

ABC Nuclear



74 Preguntas y Respuestas sobre
las Tecnologías Nucleares



ROSATOM



Agencia
Boliviana de
Energía
Nuclear

© Rosatom América Latina

Rosatom América Latina Ltda. Av. Rio Branco, 1, Sala 1710,
Centro, Rio de Janeiro, RJ, Cep: 20090-003.

Phone: +55 21 3553 9390,

E-mail: info@rosatomal.com.br,

Web: <http://rosatom-latinamerica.com/>

Agencia Boliviana de Energía Nuclear:

La Paz, Edificio Torre Soleil, calle Jaime Mendoza N° 987

esq. Presidente Peñaranda – Calacoto.

Teléfono: 2127178 – 2127160,

E-mail: comunicacion@aben.gob.bo,

Web: <http://www.aben.gob.bo/>

Imagen de portada:

La Energía de la Pacha (2017) de Roberto Mamani Mamani

Primera edición. La edición consta de 2.000 ejemplares.

Marzo 2018 La Paz – Bolivia

Queridos lectores:

Tienen en sus manos un libro, con el cual se pretende explicar uno de los temas más interesantes, vibrantes y cotizados en el círculo científico y en la vida cotidiana de la gente: tecnologías del átomo. Consideramos que este libro se constituye en un importante paso hacia la construcción de un diálogo transparente en cuanto a los interrogantes más comunes que tiene la sociedad y que están relacionados a las tecnologías nucleares.

Los descubrimientos que dieron impulso a este campo, se realizaron a finales del siglo 19, y hoy en día diariamente se utilizan por todo el mundo y ayudan a millones de personas en solucionar múltiples tareas en medicina, agricultura, estudios del espacio cósmico, biología, industria, geología, hidrología, criminalística, construcción y otros rubros.

Si bien es cierto que las tecnologías nucleares se utilizaban en Bolivia antes – principalmente en medicina y agroindustria, – y el mismo país desde el 1963 es miembro del OIEA, un organismo internacional que regula todos los proyectos atómicos en el mundo; el interés hacia el tema aquí crece precisamente ahora, cuando la Corporación Estatal Rosatom de la Federación de Rusia conjuntamente con la Agencia Boliviana de Energía Nuclear (ABEN) están implementando el proyecto del CIDTN, del cual estamos muy orgullosos. Sus componentes se aplicarán en la medicina nuclear, en la agricultura y en la ciencia.

Nuestro libro que responde a las preguntas más frecuentes y actuales sobre el proyecto CIDTN, es resultado del trabajo conjunto entre Rosatom y los especialistas bolivianos.

Expresamos nuestro agradecimiento al famoso artista boliviano Roberto Mamani Mamani por habernos preparado la portada, gracias a la cual nuestro libro adquirió un colorido especial.

¡Les deseamos agradable y fascinante lectura!



ABC Nuclear

74 Preguntas y Respuestas
sobre las Tecnologías Nucleares



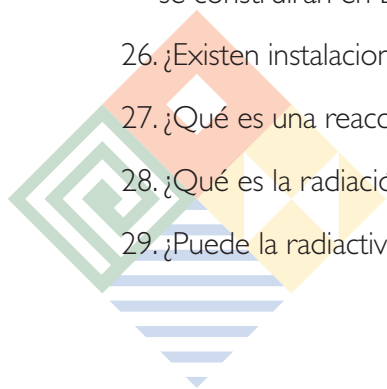


Índice

1. ¿Qué es el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear (CIDTN)? ¿Qué aportará a Bolivia?	13
2. ¿En qué consistirá el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear?	14
3. ¿Dónde se situará el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear?	14
4. ¿Cuáles son los criterios para determinar la ubicación óptima del CIDTN?	14
5. ¿Qué otras investigaciones preliminares se necesitan para comenzar a construir el CIDTN?	16
6. ¿El CIDTN emanará sustancias tóxicas o radiactivas al aire, agua o suelo?	17
7. ¿Es verdad que el Centro será construido a una altitud de más de 4.000 metros? ¿Qué dificultades suponen estas circunstancias a la hora de construirlo?	17
8. ¿Se utilizará combustible nuclear durante la operación del Centro?	18
9. ¿Dónde se producirá el combustible? ¿Cómo será transportado? ¿Qué medidas de seguridad se tomarán durante su transporte?	19
10. ¿El CIDTN generará residuos nucleares?	19
11. ¿Cuáles son los requisitos de manejo de las sustancias radiactivas que se utilizarán en el CIDTN?	20
12. ¿Qué pasa con el combustible que fue utilizado en el Centro?	21

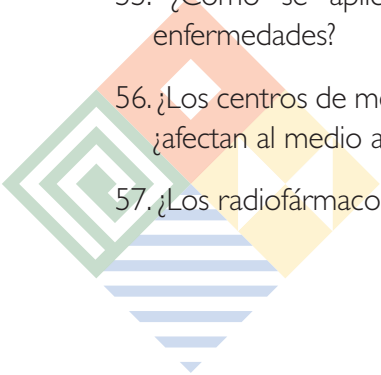
13. ¿Qué organismos bolivianos regulan la construcción y el posterior funcionamiento del CIDTN?	21
14. ¿Por qué todas las instalaciones estarán situadas dentro del mismo centro?	22
15. ¿Qué tipo de especialistas se necesitan para construir y operar el CIDTN?	24
16. ¿Hay especialistas que respondan a estos perfiles en Bolivia?	25
17. ¿Los residentes locales podrán participar en la construcción y la operación del Centro?	27
18. ¿Dónde estudiarán los futuros funcionarios del Centro?	27
19. ¿Quién ejercerá la gestión del CIDTN y cómo se garantizará su seguridad?	29
20. ¿Qué beneficios traerá el CIDTN para Bolivia y sus ciudadanos?	29
21. ¿Cuántos años podrá funcionar el Centro? ¿Qué se hará luego con él?	30
22. ¿En qué medida las instalaciones del Centro son seguras?	32
23. ¿Quién construirá el CIDTN?	32
24. ¿Qué es la Corporación Estatal Rosatom?	33
25. ¿Tiene experiencia Rosatom en la construcción de las instalaciones que se construirán en Bolivia?	34
26. ¿Existen instalaciones similares en Rusia?	35
27. ¿Qué es una reacción nuclear?	35
28. ¿Qué es la radiación?	36
29. ¿Puede la radiactividad producir mutaciones en las personas?	38

30. ¿Qué son las tecnologías nucleares y dónde pueden utilizarse?	39
31. ¿Qué países del mundo utilizan las tecnologías nucleares con fines no energéticos? ¿En qué áreas lo hacen?	39
32. ¿Qué son los radioisótopos, los isótopos y los radiofármacos?	42
33. ¿Qué es un reactor de investigación (RI) y para qué sirve?	43
34. ¿La tecnología nuclear puede aplicarse en la geología y la hidrología? ¿Pueden los isótopos utilizarse para determinar la cantidad de los recursos hídricos?	44
35. ¿La tecnología nuclear y los radioisótopos pueden afectar al medio ambiente?	45
36. ¿Pueden utilizarse los radioisótopos en la evaluación de la resistencia del suelo y detección de las fallas geológicas?	46
37. ¿Qué beneficios pueden aportar las tecnologías nucleares en el ámbito de la agricultura a pequeños productores, cooperativas y empresas? ¿A los emprendimientos de otros rubros?	47
38. Los países como los EE.UU. y los del Suroeste de Asia han aumentado el volumen de la exportación de los alimentos gracias a la irradiación gamma. ¿Qué países irradian otros materiales o productos?	49
39. ¿Puede explotar el Reactor de Investigación?	50
40. ¿Qué es el combustible nuclear gastado (CNG) y los residuos radiactivos?	50
41. ¿Cuál es el proceso de reciclaje del combustible nuclear gastado (CNG)?	51
42. ¿Qué normativas de seguridad vigentes existen en Bolivia?	52
43. ¿Es verdad que el reactor de investigación (RI) es el primer paso hacia la construcción de una central nuclear?	52



44. ¿Cuál es la diferencia entre una central nuclear y un reactor de investigación (RI)?	53
45. ¿Cuánto de útil será el reactor de investigación (RI) para Bolivia y qué beneficios aportará?	54
46. ¿El reactor de investigación (RI) en cuestión será igual a los otros reactores en el mundo que sufrieron accidentes nucleares?	55
47. ¿Es verdad que el reactor de investigación (RI) produce electricidad?	55
48. ¿Cuántos reactores de investigación existen en la América Latina?	55
49. ¿Los reactores de investigación (RI) deben situarse lejos de las zonas residenciales? ¿Existen casos en los que un RI esté ubicado dentro de los límites de una ciudad?	56
50. ¿Qué medidas de seguridad se aplican en el reactor de investigación (RI)?	57
51. ¿Qué es la medicina nuclear?	58
52. ¿De qué forma ayuda la medicina nuclear?	59
53. ¿Es peligrosa la medicina nuclear para las personas?	59
54. Algunos departamentos del país se destacan por un número elevado de pacientes con enfermedades oncológicas. ¿Puede la medicina nuclear y en particular la radioterapia ayudar con el diagnóstico y el tratamiento de las personas?	60
55. ¿Cómo se aplican los radiofármacos en el diagnóstico de las enfermedades?	61
56. ¿Los centros de medicina nuclear generan residuos radiactivos? Si es así, ¿afectan al medio ambiente?	62
57. ¿Los radiofármacos son peligrosos para las personas?	63

58. ¿Existen Centros de medicina nuclear en América Latina?	63
59. ¿Existe algún tipo de control sobre la actividad en el ámbito de la medicina nuclear?	64
60. ¿Qué permite hacer una instalación gamma como la del CIDTN?	64
61. ¿Es peligrosa la aplicación de la instalación gamma?	64
62. ¿De qué sirve la irradiación de los alimentos?	65
63. ¿Cómo se puede identificar a un producto irradiado?	66
64. ¿El producto irradiado es peligroso para las personas?	67
65. ¿La irradiación altera las características de los productos?	67
66. ¿Todos los productos pueden ser irradiados?	67
67. ¿Cuántas instalaciones de radiación gamma existen en América Latina?	68
68. ¿Qué es la radioterapia?	69
69. ¿Qué es el ciclotrón y de qué sirve?	70
70. ¿Qué radiofármacos podrán elaborarse por medio del Ciclotrón?	70
71. ¿Qué es el Tecnecio-99m? ¿Qué es el Flúor-18?	70
72. ¿Se puede instalar un ciclotrón en un hospital?	71
73. ¿Cuántos ciclotrones hay en América Latina?	71
74. ¿Qué es el OIEA y cuáles son sus funciones principales?	72



1. ¿Qué es el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear (CIDTN)? ¿Qué aportará a Bolivia?

El Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear es un proyecto multifuncional no energético que utiliza la tecnología nuclear con fines pacíficos en beneficio del país y sus ciudadanos, cubriendo las necesidades de la actividad científica, médica, geológica, agrícola y otras áreas donde las tecnologías nucleares pueden ser utilizadas eficazmente.

Se realizará conjuntamente entre el Estado Plurinacional de Bolivia y la Federación de Rusia. El CIDTN le permitirá a Bolivia incursionar en la utilización de la tecnología nuclear, así como su aplicación masiva, en el área no energética.



2. ¿En qué consistirá el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear?

El CIDTN acogerá un ciclotrón-radiofarmacia, una planta multipropósito de rayos gamma, una instalación con un reactor nuclear de investigación moderado con una potencia nominal de hasta 200 kW, un complejo de ingeniería y un conjunto de laboratorios científicos.

3. ¿Dónde se situará el Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear?

El lugar destinado para la construcción del CIDTN se encuentra en la zona de Parcopata, Distrito 8 de la ciudad de El Alto, en la provincia Murillo del Departamento de La Paz.

4. ¿Cuáles son los criterios para determinar la ubicación óptima del CIDTN?

