestión de desechos radiactivos involucra contenidos cognitivos, procedimentales, actitudinales, motivacionales y actuacionales, que justifican su concepción como una competencia necesaria para la profesionalización de los tecnólogos de la medicina nuclear. De modo que, 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.

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. Para su formación se consideraron tres ejes procesuales:

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 sub-procesos 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.

La modelación teórica del proceso de formación de la competencia en cuestión se concibió desde la relación entre tres subprocesos: Comprensión del contexto radiológico, que aporta pertinencia proyectiva a la gestión de los desechos; Mediación tecnológica de la formación en gestión de desechos radiactivos, que tributa a la idoneidad ejecutora de la misma; Transformación del contexto radiológico, que contribuye a la autonomía en la gestión. Estos subprocesos, desde su interrelación posibilitan la lógica contextualizadora e integradora de la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear.

En correspondencia con las insuficiencias detectadas, en la formación de los tecnólogos de medicina nuclear, se precisa de una estrategia pedagógica dirigida a la formación de esta competencia. 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 los cuales 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 del carácter rector que posee su comprensión y de la lógica contextualizadora de este proceso. 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. 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.

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.

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 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, posee 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, su función consiste en obtener criterios acerca del dominio de saberes radiológicos, saberes ambientales y procedimientos 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 procedimientos 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 tiene como función concebir las acciones, 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 la fase de planeación son:

- Determinación de los saberes radiológicos y ambientales, así como procedimientos 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 procederes 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.

La etapa de evaluación de la estrategia tiene como función 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.

En la valoración de la pertinencia y factibilidad de la estrategia pedagógica para la formación de



la competencia gestión de desechos radiactivos se aplicó el criterio de expertos. Como expertos resultaron electos 21 de los 25 candidatos: de ellos 66,7 % doctores en ciencias y 33,3% con título de master, 28,6% son profesores titulares y 23,8 % profesores auxiliares.

Con la información aportada por los expertos se elaboraron las tablas de frecuencias absolutas y relativas, se determinaron los puntos de corte y el grado de consenso entre los expertos respecto a las valoraciones emitidas sobre cada aspecto. En tal sentido, consideraron como muy adecuados, para la formación de la citada competencia en tecnólogos de medicina nuclear, los aspectos: A.1- objetivo general de la estrategia (-0.86); sus tres etapas: A.2- sensibilización y diagnóstico (-0.20), A.3- planificación y ejecución (-0.17); A.4- evaluación (0.05); y, A.5- correspondencia de la estrategia con el modelo (-0.62) (Fig. 1).

Figura 1.

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 estrategia, 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 la estrategia pedagógica es pertinente para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos en tecnólogos de medicina nuclear. De igual modo, es válido considerar como factible su aplicación, a partir de las etapas y acciones que se concibieron.

Conclusiones

La valoración, mediante criterio de expertos, corroboró la pertinencia y factibilidad de la estrategia pedagógica, para la formación de la competencia gestión de desechos radiactivos, en tecnólogos de medicina nuclear, al considerarla, en su conjunto, como muy adecuada. Esta, una vez implementada, posee potencialidades para contribuir al mejoramiento del desempeño profesional de estos profesionales, a partir de las acciones concebidas en cada una de sus etapas. Se sugiere realizar un pre-experimento pedagógico para valorar su efectividad, mediante una aplicación parcial de la estrategia.

Referencias

- Abrante-Cabrera, D. & Abrante, D. (2019). Competencias profesionales del egresado de Imagenología y Radio Física Médica en los procedimientos de Tomografía Axial computarizada. EdumedHolguin2019.
<http://www.edumedholguin2019.sld.cu/index.php/2019/2019/paper/viewFile/304/197>
- Alvarracín, J. F., Ávila, N. A. & Cárdenas, T. G. (2016). Manejo de los desechos hospitalarios por el personal de salud, Hospital dermatológico Mariano Estrella. [Tesis de pregrado, enfermería, Universidad de Cuenca. Ecuador].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23497>
- Añorga, J. (2012). La Educación Avanzada y el mejoramiento profesional y humano. [Tesis de doctorado inédita, Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona. La Habana, Cuba].
- Asin, M. & Almaguer, D. (2017). El desarrollo de la profesionalización pedagógica, una reflexión necesaria. *Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: Generando Productividad Institucional*, 5(3), 25-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=74056910>



Barbón, O. G. & Añorga, J. (2013). Aproximación a una concepción teórico-metodológica de los procesos de profesionalización pedagógica en la Educación Superior. *Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 1(3), 45-50.

<https://incyt.upse.edu.ec/pedagogia/revistas/index.php/rcpi/article/view/24/pdf>

Campistrous, L. & Rizo, C. (2003). Indicadores e investigación educativa. En *Metodología de la Investigación Educativa: desafíos y polémicas actuales*. 138-167. Editorial Félix Varela.

Cejas, E. & Pérez, J. (2003). Un concepto muy controvertido: competencias laborales.

<https://www.uv.es/777FRc7JTY=/gestion/articles/controcomplab.htm>

Ceniz, L. (2021). Formación de la competencia orientadora del tutor en la Educación Superior. [Tesis de doctorado inédita, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey, Cuba].

