

Centro de Isótopos: continuidad, presencia y proyecciones en su Aniversario 15

Saúl Pérez Pijuán

Centro de Isótopos. Ave. Monumental y Carretera La Rada, km 3 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

saul@centis.edu.cu

A 15 años de la inauguración de sus instalaciones, el Centro de Isótopos consolida sus resultados para beneficio de las aplicaciones nucleares en la salud, industria, investigaciones y la formación de capital humano. Se expone a continuación una breve reseña de cómo han evolucionado las capacidades nacionales de producción de radiofármacos, una valoración sobre su pertinencia, sostenibilidad, desarrollo y los retos, que desde nuestra perspectiva, enfrentará este Centro en los próximos años.

Los antecedentes

El Centro de Isótopos (CENTIS) es la expresión de más de 40 años de investigación, desarrollo, innovación y gestión en las aplicaciones nucleares del país. La inauguración de sus instalaciones, el 14 de diciembre de 1995, es una consecuencia de un Programa Nuclear coherente diseñado en los años 80 y que tuvo sus raíces a mediados de la década del 60. Así, la evolución de la producción nacional de radiofármacos se puede analizar en tres etapas interrelacionadas, sin frontera precisa entre ellas, y vinculadas al desarrollo de instituciones de investigación y médicas del país.

Mediados de los 60 hasta comienzos de los 80

A mediados de los 60, se crea el Departamento de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Oncología y Radiobiología (INOR), casi tres lustros después del primer procedimiento de medicina nuclear que se reporta en Cuba, relacionado con la aplicación de un radiofármaco de ^{131}I . Desde finales de los 60 se instalan diversos renógrafos, captadores de yodo y gammatopógrafos como parte de los servicios de medicina nuclear del sistema de salud pública. En instituciones médicas se formulan y aplican radiofármacos desarrollados "in house" comenzando con la experiencia del macroagregado de albúmina marcado con ^{131}I en el INOR en 1966. Estas acciones incentivan desde temprano la investigación desarrollo en el campo de la radiofarmacia. Con la inauguración en 1969 del Instituto de Física Nuclear, devenido posteriormente en el Instituto de Investigaciones Nucleares (ININ), se instalan los primeros laboratorios radioquímicos para investigar métodos de producción de radisótopos y radiofármacos y otras actividades conexas. Las investigaciones se dirigen, en coordinación con la comunidad médica, a los pro-

blemas identificados por la Academia de Ciencias de Cuba y abarcan los generadores de radisótopos como el de $^{113\text{m}}\text{In}$, ^{68}Ga y otros de uso no médico como el de $^{137\text{m}}\text{Ba}$, los derivados del hipurán con ^{131}I , los complejos de Indio en solución de interés radiofarmacéutico, los compuestos marcados con tritio, el control de calidad de radiofármacos y la metrología de radionúclidos. En esta primera etapa hay un énfasis especial en la formación de especialistas universitarios y de nivel medio. Se concluyen tesis de graduación y las primeras maestrías y doctorados en la especialidad. Se fomenta una cultura de investigación y se crean las bases de conocimientos alrededor de los radisótopos y radiofármacos más utilizados en ese momento.

Comienzos de los 80 hasta mediados de los 90

En este período se canalizan las experiencias anteriores con la creación en 1980 de la Comisión de Energía Atómica de Cuba (CEAC) y el sistema de instituciones de la Secretaría Ejecutiva para Asuntos Nucleares (SEAN). Se intensifican las actividades de proyección de un Centro de Investigaciones Nucleares con facilidades para la producción de radisótopos, radiofármacos y para investigaciones radioquímicas, el entrenamiento en centros de producción de Europa y América Latina y la participación en los órganos especializados de producción de radisótopos y compuestos marcados del extinto Consejo de Ayuda Mutua Económica, que agrupaba a los países socialistas. La preparación de especialistas, en mayor número y disciplinas, continúa como prioridad. En 1981 se instala la primera cámara gamma en el Departamento de Medicina Nuclear del INOR, tecnología que se extiende por el país hasta mediados de los 90 y que amplía las prestaciones asistenciales y la demanda de nuevos radiofármacos en la red nacional de salud. La inauguración del Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN) en 1987, marca un hito importante en el desarrollo y asimilación tecnológica de las futuras producciones. En este Centro se agrupan, en el Departamento de Radioquímica, varios especialistas provenientes del ININ, participantes en la concepción del futuro centro de producción y jóvenes investigadores que se consagran a producir a finales de los 80, los primeros radiofármacos y compuestos marcados a escala piloto. Se destaca el desarrollo de las tecnologías de producción de MIBI y MAG 3, radiofármacos de segunda generación para cardiología y nefrología nuclear respectivamente, cuya