La elección del lugar para la construcción del CIDTN es una tarea con varios aspectos a considerar:

- las particularidades geológicas, hidrológicas y del suelo del lugar en cuestión;
- el grado de probabilidad, el carácter y el impacto de ciertos fenómenos naturales (inundaciones, huracanes) y los riesgos afines;

- el nivel del desarrollo actual y las perspectivas de la infraestructura industrial, energética y de transporte de la región.

Rusia, que a través de Rosatom construirá el Centro, y Bolivia son miembros del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Una de las funciones estatutarias del OIEA es establecer o adoptar normas de seguridad para proteger, en el desarrollo y la aplicación de la energía nuclear con fines pacíficos, la salud, la vida y los bienes, y proveer lo necesario para la aplicación de esas normas a sus propias operaciones, así como a las realizadas con su asistencia y, a petición de las Partes, a las operaciones que se efectúen en virtud de cualquier arreglo bilateral o multilateral, o bien, a petición de un Estado, a cualquiera de las actividades de ese Estado en el campo de la energía nuclear. Las publicaciones



mediante las cuales el OIEA establece las normas, que entre otras incluyen las referidas a los emplazamientos, aparecen en la Colección de Normas de Seguridad del OIEA.

Los siguientes órganos supervisan la elaboración de las normas de seguridad y controlan su implementación:

- a) Comisión sobre normas de seguridad (CSS);
- b) Comité sobre normas de seguridad nuclear (NUSSC);
- c) Comité sobre normas de seguridad radiológica (RASSC);
- d) Comité sobre normas de seguridad en el transporte (TRANSSC);
- e) Comité sobre normas de seguridad de los desechos (WASSC).

Los Estados miembros están ampliamente representados en estos comités. En definitiva el sitio donde se construirá el CIDTN cumplirá con todos los requisitos estipulados por el OIEA.

5. ¿Qué otras investigaciones preliminares se necesitan para comenzar a construir el CIDTN?

1. Analizar las observaciones históricas del comportamiento físico del sitio destinado a la construcción del CIDTN.
2. Analizar la situación hidrogeológica.
3. Estudiar las características geotécnicas y geofísicas.
4. Realizar un reconocimiento sísmológico y sismotectónico.
5. Observar las condiciones meteorológicas.

6. ¿El CIDTN emanará sustancias tóxicas o radiactivas al aire, agua o suelo?

Durante el funcionamiento del CIDTN no habrá emanaciones (a la atmósfera, aguas residuales, o al suelo) de sustancias que puedan afectar la vida del personal del Centro, así como de las personas que viven a su alrededor, o deteriorar el medio ambiente. Asimismo, el CIDTN no influirá en el nivel de la radiación natural y los proyectos científicos que se llevarán a cabo dentro del Centro no implicarán el uso de sustancias tóxicas.

Además, se realizará un control permanente y exhaustivo (monitoreo) de los parámetros establecidos en las normas de control ambiental y radiológico en cada uno de los componentes del CIDTN durante su operación y funcionamiento.

Este control tiene como objetivo asegurar el cuidado de las personas que trabajan, visitan y residen en las inmediaciones del Centro, así como del medio ambiente.

7. ¿Es verdad que el Centro será construido a una altitud de más de 4.000 metros? ¿Qué dificultades suponen estas circunstancias a la hora de construirlo?

El Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear se construirá en un lugar cuya altitud supera los 4.000 metros sobre el nivel del mar. Este factor, naturalmente, se ha tenido en cuenta a la hora de la elabo-

ración del proyecto. Es, no obstante, totalmente seguro y no dificultará de ningún modo la construcción.

Las características del CIDTN, como las de cualquier instalación nuclear, consideran todo un conjunto de factores externos como climáticos, geológicos, sísmicos. Se trata de un procedimiento común y obligatorio en el ámbito nuclear. En ese sentido, la altura de 4.000 metros no es impedimento ni dificulta el funcionamiento del Centro.

8. ¿Se utilizará combustible nuclear durante la operación del Centro?

El reactor de investigación del CIDTN utiliza combustible nuclear. El combustible utilizado en el reactor de investigación responde a todos los requisitos prescritos por el OIEA, siendo certificado (es decir autorizado para el uso, tras pasar por numerosas pruebas de distintos tipos) y de referencia (lo cual significa que el combustible se está utilizando en múltiples reactores en servicio por todo el mundo).

El combustible contiene una sustancia fisionable – el isótopo 235 del uranio – cuya proporción responde a todos los requisitos de seguridad (menos del 20% respecto al volumen total del combustible). De esta forma, por las características técnicas del combustible sería imposible usarlo con otros objetivos, como por ejemplo el de fabricar un arma nuclear.

9. ¿Dónde se producirá el combustible? ¿Cómo será transportado? ¿Qué medidas de seguridad se tomarán durante su transporte?

El combustible nuclear será producido por la empresa Rosatom en Rusia. Su elaboración durante muchos años fue impulsada por la sociedad anónima pública “NZJK” (Planta de Productos Químicos Concentrados de Novosibirsk). Actualmente este combustible se utiliza de manera segura y confiable en los reactores de investigación de países como Ucrania, Vietnam o Hungría. En cuanto a su transporte y medidas de seguridad serán las recomendadas por el OIEA.

10. ¿El CIDTN generará residuos nucleares?

Para aclarar existen dos conceptos que se tienen que diferenciar: el combustible nuclear gastado (CNG) y los residuos radiactivos.

Por el CNG se entiende el combustible utilizado en el reactor en el cual durante funcionamiento disminuye el contenido de uranio 235 por la desintegración del isótopo. El CNG puede considerarse como materia prima valiosa que puede ser procesada prácticamente en su totalidad. Después de la extracción del reactor, que puede ser al cabo de varios años o aún décadas, según el tiempo de operación del mismo, el CNG será devuelto a la Federación de Rusia para su posterior reciclaje y la producción de combustible nuevo basado en sus componentes que perduraron (el uranio 235 que no se fisionó).

Un reactor de investigación de este tipo que tiene una potencia baja la cantidad de residuos radiactivos, ya sean sólidos o líquidos, que genera es totalmente despreciable.

Así y todo, existe un sistema de tratamiento con los residuos radiactivos instalado en la parte blindada del CIDTN. Todas las maniobras con el combustible, los medios o los materiales con actividad radiactiva se realizan en estricta conformidad con los reglamentos y los respectivos modos de procedimiento utilizando equipamientos de protección, lo cual permite garantizar la seguridad radiológica.

En cuanto a los residuos nucleares, son un tipo de material y sustancias radiactivas que no se podrán utilizar nunca más. Estos residuos pueden aparecer durante el proceso de funcionamiento como resultado de la radiación neutrónica gamma sobre los equipos y los materiales del reactor de investigación. Hay un procedimiento específico para su embalaje y almacenamiento en un espacio especial que previene cualquier tipo de efecto en la salud de las personas, así como en el medio ambiente.

I 1. ¿Cuáles son los requisitos de manejo de las sustancias radiactivas que se utilizarán en el CIDTN?

Durante el diseño del Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Nuclear se han tomado en consideración las estrictas exigencias y normas vigentes en Bolivia y en la Federación de Rusia, en concordancia con el OIEA.

I 2. ¿Qué pasa con el combustible que fue utilizado en el Centro?

El procesamiento del combustible nuclear gastado (CNG) transcurre en dos etapas.

En la primera el CNG utilizado en el reactor de investigación del CIDTN se sumerge en un estanque con agua que se encuentra junto al mismo. Agua del estanque extrae calor y asegura la protección biológica.

La segunda etapa consiste en colocar el CNG dentro de unos contenedores de transporte especiales los que se enviarán a Rusia para su reciclaje posterior.

El transporte del CNG se realizará de conformidad con todos los reglamentos internacionales y las normas de transporte de este tipo de materiales.

Los ensayos hechos sobre los contenedores han demostrado la ausencia de averías y fallas incluso en condiciones extremas como, por ejemplo, altas temperaturas, una caída de 9 m de altura sobre una superficie rígida o sobre un pivote o bien con una carga de impacto equivalente a la caída de un avión.

Cabe destacar que durante más de 50 años, que se transportan estos materiales radiactivos, no ocurrió ningún tipo de accidente.

I 3. ¿Qué organismos bolivianos regulan la construcción y el posterior funcionamiento del CIDTN?

En enero de 2016 se creó el Programa Nuclear Boliviano con el objetivo de dar apoyo al desarrollo científico y tecnológico del país por medio de la utilización de la tecnología nuclear con fines pacíficos.

Para ello, en marzo de 2016 el Presidente del Estado Plurinacional de Bolivia decretó la constitución de la Agencia Boliviana de Energía Nuclear (ABEN). Sus principales funciones son crear y diseñar políticas, planes y programas en el ámbito de las tecnologías nucleares, así como desarrollar la actividad científica y la operación de las instalaciones nucleares y prestar los servicios comerciales.

La estructura orgánica de la ABEN comprende todas las unidades necesarias para la gestión del programa nuclear del país y el manejo del proyecto de la construcción y el posterior funcionamiento del CIDTN.

Las funciones de control de la seguridad nuclear y radiológica correrán a cargo de un organismo perteneciente al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN). El proyecto de Ley de Seguridad Nuclear y Radiológica contempla la ampliación de las funciones del IBTEN en lo relativo al control de la seguridad nuclear.



4. ¿Por qué todas las instalaciones estarán situadas dentro del mismo centro?



Este tipo de configuración permite que el Centro sea multifuncional y pueda utilizarse con diversos objetivos: en la industria, la agricultura, la medicina y otras áreas importantes para el país.

La accesibilidad simultánea al reactor de investigación, al ciclotrón y a la instalación de irradiación gamma permite crear una infraestructura común que los investigadores puedan utilizar con distintos objetivos. Los isótopos, por ejemplo, se pueden generar tanto en el reactor como en el ciclotrón. En este caso la cercanía de las dos instalaciones favorece su complementación mutua.

El CIDTN es capaz de producir radioisótopos de vida corta o mediana (de unas horas) por lo que sería imposible utilizarlos si el objeto de su

aplicación se encuentra lejos del laboratorio especializado. El hecho de que los laboratorios estén ubicados cerca del reactor permite utilizar con eficacia estos productos.

Los investigadores, por su parte, podrán interactuar e intercambiar opiniones, lo cual favorece a un mejor debate científico. Vale la pena mencionar, que la configuración del Centro propuesto, posibilita que los visitantes al mismo (estudiantes, científicos y otras personas que deseen conocer el CIDTN) tengan una visión más clara sobre la tecnología nuclear.

La distribución de todas las instalaciones en el mismo lugar permite que la protección radiológica y seguridad nuclear del Centro se realice de forma más económica y tecnológicamente confiable, además de poder controlar el estado de salud del personal y el medio ambiente de manera más eficiente.





15. ¿Qué tipo de especialistas se necesitan para construir y operar el CIDTN?

Se necesitarán especialistas titulados en construcción civil, ingeniería ambiental, eléctrica y mecánica, mientras que su operación y funcionamiento será realizada por personal calificado y con formación científica y tecnológica específica.

Hablando del personal calificado del CIDTN, este se distingue en dos grupos principales:

- 1) El personal de servicio que consiste en especialistas encargados de la operación segura de las instalaciones del CIDTN: Centro Ciclotrón-Radiofarmacia, Planta Multipropósito de Irradiación, Reactor Nuclear de Investigación y los laboratorios complementarios.
- 2) El personal científico que consiste en los especialistas que efectúen investigaciones en el área de tecnología nuclear de acuerdo con el programa científico establecido por el Centro (contribuyendo, entre otras cosas, al desarrollo científico y tecnológico de la medicina, industria y agricultura de Bolivia).

Los dos grupos de especialistas, además de la formación teórica necesaria, deberán adquirir obligatoriamente las habilidades prácticas y experimentales en tecnología nuclear correspondientes.