Colunga, S. (2021). Descripción conceptual de la competencia de autonomía emocional. Una aproximación epistemológica. *Revista Eco Identidad*, (1), 26-34.

<http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/rei/article/view/1400>

Costa, M. & 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/pdf/vrcm/n75/1992-8238-vrcm-75-e1803.pdf>

Darda, S.A., Gabbar, H.A., Damideh, V., Aboughaly, M & Hassen, I. (2021). A comprehensive review on radioactive waste cycle from generation to disposal. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 329, 15–31. <https://doi.org/10.1007/s10967-021-07764-2>

Deng, D., Zhang, L., Dong, M., Samuel, R. E., Ofori-Boadu, A. & Lamssali, M. (2020). Radioactive waste: A review. *Water Environment Research*, 92(10), 1818-1825.

<https://doi:10.1002/wer.1442/>

Gómez-Rojas, J. P. (2015). Las competencias profesionales. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 38(1), 49-55. <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2015/cma151g.pdf>

Kumar, P., Kumar, B. & 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>

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.

<http://hdl.handle.net/10481/42564>

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>



- Miranda, J., Miranda, A., Santiesteban, M. & Heredia, M. (2017). La profesionalización de los docentes de la educación superior: implicaciones en el desarrollo social desde su competitividad. MEDISAN, 21(11), 6006-6012. <https://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/1644/pdf>
- Natarajan, V., Karunanidhi, M. & 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>
- Olivares, G., Travieso, R.N., González, G.T. & 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, & González, T. R. (2023). Evaluación de la profesionalización de los docentes de Enfermería y Tecnología de la Salud. MEDISAN, 27(3), e4596. <https://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/4596>
- 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 inédita, Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana Cuba].
- Perrenoud, P. (1994). La formation des enseignants entre théorie et pratique. L'Harmattan. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000171526>
- Perrenoud, P. (2004). Diez nuevas competencias para enseñar: invitación al viaje (Vol. 196). Graó. <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Philippe-Perrenoud-Diez-nuevas-competencias-para-ensenar.pdf>
- Rojas Valladares, A. L., Torres Zerquera, L. C., & Pérez Egües, M. A. (2020). El proceso de orientación hacia la carrera, desde el rol del psicopedagogo en la institución educativa. Revista Conrado, 16(73), 35-40. <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v16n73/1990-8644-rc-16-73-35.pdf>
- Solís, S., Pupo, Y., Rodríguez, A., Hernández, V. S., Olivares, G. & López, A. (2019). Competencias y desempeño profesional desde la Educación Médica. Rev. Cub. Technol. Salud, 10(1). <https://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/1382>
- Tobón, S. (2013). Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación (4ta.Ed.). ECOE.
- Tobón, S. (2014). Proyectos formativos. Teoría y metodología (1ra. Ed). Pearson Educación.



Tobón, S. (2017). Ejes esenciales de la sociedad del conocimiento y la socioformación. Kresearch. <https://dx.doi.org/10.24944/isbn.978-1-945721-19-9/>

Travieso, N, & 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. <https://www.redalyc.org/journal/3684/368465424021/html/>

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Síntesis curricular:

Dr. C. Maurice José González Basulto: Licenciado en Radiofísica Médica. Máster en Educación Ambiental. Mención Implicativa. Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor Titular de Imagenología y Radiofísica Médica con más de 15 años de experiencia. Investigador Agregado, colaborador del Centro de Estudios de Gestión Ambiental. Profesor y miembro del comité académico de la Maestría en Atención Integral al Paciente Oncológico con amplia experiencia en el campo. Dr. C. Carlos Manuel Morales Crespo: Licenciado en Educación Especialidad Física. Master en Investigación Educativa. Doctor en Ciencias Pedagógicas, profesor de Física por más de 45 años e investigador del Departamento de Física, colaborador del Centro de Estudios de Gestión Ambiental, con amplia experiencia en gestión ambiental. Dra. C. Marisela de la C. Guerra Salcedo: Licenciada en Educación Biología. Master en Didáctica de la Biología. Doctora en Ciencias Pedagógicas, profesora de Zoología por más de 42 años e investigadora del Centro de Estudios de Gestión Ambiental por más de 15 años, con amplia experiencia en estudios etnobiológicos y en gestión ambiental.

Declaración de responsabilidad autoral:

Dr. C. Maurice José González Basulto: estudio y análisis de la bibliografía, conceptualización, investigación, diseño, redacción del trabajo y supervisión.

Dr. C. Carlos Manuel Morales Crespo: diseño de la investigación, conceptualización y supervisión, redacción del trabajo

Dra. C. Marisela de la C. Guerra Salcedo: redacción del trabajo, conceptualización y supervisión.

Editado por: Dr. C. Bárbara M. Carvajal Hernández

Este es un artículo en Acceso Abierto distribuido según los términos de la Licencia Creative Commons: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es> que permite el uso, distribución y reproducción no comerciales y sin restricciones en cualquier medio, siempre que sea debidamente citada la fuente primaria de publicación.