adquisición estaba obstaculizada por tratarse de patentes norteamericanas. Estas producciones son Premios de la Academia de Ciencias de Cuba. Desde 1986 el trabajo de concepción de las futuras instalaciones de producción lo dirige la SEAN a través de un grupo técnico "ad hoc" en el que los aspectos comerciales se integran con la participación de especialistas del antiguo Comité Estatal de Colaboración Económica. El grupo tiene la misión de responder a la pregunta de qué producir, en qué volumen, con qué tecnología y a qué costos. El programa de producción se fundamenta en el análisis de las importaciones de radisótopos, compuestos marcados y radiofármacos, y las proyecciones de desarrollo de la medicina nuclear y las investigaciones biomédicas. Aportan, de una u otra forma, las principales instituciones que durante décadas aplicaron y regularon las técnicas nucleares. Como resultado se concibe un programa donde la demanda determina "el saber hacer" que se necesita y no a la inversa. Este concepto devino esencial en el impacto socioeconómico del CENTIS. En 1988 se crea la Unidad Presupuestada Centro de Isótopos, a través de la Resolución 263 de la Comisión Nacional del Sistema de Dirección y Planificación de la Economía. Su objetivo, agrupar en una misma organización los trabajos de investigación, desarrollo y producción que se realizaban en el CEADEN y el proceso inversionista que comenzaba para el futuro centro.

En 1989 comienza la construcción de las actuales instalaciones del Centro de Isótopos para la producción a escala industrial. El Estado cubano mantiene la prioridad hacia esta inversión aún en las difíciles condiciones económicas de los años 90. La obra se ejecuta con la empresa argentina INVAP S.E., que tiene a cargo proyectos, suministro y puesta en marcha, en una modalidad de participación conjunta y colaboración técnica durante todas las etapas, lo cual favoreció la asimilación tecnológica, la operación y el licenciamiento. Es este segundo período, una etapa de materializar conceptos en beneficio de la medicina nuclear y las investigaciones biomédicas. Se promueve y estimula la producción de radiofármacos en paralelo con el desarrollo de otras aplicaciones, las actividades regulatorias, la formación de especialistas y cuadros, la colaboración internacional y la información científico técnica (figura 1).



Figura 1. Construcción en 1989 de las instalaciones del CENTIS.

Mediados de los 90 hasta la actualidad

La inauguración del Centro en 1995 perfila una tercera etapa de trabajo, caracterizada por la consolidación y organización de una producción nacional que incrementa el saber científico, la independencia tecnológica y el beneficio económico en la aplicación de técnicas nucleares en la economía. Por un lado, se sustituyen las crecientes importaciones y por otro, se asegura la sostenibilidad en el suministro de radiofármacos para la medicina nuclear. Entre finales de los 90 y comienzos del actual siglo, se completa la puesta en marcha de las principales producciones de radiofármacos concebidas en el programa original del Centro. Se regularizan y estandarizan las producciones, asegurando la satisfacción de la demanda nacional en los productos fundamentales de la medicina nuclear. Los productos logran su registro sanitario y las licencias que avalan la existencia de condiciones necesarias en materia de Buenas Prácticas de Fabricación.

La pertinencia en el contexto internacional y nacional

La producción de radiofármacos está dirigida a una especialidad, la medicina nuclear, que está bien posicionada en la asistencia médica a nivel internacional, al ofrecer soluciones diagnósticas y terapéuticas de adecuada y comprobada relación costo-efectividad [1]. Más de 10 000 instituciones en el mundo aplican radisótopos para usos médicos y la mayoría de los procedimientos (sobre el 90%), son para diagnóstico. Anualmente se realizan 35 millones de procedimientos "in vivo" y se estima que en los países desarrollados una de cada 2 personas se benefician con procedimientos de medicina nuclear durante su vida [2].

La escasez de ^{99}Mo , materia prima de partida para la producción de los radiofármacos en base a $^{99\text{m}}\text{Tc}$, origina un interesante y serio debate en torno a la importancia de la medicina nuclear. Una primera lectura de esta situación corrobora la pertinencia de la medicina nuclear en la práctica médica actual, pues ante la escasez de este radionúclido, se han realizado estudios y propuestas sin precedentes a nivel internacional. Una segunda lectura se refiere a que la medicina nuclear es, para ciertos procedimientos, insustituible. Uno de los estudios [3], realizado por el Comité de Productos Médicos para Uso Humano de la Comunidad Europea, órgano no nuclear, tiene la tarea de investigar cuál es el lugar que le corresponden a los radiofármacos en la medicina, su proyección y alternativas. El estudio valora adecuado sustituir algunos protocolos con $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (solo temporalmente en caso de escasez de ^{99}Mo , debido a los costos) por otros que son también de medicina nuclear, pero con radisótopos producidos principalmente en ciclotrones como es el caso del ^{18}F . En gammagrafías pediátricas, de mujeres embarazadas, nódulo centinela, algunas indicaciones particulares del sistema óseo y para tiroides, se plantea que no existen otras

alternativas razonables al uso del ^{99m}Tc . En cardiología, donde la imagen nuclear para perfusión-viabilidad miocárdica es mayoritaria, se considera el uso creciente de técnicas alternativas que emergen con ventajas, pero se prevé que ambas coexistan y se complementen en un enfoque multimodal. En resumen, el estudio reafirma la difundida e imprescindible necesidad de la medicina nuclear en el aporte de imágenes funcionales y moleculares para el diagnóstico y en el tratamiento de determinadas patologías.