16. ¿Hay especialistas que respondan a estos perfiles en Bolivia?



En Bolivia, como miembro del OIEA desde 1963, existen profesionales en el área del uso de la energía nuclear, pero su cantidad todavía no es suficiente como para implementar un proyecto tan complejo, como su primer centro de investigación en tecnología nuclear.

No se trata solo del personal necesario para el funcionamiento eficaz del CIDTN, sino también de profesionales encargados de la formación y desarrollo del personal del Centro de acuerdo con los planes del Programa Nuclear Boliviano establecido.

El 8 de julio de 2016, la Corporación Estatal de Energía Nuclear Rosatom y el Ministerio de Hidrocarburos y Energía del Estado Plurinacional de Bolivia firmaron un Memorándum de Entendimiento respecto a la preparación y capacitación del personal en el campo del uso de la energía nuclear y en esferas conexas.

La entidad responsable de la capacitación y formación de los recursos humanos para el Programa Nuclear Boliviano es la ABEN. La Agencia colabora activamente con su homólogo ruso y con el OIEA en el ámbito de la formación de especialistas en tecnología nuclear, organizando cursos especializados en el área del manejo de los reactores nucleares de investigación, protección radiológica, seguridad nuclear, irradiación radiactiva, radioquímica, física nuclear de los reactores, medicina nuclear y física de los ciclotrones.

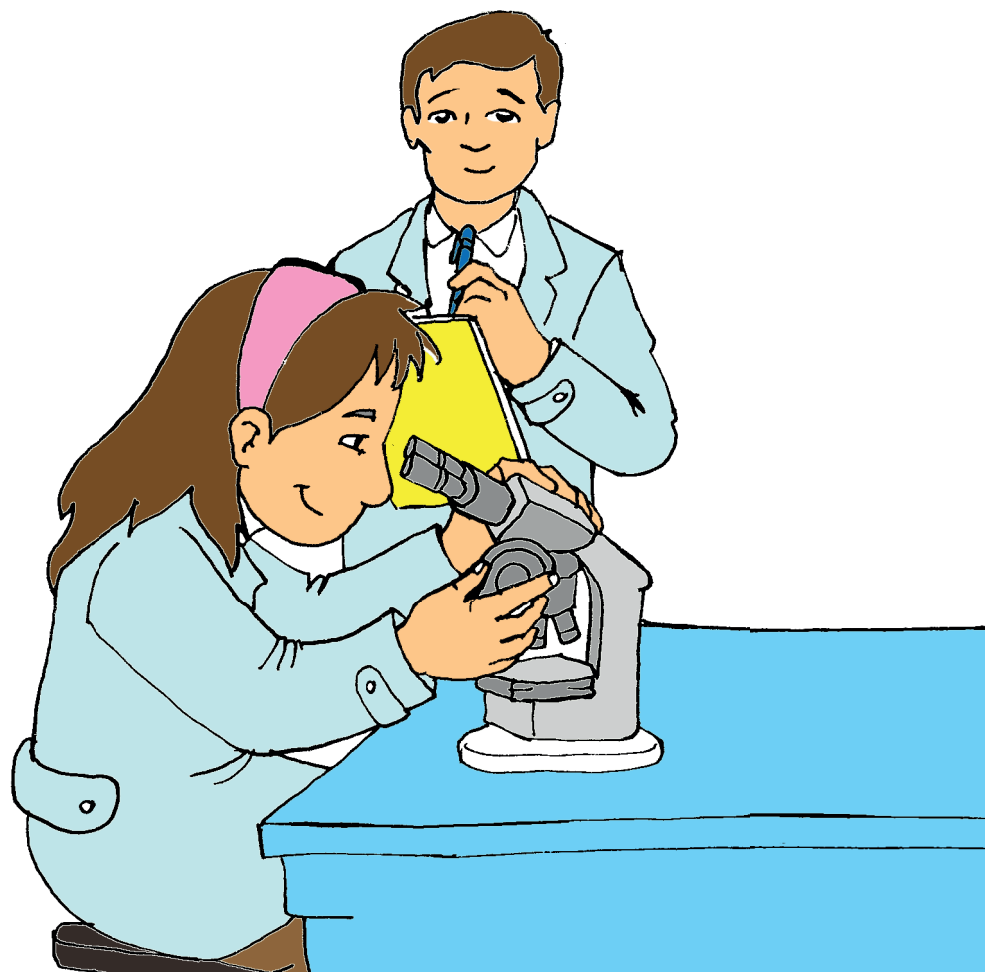
La ABEN, asimismo, planifica la organización de visitas científicas internacionales a otras instalaciones similares a las que se instalarán en el CIDTN para sus científicos e investigadores.

La ABEN y Rosatom tienen como objetivo común capacitar y formar al personal del CIDTN en un nivel que garantice su operación y funcionamiento de manera segura, duradera y eficaz. Se trata de profesionales altamente

calificados que harán una aportación valiosa al desarrollo del potencial científico boliviano. Hay estudiantes de Bolivia que ya están estudiando en Rusia especialidades del área nuclear.

Rosatom y la ABEN continuarán elaborando un plan de formación de recursos humanos nacionales. Para ello prepararán, formarán y recapacitarán profesionalmente a los especialistas bolivianos que formarán parte de la plantilla del futuro CIDTN.

Asimismo, el Centro contará con personal de otras áreas no científicas que se ocuparán de cuestiones de infraestructura, incluyendo áreas de recreación, alimentación de los empleados, limpieza y gestión económica del mismo.



¿17. ¿Los residentes locales podrán participar en la construcción y la operación del Centro?

El CIDTN, en la medida de lo posible, contratará a todos los residentes locales que posean la calificación pertinente para la construcción y los que hayan superado los cursos de capacitación obligatoria para participar en la operación de las instalaciones del Centro.

Por otra parte, el Centro incorporará a residentes locales como personal encargado de la infraestructura económica, áreas de recreación y alimentación de los empleados, gestión económica y administrativa del Centro.

¿18. ¿Dónde estudiarán los futuros funcionarios del Centro?

Los dos grupos de especialistas (de servicios y científicos) además de la formación teórica deberán adquirir obligatoriamente habilidades prácticas. Para este fin se requieren instituciones especializadas.

En Bolivia no existen todavía este tipo de instituciones (algo necesario para la implementación del proyecto CIDTN), por lo tanto se planifica que la mayor parte de la formación se realizará en Rusia (en las instituciones de investigación científica de Rosatom y las universidades que forman parte del consorcio universitario de Rosatom).

Un enfoque así permite diagramar una formación personalizada para cada uno de los diferentes especialistas del Centro, desde programas de formación con énfasis en la adquisición de los conocimientos teóricos hasta los experimentales. Se harán visitas y estadias cortas en las empresas de Rosa-

tom, durante las cuales los futuros especialistas del Centro se incorporarán a las actividades científicas e industriales de estas empresas, y podrán aplicar los conocimientos adquiridos ejerciendo las funciones de las que posteriormente se encargarán en el Centro.



19. ¿Quién ejercerá la gestión del CIDTN y cómo se garantizará su seguridad?

La gestión del CIDTN se realizará por personal capacitado y titulado de acuerdo con los programas especializados y autorizados para trabajar en las instalaciones de este tipo.

La seguridad del Centro se garantizará siguiendo las prácticas, minuciosamente elaboradas y perfeccionadas durante muchos años de operación de centros similares de otros países, con muchos años de experiencia en el desarrollo de la tecnología nuclear. Esta seguridad se garantizará por la alta calidad de instalaciones y equipos, de los procedimientos de la puesta en marcha y posterior operación, así como el alto nivel profesional de los empleados. Todo ello se realizará de acuerdo a las normas y estándares fijados por el OIEA.

20. ¿Qué beneficios traerá el CIDTN para Bolivia y sus ciudadanos?

El Centro permitirá aplicar las tecnologías nucleares en la educación, agricultura, medicina, industria y otras áreas importantes para la sociedad.

Así, la irradiación de los alimentos en las instalaciones del Centro posibilitará ampliar su vida útil e incrementará su protección de los insectos dañinos y las bacterias, lo cual permitirá aumentar la exportación de los productos agrícolas producidos en Bolivia.

Los radioisótopos que se generarán en las instalaciones del CIDTN encontrarán su aplicación en el diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades



oncológicas, endocrinológicas, cardíacas y cardiovasculares, hecho que hará más accesible la medicina nuclear a la población boliviana. Gracias al funcionamiento del Centro, en un plazo de 1 año podrán someterse al diagnóstico miles de personas que padecen enfermedades oncológicas, cardíacas, así como otras enfermedades graves, que podrán ser curadas a través de la terapia con radionucleídos y la irradiación neutrónica. El Centro contribuirá al crecimiento del nivel de la educación y el desarrollo científico del país al formar especialistas altamente calificados en distintas áreas.

La generación de neutrones del reactor de investigación permitirá realizar análisis especializados (análisis por activación neutrónica), en el campo de geología (minería, metalurgia, petrolera) y ecología.

21. ¿Cuántos años podrá funcionar el Centro? ¿Qué se hará luego con él?

Se prevé que el periodo mínimo de la vida útil del Centro sea de 50 años. Al finalizar este plazo es posible extender la vida útil del reactor y aún este puede ser modernizado. Siendo esta una práctica mundialmente común.

Para determinar el plazo de la prolongación de la vida útil del reactor y las sucesivas intervenciones de mantenimiento y reparación, si fuese necesario, es imprescindible disponer de un conocimiento técnico detallado de todos los equipos del reactor. Transcurrido el periodo de extensión de la vida útil, la empresa responsable de la operación puede decidir volver a modernizar el reactor o bien desmantelarlo guiándose por las normas de Bolivia y las recomendaciones del OIEA.

Así como, es posible extender la vida del reactor y modernizarlo, lo mismo se puede hacer con el ciclotrón y la planta multipropósito de irradiación. De esta manera pueden trabajar más años.



22. ¿En qué medida las instalaciones del Centro son seguras?

Las instalaciones propuestas para el CIDTN responden a todas las normas, nacionales e internacionales de seguridad nuclear, radiológica y ambiental, por lo tanto son totalmente seguras para todos, incluyendo los funcionarios del Centro, los residentes locales y la población en general.

Este tipo de equipos se utilizan en numerosos países del mundo y durante varias décadas de su operación han demostrado su seguridad total.

El tipo del reactor de investigación que se construirá en Bolivia es uno de los más seguros y posee un nivel de potencia bajo. Los reactores de este tipo, gracias a su infalibilidad y su seguridad de funcionamiento, están operando en todo el mundo desde hace más de 60 años, algunos de los cuales operan con potencias mucho más elevadas. La planta multipropósito de irradiación y el centro ciclotrón-radiofarmacia de la misma forma cuentan con un nivel de seguridad radiológica y ambiental en todas sus instalaciones incluyendo a su personal y los visitantes. En particular, en Moscú en el Instituto de investigación científica Kurchatov funcionan varios reactores de investigación de alta potencia.

23. ¿Quién construirá el CIDTN?

El CIDTN lo construirá la Corporación Estatal de Energía Nuclear Rosatom de Rusia. La Corporación tiene más de 50 años de experiencia en la construcción de instalaciones nucleares de alta complejidad como será el CIDTN.

24. ¿Qué es la Corporación Estatal Rosatom?

La Corporación Estatal de Energía Nuclear Rosatom es un conjunto de más de 300 empresas e instituciones científicas y la flota de rompehielos nucleares.

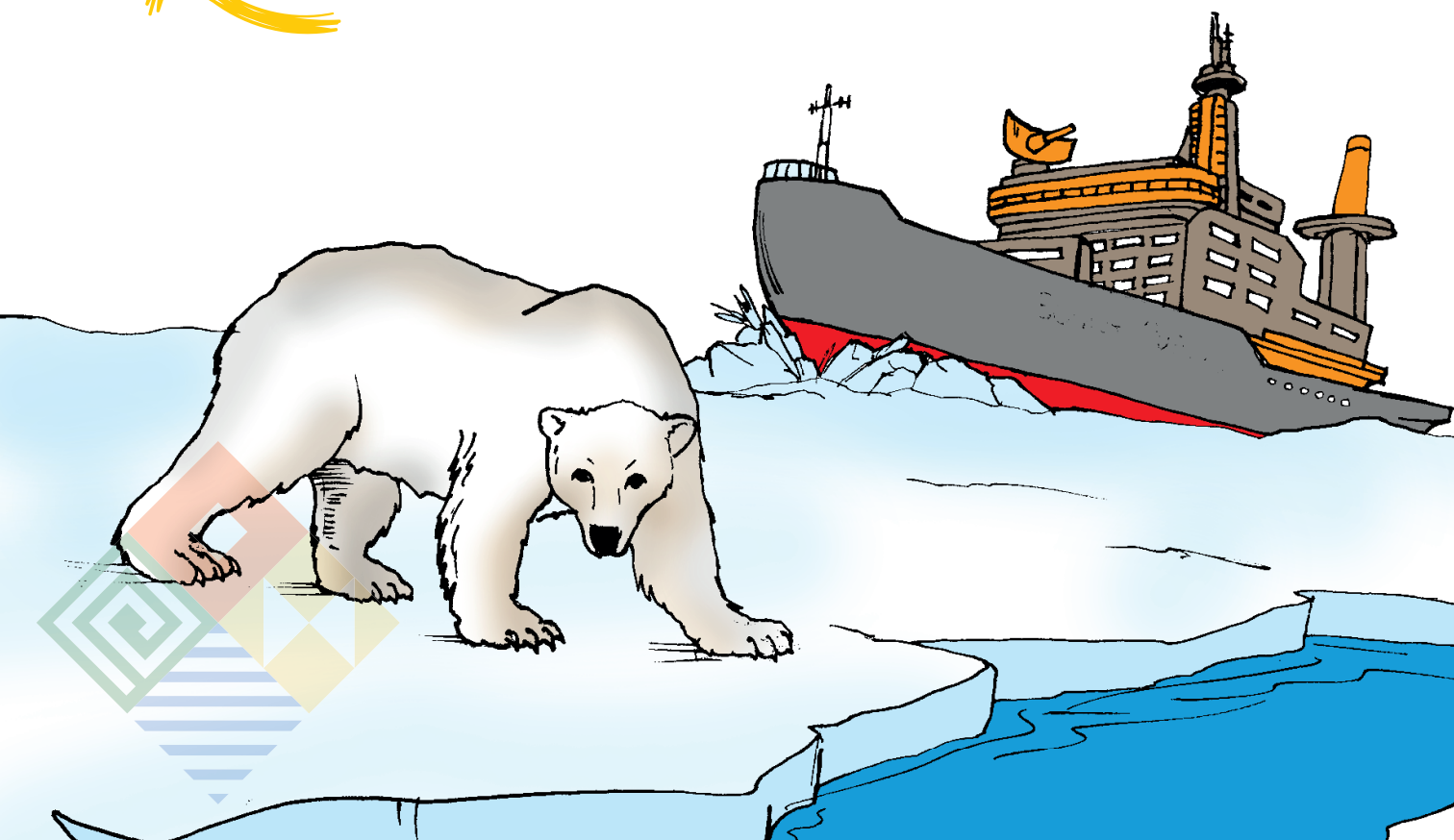
En la actualidad Rosatom:

- es la única empresa del mundo que cubre todas las etapas del ciclo energético nuclear; desde la extracción de uranio hasta el tratamiento de los CNG y desde el diseño y la construcción de las centrales nucleares hasta su desmantelamiento;
- tiene más de 70 años de experiencia en la industria nuclear: desde la puesta en marcha de la primera central nuclear en 1954 hasta la operación de 56 reactores de agua presurizada VVER por todo el mundo;
- es líder mundial en la construcción de las centrales nucleares que ofrece reactores de la generación 3+ combinando los sistemas de seguridad activo y pasivo;
- es líder mundial en la construcción y operación de los reactores de investigación. 58 reactores de este tipo están funcionando en Rusia constituyendo el 20% del número total de reactores de investigación del mundo. La empresa ha construido más de 120 instalaciones nucleares de diseño ruso, 22 de las cuales están en el exterior de Rusia y siguen funcionando con eficacia;
- es la única empresa que posee una flota de rompehielos nucleares;
- posee la única central nuclear flotante del mundo, denominada "Académico Lomonósov";
- es líder en el desarrollo de las tecnologías para el tratamiento de combustibles nucleares usados y de la etapa del cierre del ciclo del combustible nuclear; dispone del único reactor de neutrones rápidos comercial;

- es diseñadora de los productos más avanzados en el ámbito de la aplicación de las tecnologías nucleares y radiológicas, desde la agricultura hasta la exploración espacial.

25. ¿Tiene experiencia Rosatom en la construcción de las instalaciones que se construirán en Bolivia?

Rosatom es una empresa con más de 70 años de experiencia en el área nuclear; siendo el líder mundial del mercado nuclear. Las tecnologías que se utilizarán en Bolivia están respaldadas por muchos años de experiencia e implementación exitosa en Rusia y en el mundo.



26. ¿Existen instalaciones similares en Rusia?

Las tecnologías y las instalaciones que se construirán en Bolivia existen en Rusia y han sido diseñadas y desarrolladas por especialistas de Rosatom desde hace más de 70 años.

En particular, hay 52 reactores de investigación que están funcionando en Rusia lo que representa el 20% de los reactores de ese tipo existentes en el mundo. Se han construido más de 130 instalaciones nucleares de investigación de diseño ruso, 20 de las cuales se encuentran fuera de Rusia y siguen funcionando en la actualidad.

27. ¿Qué es una reacción nuclear?

Los átomos son como el sistema solar; un núcleo en el centro y electrones que giran alrededor de él. En el núcleo hay protones y neutrones. Los primeros tienen una carga eléctrica igual y opuesta a la de los electrones. Como un átomo tiene igual número de electrones que protones resulta que es eléctricamente neutro. Los neutrones no tienen carga eléctrica. El hidrógeno que es el más liviano tiene un protón y un electrón girando en torno a él. El uranio, que es el más pesado tiene 92 protones y 92 electrones. Cada uno de los 92 elementos de la naturaleza puede tener más de una variedad en cuanto al número de neutrones en su núcleo. Cada una de ellas se denomina un isótopo de ese elemento. Cada elemento tiene un número fijo de isótopos, 2, 3, 4, no muchos más. Estos se denominan ESTABLES. Son alrededor de 280. Cuando el número de neutrones es diferente a los de los isótopos estables entonces es un núcleo RADIACTIVO. Esto significa que es inestable, después de un cierto tiempo, que depende del caso particular, se “desintegra”. Quiere decir que emite “algo” para transformarse en un isótopo estable.

Un isótopo radiactivo puede obtenerse a través de una REACCIÓN NUCLEAR. Esto se consigue bombardeando un isótopo estable con un “proyec-



til" que sea lo suficientemente energético como para penetrar en su núcleo. Los proyectiles pueden ser variados y con diferentes energías, protones (p), neutrones (n), electrones (β), alfas (α), que son dos p y dos n .

A veces se los producen en aceleradores (p , α , β) o dentro de reactores nucleares como es el caso de los neutrones.

Los isótopos radiactivos que se utilizan en la medicina nuclear se producen a través de reacciones nucleares. En el CIDTN habrá un ciclotrón y un reactor nuclear de investigación para producir radioisótopos que se utilizarán en medicina nuclear y entre otros como trazadores en análisis de medio ambiente. Los trazadores radiactivos se utilizan en hidrología. Permiten conocer el movimiento, velocidad y desplazamiento de las aguas subterráneas, lo que permite estudiar el ciclo hidrológico que es de gran importancia en estudios del medio ambiente.

También estos trazadores pueden ser incorporados en procesos industriales y siguiendo sus trayectorias, por sus emisiones radiactivas, se pueden obtener datos del proceso, como caudales, filtraciones, etc.

28. ¿Qué es la radiación?

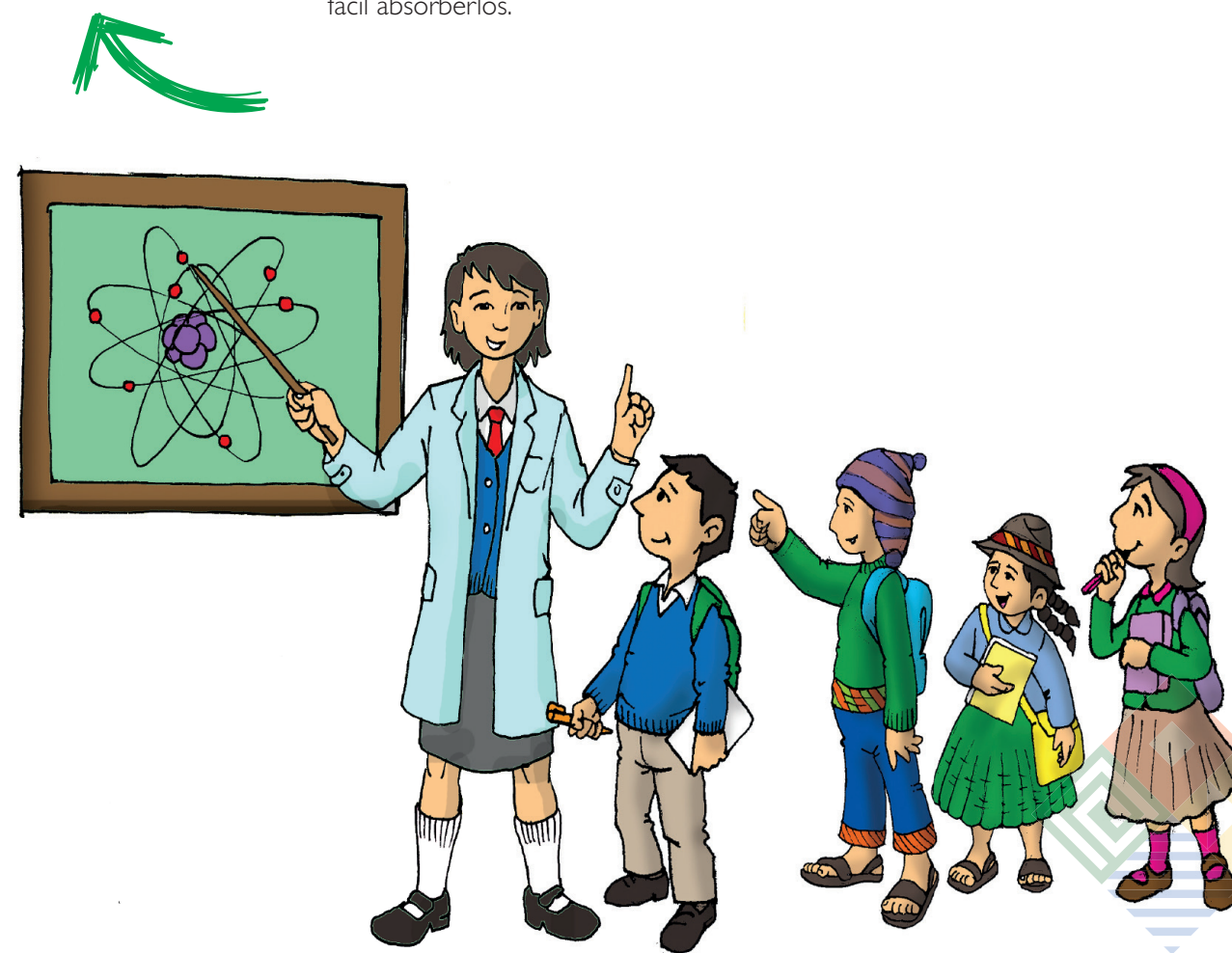
Los núcleos de algunos elementos químicos tienen la propiedad de cambiar espontáneamente la cantidad de protones y neutrones, y este fenómeno es denominado radiactividad. Los isótopos de tales elementos son inestables y finalmente se "desintegran", emitiendo "algo", con el fin de transformarse en isótopos estables. Lo que emiten se denomina genéricamente RADIACION. Pueden ser partículas materiales como protones (p), electrones (β) o una partícula alfa (α) que es un núcleo de helio el cual tiene dos protones y dos neutrones unidos. También el núcleo radiactivo puede emitir radiación gamma (γ), que es radiación electromagnética de muy corta longitud de onda y muy energética. La luz visible, ultravioleta, infrarroja, las ondas de radio, los rayos X son radiaciones electromagnéticas que difieren entre sí en sus longitudes de onda. La radiación gamma γ es la de menor longitud, por ejemplo 10.000 veces más pequeña que la luz visible.

La radiación α puede ser detenida por una hoja de papel o muy pocos cm de aire. La radiación β o electrones son más penetrantes. Pueden atravesar algunos cm de tejido, pero son detenidos con una hoja de aluminio.

La radiación γ requiere materiales de alto peso atómico, como el plomo, para ser atenuada. Radiación gamma se utiliza para conservar productos alimenticios, esterilizar equipos médicos y para radioterapia.

Por supuesto que el alcance de estas radiaciones dependerá de sus energías.

Con respecto a los neutrones cabe decir que el agua es un excelente material para frenarlos y reducir sus energías de tal manera que con bajas energías es fácil absorberlos.



29. ¿Puede la radiactividad producir mutaciones en las personas?

No, la radiactividad no produce mutaciones. Los médicos japoneses respondieron convincentemente a esta pregunta al investigar el estado de la salud de los 27.000 niños cuyos padres como resultado de los bombardeos nucleares de Hiroshima y Nagasaki por las fuerzas armadas de los Estados Unidos en el 1945 estuvieron expuestos a altas (pero no mortales) dosis de radiación.



Hasta el día de hoy no se ha registrado ningún caso de mutación de un ser humano o animal causado por la irradiación radiactiva.

30. ¿Qué son las tecnologías nucleares y dónde pueden utilizarse?

Las tecnologías nucleares son un conjunto de soluciones de ingeniería que permiten utilizar las reacciones nucleares y la radiación ionizante en diversos campos como medicina, industria, agricultura, geología, educación, entre otros, aportando al desarrollo de la economía nacional de los países que las usan con fines pacíficos. Las áreas más destacadas de sus aplicaciones son la energía nuclear y la medicina nuclear.

31. ¿Qué países del mundo utilizan las tecnologías nucleares con fines no energéticos? ¿En qué áreas lo hacen?

Todos los países desarrollados y la mayoría de los países en vías de desarrollo utilizan las tecnologías nucleares para:



- hacer diagnósticos precisos en las fases más tempranas de diversas enfermedades por medio de la tomografía por emisión de positrones y tomografía computarizada (PET/CT). Por poner un ejemplo, de acuerdo con las normas internacionales, se necesita un equipo de PET/CT por cada 500 mil habitantes. Esta posibilidad de diagnóstico precoz posibilitaría la recuperación completa de un gran porcentaje de pacientes;
- lucha contra las enfermedades oncológicas mediante la radioterapia. Un ejemplo de ello es un equipo de radioterapia AGAT que ha sido fabricado por Rosatom durante más de 40 años con el cual se puede irradiar un tumor para eliminarlo;
- esterilización de los alimentos y los insumos médicos. Toda la comida que reciben los astronautas de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los EE.UU., por ejemplo, pasa por un proceso de esterilización nuclear que permite ampliar la vida útil de los alimentos conservando su sabor y sus características benéficas;
- procedimientos de control no destructivos;
- lucha contra insectos dañinos;
- determinar la antigüedad de objetos históricos y materiales de origen biológico a través de la medición de la cantidad del radioisótopo Carbono-14. Por ejemplo, con este método, A. Vranich en el 1999 determinó que las obras de la primera de las tres etapas de construcción del complejo megalítico de las edificaciones Puma Punku, ubicado a 72 km de La Paz, en el municipio de Tiwanaku, cerca de las orillas del lago Titicaca, iniciaron en los años 536 – 600 d. C.;



- construcción de instalaciones energéticas nucleares para estaciones espaciales. Por ejemplo, desde los años 1960 Rusia y los EE.UU. lanzan este tipo de instalaciones al espacio;
- descontaminación y desalinización del agua, para que sea potable.





32. ¿Qué son los radioisótopos, los isótopos y los radiofármacos?

Los isótopos son variedades de cada elemento químico. Sus núcleos tienen el mismo número de protones o número atómico, pero tienen diferente número de neutrones y por lo tanto distintas masas atómicas. Todos los isótopos de un átomo se colocan en la misma casilla de la tabla periódica de Mendeléev.

Un radioisótopo es un isótopo radiactivo. En el proceso de fisión del uranio, en el cual este se divide en dos fragmentos o productos de fisión, ambos son isótopos radiactivos. Los radioisótopos se encuentran de forma natural en la Tierra junto con los isótopos estables (no radiactivos) de los elementos, pero se puede producir otras especies distintas a las naturales artificialmente mediante el bombardeo de los isótopos estables con partículas elementales rápidas. Este bombardeo o reacción nuclear se puede producir en un reactor nuclear con neutrones o en un acelerador de partículas.

Ciertos radioisótopos se generan en condiciones naturales en la alta atmósfera como consecuencia de la colisión de sus átomos con la radiación cósmica que proviene del espacio exterior.

Los radioisótopos de muchos elementos, naturales o no, poseen un valor económico importante. Es el caso del cobalto, uranio, radio, estroncio y plutonio.

Los radiofármacos son medicamentos que contienen radioisótopos. Estos últimos se pueden combinar con diferentes sustancias orgánicas y no orgánicas (sintetizar) y sirven para realizar investigaciones en medicina o biología, diagnósticos y tratamiento de distintas enfermedades, sobre todo mediante la radioterapia de tumores malignos.



33. ¿Qué es un reactor de investigación (RI) y para qué sirve?

Un reactor de investigación (RI) es una instalación en la cual es posible producir una reacción de fisión nuclear en cadena controlada y que es una fuente de neutrones y de radiación gamma que puede ser utilizada en investigaciones fundamentales y aplicadas.

Los RI se están utilizando desde hace más de 70 años para estudiar y resolver un vasto abanico de problemas y aplicaciones:

- investigación y la exploración de la física de los reactores;
- investigaciones científicas que requieran de los neutrones como herramienta de investigación;
- ciencia de los materiales;
- medicina con la producción de isótopos radiactivos necesarios para los procedimientos de diagnóstico y el tratamiento de las enfermedades;
- industria con la producción de isótopos radiactivos utilizados en la industria minera, farmacéutica, siderúrgica y medio ambiente;
- arqueología, medicina forense y criminalística. Por ejemplo, la aplicación del análisis por activación neutrónica abre posibilidades extraordinarias para resolver casos de criminalística. Para ese análisis basta una muestra que pesa menos de un microgramo;
- formación de los recursos humanos necesarios para el ámbito de las tecnologías nucleares.



34. ¿La tecnología nuclear puede aplicarse en la geología y la hidrología? ¿Pueden los isótopos utilizarse para determinar la cantidad de los recursos hídricos?

La tecnología para el descubrimiento y evaluación de las reservas de las aguas subterráneas se estaban desarrollando desde los años 1970.

La tecnología nuclear permite no solo determinar la cantidad de los recursos hídricos sino también medir la edad del depósito de agua.

También las tecnologías nucleares pueden aprovecharse (y se aprovechan) para desalinizar, purificar y esterilizar el agua marina.

Así, en la URSS desde 1967 está en funcionamiento una planta de desalinización que suministra el agua dulce a las instalaciones industriales y la población de la ciudad de Aktau (actualmente es territorio de Kazajistán). La ciudad fue fundada sobre un terreno desértico y gracias a esa planta tuvo acceso al agua dulce purificada en cantidades ilimitadas, algo que cambió totalmente la calidad de vida de la población. A mediados del siglo pasado la esperanza de vida en los alrededores de Aktau no superaba los 45 años. Actualmente este indicador se ha acercado a los 70 años.

I. Bolivia posee grandes reservas de agua, algunas de las cuales no han sido detalladamente examinadas y muchas de ellas son objetos de interés estatal: el Silala, la Laguna Colorada, el lago Titicaca, etc.

35. ¿La tecnología nuclear y los radioisótopos pueden afectar al medio ambiente?

El uso correcto de las tecnologías nucleares solo afecta de manera positiva a las personas y al medio ambiente, puesto que se han concebido precisamente con el fin de mejorar la calidad de vida de la población.

En la radioecología existe un paradigma: si el ser humano está protegido del efecto negativo de la radiación, el grado de protección de la naturaleza y la ecología es diez veces mayor.



36. ¿Pueden utilizarse los radioisótopos en la evaluación de la resistencia del suelo y detección de las fallas geológicas?

Los radioisótopos tienen aplicaciones en el campo de la geología. Las sondas nucleares permiten medir humedad, densidad u otras propiedades del medio, estas informaciones sobre las características del suelo permiten deducir entre otras su resistencia. Fallas geológicas: la corteza terrestre está en continuo movimiento por efecto de las fuerzas sísmicas y tectónicas. Estas fuerzas producen fallas, fisuras, grietas, etc. Cuando esto ocurre, las partes del terreno que se han fracturado a menudo forman cavidades subterráneas. Como resultado se emanan todo un conjunto de energías procedentes del subsuelo, fuertes radiaciones gamma e incluso gases radiactivos. Esto tiene efectos ionizantes en la atmósfera de la superficie y la detección de esta radiación da información sobre las fallas y su magnitud. Hidrología: del total de los recursos hídricos de la Tierra, sólo el 2,5% es agua dulce, el resto es salada. La hidrología isotópica es una técnica nuclear que utiliza tanto isótopos estables como los radiactivos para seguir los movimientos del agua en el ciclo hidrológico. Los radioisótopos pueden utilizarse para investigar las fuentes de agua subterráneas y determinar su origen, su forma de recarga, si existe riesgo de intrusión o contaminación por agua salada y si es posible utilizarlas de manera sostenible.

Minería: a través de la utilización de sondas nucleares se puede determinar la física y la química de los suelos, lo que permite conocer si un estrato reúne las condiciones favorables para albergar minerales o combustibles.

37. ¿Qué beneficios pueden aportar las tecnologías nucleares en el ámbito de la agricultura a pequeños productores, cooperativas y empresas? ¿A los emprendimientos de otros rubros?

Las tecnologías de irradiación permiten conservar por largo tiempo los alimentos destinados al consumo humano.

Cada año los desperdicios en la agricultura mundial ascienden aproximadamente al 25% del total de la cosecha de trigo, al 40% de la cosecha de papa y al 30% del total de los productos cárnicos.

Las causas de las pérdidas son la destrucción de los alimentos por los insectos, la infección bacteriana durante su transporte y almacenaje, y la germinación precoz.

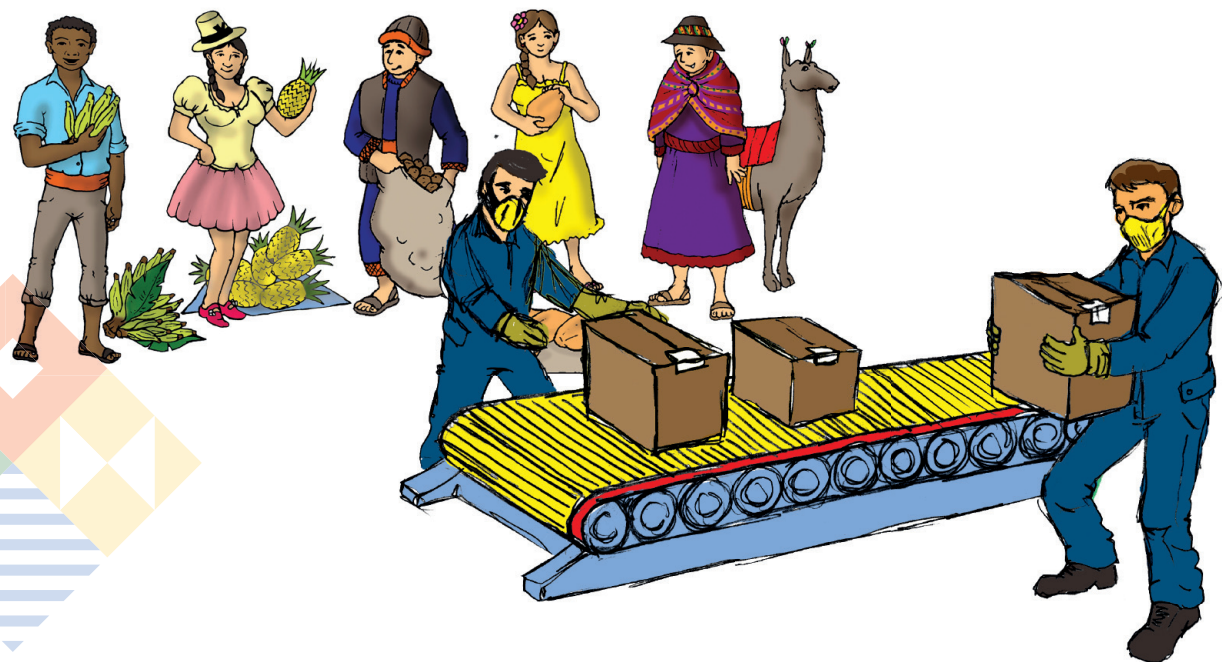
Cada año en Bolivia se desperdician centenares de miles de toneladas de alimentos, que podrían servir para mucha gente, a causa de las condiciones inadecuadas de almacenaje que lleva a su descomposición, así como los daños causados por los insectos.

La irradiación producida por isótopos radiactivos de los productos agrícolas aumenta sustancialmente el aprovechamiento de la cosecha ya que la protege del deterioro. Los productos irradiados no se vuelven radiactivos, por lo que pueden consumirse una vez terminado el proceso.

Como práctica habitual, se irradian los productos de origen vegetal como, por ejemplo, granos, especias, hierbas secas, papas y otros tubérculos. Después del procesamiento los productos pueden conservarse durante mucho tiempo y no se descomponen.

La tecnología de la esterilización nuclear se considera absolutamente inocua no solo por los países desarrollados sino también por la Organización Mundial de la Salud, el Organismo Internacional de la Energía Atómica y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

La irradiación gamma tiene diversas aplicaciones. Además de su utilización en la industria de los alimentos, puede modificar las propiedades de ciertos materiales al producir el denominado efecto de polimerización que aumenta la dureza de ciertos plásticos. También se usa en la esterilización de materiales e insumos que se utilizan en medicina, como equipos de cirugía, agujas para inyecciones, etc. Se pueden obtener imágenes de las estructuras internas de materiales como hormigón, metales o soldaduras, siendo este un método no destructivo y que sirve como control de calidad. Esta técnica se denomina gammagrafía. Todas estas aplicaciones en la medicina, industria y otras actividades tienen un impacto económico beneficioso que es de gran interés para los empresarios.



38. Los países como los EE.UU. y los del Suroeste de Asia han aumentado el volumen de la exportación de los alimentos gracias a la irradiación gamma. ¿Qué países irradian otros materiales o productos?

Una serie de países desarrollados del mundo emplean la esterilización por irradiación gamma de los productos alimenticios. Rosatom suministra el material radiactivo para la irradiación de los productos alimenticios a los EE.UU., los países europeos y América Latina. Una instalación industrial de irradiación de papa y cebolla se está utilizando en Italia. En los EE.UU. irradian los alimentos para los astronautas. Cerca de Bolivia, en el vecino país del Uruguay se han realizado pruebas de procesamiento por irradiación de papa con resultados positivos. La rentabilidad de una instalación de irradiación local se alcanza, por ejemplo, cuando se procesan 25.000 toneladas de papa y 5.000 toneladas de ajo al año.

La Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina presta servicios de irradiación desde hace más de 40 años. Para ello utiliza fuentes de Cobalto-60 con la cual se esterilizan y descontaminan productos de uso médico, alimentos, cosméticos, etc. En Cuba existe una planta de irradiación de alimentos desde el año 1987, mientras que en Perú existe una planta similar, operada por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), desde 1996.



39. ¿Puede explotar el Reactor de Investigación?

No. El Reactor de Investigación (RI) no puede explotar bajo ninguna circunstancia durante su operación (incluyendo las anomalías y los accidentes) ni tampoco considerando los factores externos (los terremotos, los huracanes, los tornados, etc.).

40. ¿Qué es el combustible nuclear gastado (CNG) y los residuos radiactivos?

El CNG es el combustible que fue cargado en el reactor y que después de los procesos de su operación agota sus características valiosas y se decide extraer del reactor. El CNG, por lo tanto, no es un residuo sino un material que aún tiene uranio sin fisionar, lo cual es valioso y que puede reaprovecharse prácticamente en su totalidad. Una vez extraído del reactor, el CNG será devuelto a Rusia para su posterior reciclaje y la producción de combustible nuevo en base a sus componentes residuales.

A parte de eso, en un reactor de investigación de este tipo y con una potencia baja los residuos sólidos o líquidos que se generan son insignificantes.

Sin embargo, existe un sistema de tratamiento de los residuos radiactivos instalado en la parte blindada del CIDTN. Todas las maniobras con el combustible, los medios o los materiales con actividad radiactiva se realizan en estricta conformidad con los reglamentos y las respectivas normas internacionales de procedimiento utilizando equipamientos con protección, lo cual excluye la fuga de los elementos radiactivos.

En cuanto a los residuos nucleares, son un tipo de material y sustancias radiactivas que no se podrán utilizar nunca más. Estos residuos pueden apa-

recer durante el proceso de funcionamiento como resultado de la radiación neutrónica gamma sobre los equipos y los materiales del reactor de investigación. Pueden generarse en el agua de los equipos, y también como los residuos radiactivos generados en los laboratorios y las fuentes radiactivas gastadas. Hay un procedimiento específico de su embalaje y almacenaje en un espacio especializado que excluye cualquier tipo de impacto negativo sobre las personas o sobre el medio ambiente.

El procesamiento del CNG y de los residuos radiactivos será objeto de regulación estricta conforme a las normas nacionales, internacionales y los requisitos de seguridad vigentes.

Los residuos generados en el CIDTN permanecerán dentro de las barreras de seguridad del mismo, incluso en las situaciones de emergencia. Son las barreras físicas como los recipientes de los elementos combustibles, los muros del complejo tecnológico y de la maquinaria, etc.

Esto excluye cualquier tipo de consecuencias negativas para las personas y para el medio ambiente.

41. ¿Cuál es el proceso de reciclaje del combustible nuclear gastado (CNG)?

El reciclaje del combustible nuclear gastado (CNG) se realiza en una planta radioquímica especializada con el objetivo de extraer el combustible no quemado (el uranio que no se fisionó) y otros materiales aptos para su reutilización posterior, así como para separar los residuos radiactivos acumulados que son consecuencia de la fisión del uranio durante su operación. El uranio y el plutonio que se formaron durante la operación del reactor son extraídos del CNG y se destinarán a la producción de nuevo combustible.

42. ¿Qué normativas de seguridad vigentes existen en Bolivia?

El Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) es la autoridad reguladora en el campo nuclear en Bolivia.

Actualmente en el marco de la legislación boliviana la protección nuclear se regula fundamentalmente por la Ley de Protección y Seguridad Radiológica aprobada en 1982.

Aparte de eso, existe un conjunto de reglamentos para la seguridad radiológica que incluye las normas de seguridad radiológicas, reglamentos de licenciamiento, transporte, desactivación, tratamiento de los residuos radiactivos, dosimetría del personal, etc.

Se ha presentado un proyecto de Ley de Protección y Seguridad Radiológica (actualmente en debate) que en el futuro sustituirá a la Ley de Protección y Seguridad Radiológica de 1982. Ese proyecto de ley se ha elaborado de acuerdo con la normativa actual e incluirá apartados dedicados a los reactores nucleares de investigación y el uso de los radioisótopos para fines medicinales.

43. ¿Es verdad que el reactor de investigación (RI) es el primer paso hacia la construcción de una central nuclear?

No. Compete siempre al propio país decidir sobre su estrategia de desarrollo de la energía nuclear. La coexistencia de un reactor de in-

vestigación (RI) y una central nuclear no es obligatoria. Hay 31 países que poseen y operan centrales nucleares y 70 países que disponen de reactores de investigación, por lo que 39 países utilizan reactores de investigación, pero no tienen centrales nucleares (asumiendo que los que poseen centrales nucleares tienen RI).

44. ¿Cuál es la diferencia entre una central nuclear y un reactor de investigación (RI)?

Las centrales nucleares sirven para producir energía eléctrica, siendo la potencia el parámetro principal que las caracteriza. Por potencia se entiende la energía que entrega por unidad de tiempo. Una central nuclear será más importante cuanto mayor sea su potencia. Por ejemplo, la potencia eléctrica de una central nuclear con un bloque puede ser de 1200 MW.

En los reactores de investigación uno de sus objetivos es utilizar los neutrones que se generan dentro de él para investigación científica o tareas aplicadas, por ejemplo, producir isótopos radiactivos. Es decir, no importa su potencia sino el flujo de neutrones que produce. Para que este flujo sea adecuado no hace falta que el RI sea muy potente, puesto que no tiene por objetivo producir energía.

La potencia térmica del RI boliviano no superará los 200 kW o sea 0,2 MW, mientras que una central nuclear, como se dijo anteriormente, puede tener potencia de más de 1200 MW. Para alcanzar esta potencia en una central nuclear y obtener las características adecuadas del vapor necesarias para la producción de la energía eléctrica, las centrales utilizan reactores con agua a presión (de aproximadamente 170 atmósferas) mientras que el RI boliviano funcionará bajo la presión atmosférica.

45. ¿Cuánto de útil será el reactor de investigación (RI) para Bolivia y qué beneficios aportará?

El reactor de investigación (RI) boliviano contribuirá al desarrollo de tecnologías absolutamente nuevas en el país. Por ejemplo, hará posible la investigación de las aguas subterráneas, así como analizar muestras del suelo o de las minas con el objetivo de estudiar su estructura y su cantidad, algo muy importante para la industria minera.

Podrán llevarse a cabo investigaciones en medicina, arqueología y la ciencia criminalística.

El funcionamiento del RI hará posible la formación en Bolivia de un grupo nacional de científicos, ingenieros y usuarios expertos en cuestiones nucleares, permitirá que Bolivia ingrese al círculo limitado de países que poseen tecnologías nucleares, elevará la cultura tecnológica de los especialistas bolivianos y mejorará considerablemente la vida de los ciudadanos.

46. ¿El reactor de investigación (RI) en cuestión será igual a los otros reactores en el mundo que sufrieron accidentes nucleares?

No. El reactor de investigación (RI) que se va a construir en Bolivia pertenece a la clase más segura de los reactores de investigación. Durante todo el periodo de la existencia de los reactores de investigación en todo el mundo no ha ocurrido ningún accidente nuclear que conlleve a la contaminación del medio ambiente o de las personas.

47. ¿Es verdad que el reactor de investigación (RI) produce electricidad?

No. Los volúmenes de calor que produce un RI son insignificantes y no permiten utilizarlo en la producción de energía eléctrica. El objetivo principal del reactor de investigación (RI) es posibilitar la investigación científica, formar recursos humanos y producir isótopos radiactivos.

48. ¿Cuántos reactores de investigación existen en la América Latina?

Casi todos los países de esta región tienen experiencia en la operación de los reactores de investigación. Según los datos del OIEA, en América



Latina existen 17 reactores en servicio ubicados en 7 países (Argentina, Brasil, Chile, México, Jamaica, Colombia y Perú). En Venezuela y en el Uruguay los reactores fueron desactivados y están fuera de servicio. Existen planes de construir, además de Bolivia, dos nuevos reactores más en Brasil y Argentina.

49. ¿Los reactores de investigación (RI) deben situarse lejos de las zonas residenciales? ¿Existen casos en los que un RI esté ubicado dentro de los límites de una ciudad?



Es irrelevante para la operación de los RI. Existen muchos ejemplos de ubicación de los RI dentro de las ciudades en muchos países del mundo, incluyendo Rusia (en Moscú y otras ciudades varios RI están instalados a corta distancia a pie de las zonas residenciales, en las instituciones científicas de investigación, así como en las universidades especializadas en las carreras del ámbito nuclear).

Es oportuno señalar el caso de Argentina que tiene 6 reactores de investigación, todos ellos dentro de ciudades como Buenos Aires, Rosario, Córdoba y San Carlos de Bariloche. También en Brasil dentro de la Universidad de Minas Gerais en Belo Horizonte hay un reactor de investigación.

50. ¿Qué medidas de seguridad se aplican en el reactor de investigación (RI)?

En los modernos RI se adoptan todas las medidas de seguridad establecidas por el OIEA y reflejadas en normas y reglamentos nacionales. En Rusia, el funcionamiento de los reactores de investigación se regula de acuerdo con las normas elaboradas específicamente para estos y que son de cumplimiento obligatorio para todos los participantes de su diseño, construcción, operación y desmantelamiento.

Todo tipo de actividad en el uso de la energía nuclear (incluyendo los RI) está sujeto a procesos de licenciamiento, esto significa la autorización y derecho a ejercerlo, por parte de los organismos de control estatales.

Desde el punto de vista tecnológico, la seguridad del RI se basa en la realización del principio de protección en profundidad, que consiste en la aplicación del sistema de barreras físicas sucesivas que evitan fugas al medio ambiente de la radiación ionizante y los materiales radiactivos.

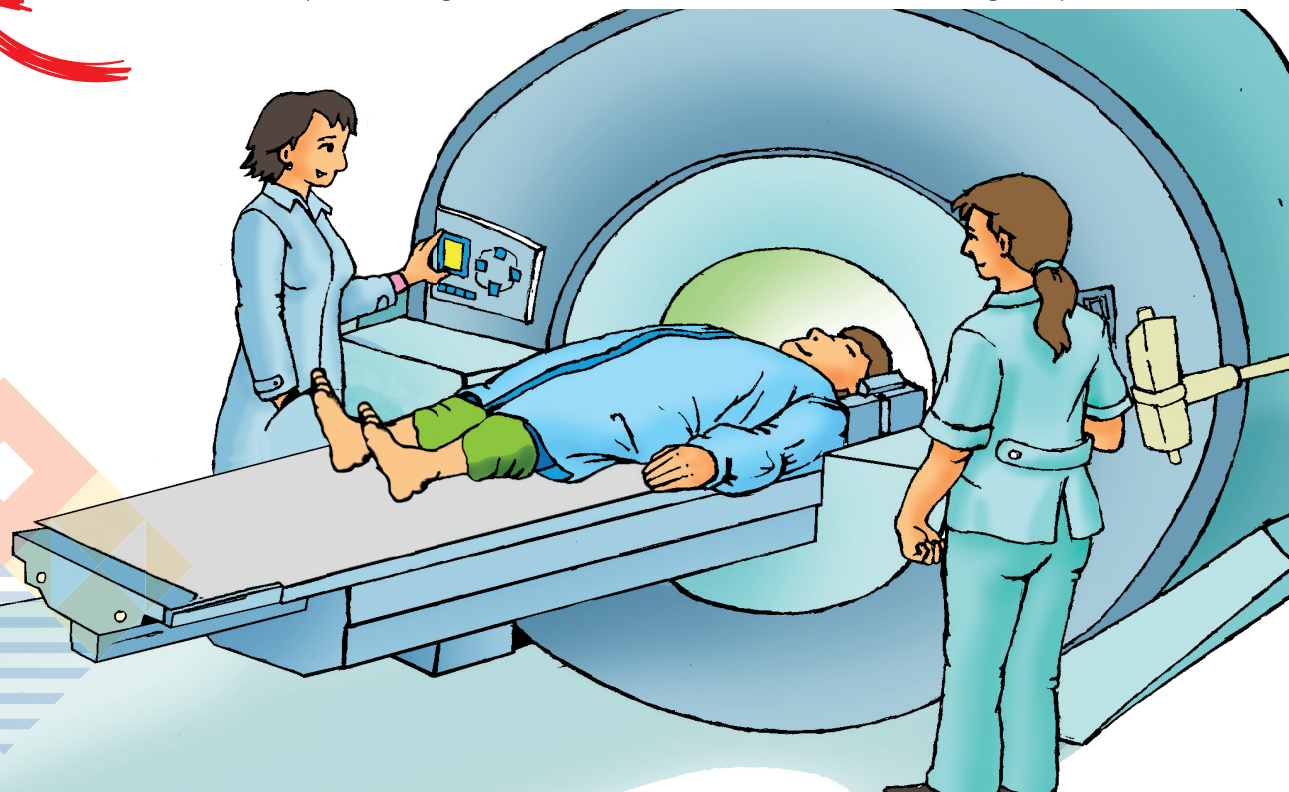


51. ¿Qué es la medicina nuclear?

La medicina nuclear es, en primer lugar, un método de diagnóstico y tratamiento de distintas enfermedades con la ayuda de radiofármacos o sustancias radiactivas que se introducen en el cuerpo por medio de inyecciones, ingestión o inhalación.

Se trata de procedimientos indoloros e ino cuos cuyos efectos beneficiosos son significativos: la débil emisión radiactiva procedente de distintos órganos del cuerpo que absorbieron selectivamente los radiofármacos permite obtener datos precisos sobre el estado de los órganos y sus potenciales patologías. Para obtener esta información mediante otros métodos se requiere de exámenes costosos o intervenciones quirúrgicas, o en ciertos casos no es posible.

En segundo lugar, es un método de tratamiento de enfermedades tiroideas y oncológicas por medio de la radiación ionizante. Existen varias modalidades de la radioterapia de este tipo. La clasificación puede hacerse por el modo de la radiación (röntgenterapia y gammaterapia). Por la posición de la fuente respecto al cuerpo se distinguen la irradiación a distancia, la irradiación tangente y la



irradiación intracavitaria. Asimismo, la irradiación puede aplicarse directamente sobre el tumor a través de agujas (irradiación intersticial).

52. ¿De qué forma ayuda la medicina nuclear?

Las enfermedades oncológicas más graves, incluyendo los múltiples tipos de cáncer, podrán diagnosticarse a tiempo, aumentando de esta forma las probabilidades de su curación.

53. ¿Es peligrosa la medicina nuclear para las personas?

La cantidad de material radiactivo que se utiliza en la medicina nuclear es muy reducida por lo que el efecto de irradiación no es mayor que el riesgo que se corre durante una radioscopia común.



 **54. Algunos departamentos del país se destacan por un número elevado de pacientes con enfermedades oncológicas. ¿Puede la medicina nuclear y en particular la radioterapia ayudar con el diagnóstico y el tratamiento de las personas?**



El uso de los métodos de la medicina nuclear aumenta considerablemente la expectativa de vida de los pacientes con cáncer y es capaz de curar por completo algunas enfermedades oncológicas. La braquiterapia de la próstata, por ejemplo, que consiste en la irradiación del tumor con unas micropartículas que contienen un isótopo radiactivo conduce a la curación completa como mínimo en el 50% de los casos y reduce en un 95% la posibilidad de reaparición del cáncer de próstata.

La radioterapia es una especialidad de la medicina nuclear; que utiliza la radiación gamma para la destrucción de los tejidos malignos. Por ejemplo, en la denominada Cobaltoterapia se utilizan fuentes radiactivas de Cobalto-60 que son emisoras de radiación gamma.

 **55. ¿Cómo se aplican los radiofármacos en el diagnóstico de las enfermedades?**

La medicina nuclear utiliza los rayos gamma similares a los que se utilizan en la röntgenerapia. La débil radiación procedente del órgano en análisis, en el que se introdujo el radiofármaco, se capta por un detector especial que se coloca a unos pocos centímetros del cuerpo del paciente. Este procedimiento tarda unos minutos, los detectores no producen ruido al funcionar y no molestan al paciente. La información obtenida por este medio puede resultar imprescindible en una serie de casos: al examinar el funcionamiento del corazón, la perfusión cerebral, el correcto funcionamiento de los riñones, los pulmones y el estómago; al determinar el nivel de asimilación de vitaminas y la densidad del tejido óseo.

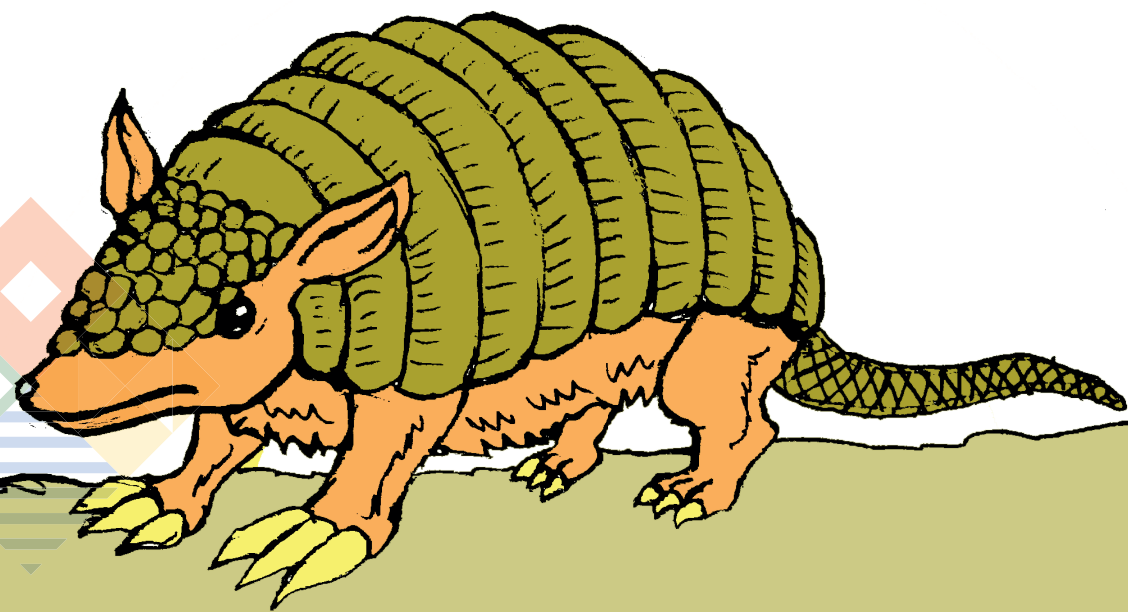
La medicina nuclear permite detectar minúsculas fracturas de los huesos antes de que sean detectados por los rayos X. Es capaz de identificar el cáncer y predecir su pronóstico, localizar los ataques epilépticos, las enfermedades de Parkinson y de Alzheimer; las consecuencias de los ataques cardíacos y el estado de los órganos trasplantados.

Además del diagnóstico, la medicina nuclear puede tener un efecto curativo al aplicarse en el tratamiento de algunos tipos de cáncer.

56. ¿Los centros de medicina nuclear generan residuos radiactivos? Si es así, ¿afectan al medio ambiente?

Los residuos de los centros de medicina nuclear son mínimos y no son peligrosos. Existen normas específicas de su procesamiento que impiden su diseminación en los ambientes naturales y en los contenedores de basura urbanos. Está prohibido su traspaso a personas o entidades no autorizadas a trabajar con ellos.

Por todo esto, los residuos nucleares no afectan de ninguna manera al medio ambiente.



57. ¿Los radiofármacos son peligrosos para las personas?

Si se utilizan de manera correcta, su aplicación no solo es inocua, sino benéfica, pero un mal uso del mismo puede acarrear consecuencias negativas.

Es por eso que existen normas precisas para la utilización de los radiofármacos validadas por la experiencia mundial. Hasta el momento no ha habido ningún paciente que fuese perjudicado por las tecnologías o materiales utilizados en la medicina nuclear, y muchos de ellos gozaron de resultados positivos.

58. ¿Existen Centros de medicina nuclear en América Latina?

Las tecnologías de la medicina nuclear comenzaron a aplicarse en América Latina desde mediados de los años 1950. En aquella época se hacían estudios de los pacientes por medio del isótopo de Fósforo-32 en Brasil y del isótopo Yodo-131 en Argentina. Posteriormente, la medicina nuclear pasó por un periodo de desarrollo acelerado no solo en los países anteriormente mencionados sino también en Ecuador, Uruguay, Chile y México.

Actualmente, Argentina es uno de los líderes mundiales en la producción de radioisótopos. Desde hace varios años Argentina está exportando su tecnología y su producción de radioisótopos para fines industriales y medicinales a más de 20 países del mundo, incluyendo los EE.UU. y países europeos industrialmente desarrollados. En la producción de algunos isótopos, como el Cobalto-60, Argentina posee tecnologías únicas, encontrándose entre los tres mayores fabricantes de este producto.

En relación a otro isótopo de gran importancia como el Molibdeno-99, que se utiliza para la producción de radiofármacos, Argentina fue la primera en el mundo en producirlo a partir de uranio de bajo enriquecimiento. Esta tecnología de producción de este radioisótopo ha sido exportada a varios países.

59. ¿Existe algún tipo de control sobre la actividad en el ámbito de la medicina nuclear?

El control sobre esta área se realiza tanto a nivel nacional, es decir en los países que desarrollan la medicina nuclear, como a nivel internacional. En todo el mundo lo ejerce el OIEA y otros organismos específicos a cargo de distintas asociaciones interestatales.

60. ¿Qué permite hacer una instalación gamma como la del CIDTN?

La instalación gamma brindará servicios de irradiación a diversos sectores productivos de la economía nacional, como la agroindustria y la industria alimentaria, permitiendo alcanzar estándares internacionales de seguridad e inocuidad alimentaria. Además permitirá realizar la esterilización de material médico quirúrgico.

61. ¿Es peligrosa la aplicación de la instalación gamma?

La irradiación de alimentos es aceptable como un método seguro y efectivo para su conservación, ya que destruye a los agentes patógenos dañinos sin provocar cambios significativos ni perjudiciales en los productos tratados, por lo tanto la irradiación gamma no es peligrosa.

Esta tecnología se aplica durante varias décadas y se considera absolutamente segura tanto por los países desarrollados como por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

62. ¿De qué sirve la irradiación de los alimentos?

Los productos irradiados no se vuelven radiactivos, por lo que pueden consumirse una vez terminado el proceso.

Como práctica habitual, se irradian productos de origen vegetal como, por ejemplo, granos, especias, hierbas secas, papas y otros tubérculos. Después del proceso de irradiación los productos pueden conservarse durante mucho tiempo sin estropearse.

Cerca de Bolivia, en el vecino país del Uruguay se han realizado pruebas de irradiación de papas con resultados satisfactorios. La rentabilidad de una instalación de irradiación local se alcanza, por ejemplo, cuando se puedan procesar 25.000 toneladas de papas y 5.000 toneladas de ajo al año.

63. ¿Cómo se puede identificar a un producto irradiado?

Se puede saber si un producto determinado ha sido esterilizado por irradiación solamente en el caso de que esta información sea indicada en el envase del mismo. Los productos irradiados, incluyendo los alimentos, no se vuelven radiactivos por lo que pueden consumirse una vez terminado el proceso.



64. ¿El producto irradiado es peligroso para las personas?

No. Un producto irradiado se hace más atractivo para el consumidor puesto que puede guardarse durante más tiempo sin que se deteriore o pierda su sabor o sus características benéficas. Se trata de una tecnología ampliamente usada en todo el mundo. En algunos países su aplicación es una condición necesaria para obtener la autorización para su importación.

65. ¿La irradiación altera las características de los productos?

Con la ayuda de la irradiación se elimina una gran cantidad de patógenos que con el tiempo resultan deteriorando los productos. Gracias a la irradiación se alarga el período de conservación de los productos. Otras propiedades de un producto se quedan intactas.

66. ¿Todos los productos pueden ser irradiados?

Prácticamente cualquier producto puede someterse al proceso de la esterilización radiactiva. Para Bolivia, estos productos son: café, algodón, maíz, arroz, papa, cítricos, plátano, piña, especias, productos cárnicos, entre otros, siendo todos ellos de gran importancia para la exportación boliviana.

La cosecha anual boliviana destinada a la exportación puede ser considerablemente aumentada, gracias al uso de las tecnologías nucleares durante su almacenaje y transporte. Esto generará nuevas fuentes de ingresos al presupuesto nacional y servirá de gran apoyo para los agricultores y productores agroindustriales.

67. ¿Cuántas instalaciones de radiación gamma existen en América Latina?

En general, la irradiación de alimentos se aplica hoy en más de 40 países del mundo, entre estos varios son países latinoamericanos. Argentina tiene actualmente varias instalaciones de irradiación alimentaria en Buenos Aires, Salta y otros lugares y aplica esas tecnologías desde los años 1970. El Código



alimentario argentino autoriza la utilización de la irradiación en muchos tipos de productos: papas, cebollas, ajos, frutillas, frutas secas, hongos, espárragos, frutas y vegetales desecados o deshidratados, así como en especias y condimentos vegetales. Mientras Brasil ha aprobado 117 tipos de alimentos para ser sometidos al proceso de irradiación. Este país usa irradiación alimentaria desde el 1985, y cuenta actualmente con ocho instalaciones y otras 22 más en estado de planificación o construcción. Por su lado Cuba comenzó a irradiar los productos desde 1987, cuando se inauguró en la isla la planta industrial de irradiación de alimentos. México tiene tres instalaciones de irradiación alimentaria y ha aprobado el proceso en 64 categorías de alimentos. Se construyó la primera planta de irradiación en el 1988 para el tratamiento de especias, alimentos secos, frutas, hortalizas y productos médicos. En el Perú se abrió en el 1996 un establecimiento de irradiación alimentaria en el IPEN (Instituto Peruano de Energía Nuclear), donde se irradian especias, aditivos y piensos. La planta de irradiación multiuso ubicada en el distrito de Santa Anita en Lima se dedica de manera exclusiva a descontaminar alimentos con fuentes de Cobalto-60. Esta tecnología se viene usando desde hace varias décadas y se considera absolutamente segura por los países desarrollados, por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). También existen plantas de irradiación en países como Colombia, Chile, Uruguay y próximamente Paraguay. Este país firmó un Memorándum de Entendimiento con Rusia en el 2016.

68. ¿Qué es la radioterapia?

La radioterapia consiste en el tratamiento de tumores por medio de radiación ionizante. Estas radiaciones pueden ser: de tipo roentgen, radiación gamma, radiación beta, radiación neutrónica o con haces de partículas elementales procedentes de un acelerador. Se aplica, en general, en el tratamiento de los tumores malignos.

69. ¿Qué es el ciclotrón y de qué sirve?

Ciclotrón es un tipo de acelerador de partículas cargadas, las cuales describen trayectorias circulares en un campo magnético homogéneo. Al completar cada trayectoria circular, un campo eléctrico intenso y alterno le proporciona sucesivas aceleraciones. Estas partículas cargadas se usan como proyectiles para producir, mediante diversas reacciones nucleares, radioisótopos que se utilizan, entre otras cosas, en la elaboración de los radiofármacos.

70. ¿Qué radiofármacos podrán elaborarse por medio del ciclotrón?

Por medio del ciclotrón se pueden producir una amplia gama de radioisótopos que se aplican en el diagnóstico y el tratamiento de distintas enfermedades.

71. ¿Qué es el Tecnecio-99m? ¿Qué es el Flúor-18?

El isótopo Tecnecio-99m es uno de los isótopos principales que se utilizan en el diagnóstico médico, por ejemplo, en gammagrafías óseas, para el diagnóstico de metástasis o fracturas, gammagrafías renales, gammagrafías de perfusión cardiaca, gammagrafías tiroideas, paratiroides, gammagrafía de ventilación y perfusión pulmonar. Anualmente en todo el mundo, se realizan con el Tecnecio-99m decenas de millones de diagnósticos y es producido por Rosatom. El isótopo Flúor-18 es muy utilizado en el diagnóstico médico

por imagen, concretamente en la modalidad de tomografía por emisión de positrones (en sus siglas en inglés PET): incluyendo la visualización de los tumores en diferentes partes del cuerpo, para la evaluación del metabolismo de glucosa en el corazón, en los pulmones y en el cerebro; para el diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, demencia de cuerpos de Lewy y la enfermedad de Parkinson, así como tumores cerebrales y metástasis óseas.

72. ¿Se puede instalar un ciclotrón en un hospital?

La instalación de un ciclotrón en un centro de salud no es viable, por motivos económicos y tecnológicos. En todo el mundo, los ciclotrones se sitúan en centros especializados que disponen de unidades para realizar procedimientos médicos. El CIDTN será precisamente uno de esos centros.

73. ¿Cuántos ciclotrones hay en América Latina?

En todos los países latinoamericanos que utilizan la tecnología nuclear en medicina, hay ciclotrones, muchas veces más de uno. Una parte de ellos, se utiliza para resolver tareas científico-industriales, mientras que otros, para la elaboración de radioisótopos. Por eso es difícil determinar su cantidad exacta, pero se trata de un número bastante elevado de ellos.

74. ¿Qué es el OIEA y cuáles son sus funciones principales?

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) es una organización intergubernamental que promueve el uso seguro de la energía atómica con fines pacíficos. El OIEA es la principal organización intergubernamental en el ámbito de la colaboración científica y tecnológica en el área atómica. La organización vela por un uso seguro, pacífico y estable de la tecnología nuclear fomentando la paz y la seguridad en todo el mundo y el desarrollo sostenible. El

organismo se creó el 29 de julio de 1957, como una entidad independiente, pero en el marco de la ONU. Su sede se encuentra en Viena (Austria). Hasta la fecha, casi 170 países son miembros del OIEA. Bolivia forma parte de esta organización desde 1963. Los órganos principales del OIEA son la Conferencia General (compuesta por todos los estados miembros del OIEA), la Junta de Gobernadores (que consiste de los llamados miembros "asignables" o los países más desarrollados en el área de las tecnologías nucleares) y el Secretariado encabezado por un director general (Yukiya Amano desde el 1 de diciembre de 2009).

Las principales áreas de actuación del OIEA son:

- Las garantías y el control: inspeccionar en conformidad con los acuerdos jurídicos de inspección y garantías firmados con los estados los materiales nucleares y acreditar su uso exclusivamente pacífico.
- La seguridad: la elaboración de normas de seguridad, instrucciones e indicaciones, así como el asesoramiento acerca de su aplicación práctica.
- La ciencia y la tecnología: el apoyo científico y tecnológico en el uso de las tecnologías nucleares en la industria energética, la agricultura, la protección del medio ambiente, la salud pública y otras áreas.





Agencia
Boliviana de
Energía
Nuclear