En el contexto nacional, Cuba invierte más de un 10% del Producto Interno Bruto (PIB) para asegurar un sistema de salud con acceso universal y gratuito. Es el segundo país de las Américas con el mayor gasto público en salud como porcentaje del PIB [4]. Por ello la producción nacional de medicamentos, en la que se incluyen los radiofármacos, es pertinente para asegurar costos razonables. A las consideraciones económicas, se une el compromiso social, pues pueden existir productos, incluidos los llamados “fármacos huérfanos”, que sean inaccesibles para la medicina cubana debido a restricciones financieras, comerciales y logísticas, en cuyo caso la producción nacional podría ser mandatoria con independencia de los costos, para asegurar los servicios. Existen en Cuba 23 servicios de medicina nuclear, de ellos 11 en la capital, que demandarían radiofármacos en dependencia del fortalecimiento y renovación de su infraestructura, como parte de la necesaria estrategia de desarrollo de la medicina nuclear en el país.

CENTIS satisface la demanda nacional en 12 productos fundamentales de la medicina nuclear, entre ellos los generadores de $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$, el Yoduro de Sodio marcado con Yodo 131, el Fosfato de Sodio marcado con Fósforo 32 y diferentes liofilizados para el marcaje con ^{99m}Tc destinados a gammagrafías de corazón, huesos y del sistema renal. Se introducen paulatinamente radiofármacos para radiosinovectomía, el MIBG diagnóstico y terapéutico y el promisorio ^{90}Y como precursor de radiofármacos terapéuticos. Los productos entregados por el Centro permiten realizar estudios mayoritariamente en oncología nuclear diagnóstica, seguidos por la nefrología nuclear, la cardiología nuclear y la terapia radionuclídica, como se aprecia en la figura 2.

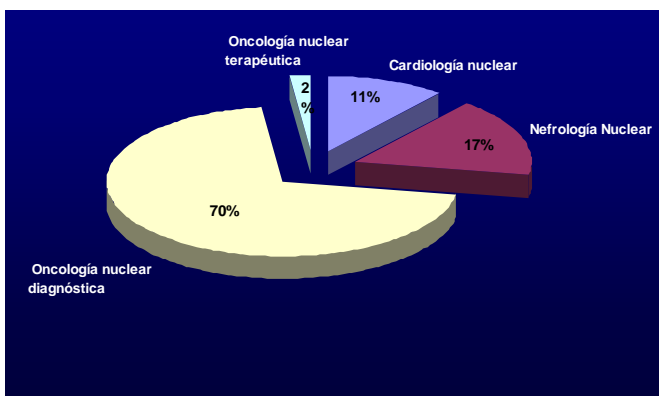


Figura 2. Uso de los productos CENTIS por especialidad médica 2008-2011.

La sostenibilidad

El acceso a la materia prima radisotópica, la infraestructura de producción, la gestión de procesos, el conocimiento, el transporte de materiales radiactivos y la rentabilidad asociada a toda la cadena de suministro son elementos críticos que sustentan la producción de radiofármacos.

La producción de radiofármacos en Cuba se realiza sobre la base de radisótopos importados como materia prima, al no contar con reactores nucleares y ciclotrones de producción. Esta peculiaridad modula nuestro desarrollo y producción de radiofármacos dado que la disponibilidad y acceso a los radisótopos se convierte en factor clave para la sostenibilidad. Ejemplo de ello son la reorientación de investigaciones y desarrollos hacia radiofármacos con ^{90}Y , en lugar del ^{188}Re o el ^{177}Lu y el uso de ^{32}P , aunque no exento de dificultades por su reducida oferta, en lugar del ^{153}Sm . Sin embargo, como se ha mencionado, la mayor preocupación a nivel mundial es la disponibilidad de ^{99}Mo . Su relativa escasez se presenta en cualquier momento, de forma impredecible y en los últimos años las interrupciones de suministro, han sido más frecuentes y extendidas en el tiempo, consecuencia del uso de reactores nucleares de producción que sobrepasan o están en el límite de su vida útil. Hay una excesiva concentración del mercado en 4 organizaciones que poseen el 95% del suministro mundial de ^{99}Mo de fisión, a saber, MDS Nordion de Canadá que tiene el 40%, Covidien-Mallinckrodt de EE.UU. en “joint venture” con NRG de Holanda con el 25% del mercado, IRE de Bélgica con el 20% del suministro y NECSA de Sudáfrica con el 10% del mercado [2]. Aunque estos productores diversifican el uso de reactores, ante las crisis de suministro, los cinco principales reactores que tradicionalmente se han utilizado para la producción de ^{99}Mo de fisión podrían estar fuera de funcionamiento en el 2015. Esto anticiparía una relación oferta/demanda como la expuesta en la figura 3, si no entran en funcionamiento los proyectos de reactores de producción que se acometen actualmente. Es oportuno señalar que hasta el momento las crisis en el suministro de ^{99}Mo no han afectado la medicina nuclear en Cuba, a lo que ha contribuido la política de importaciones mantenida por CENTIS.

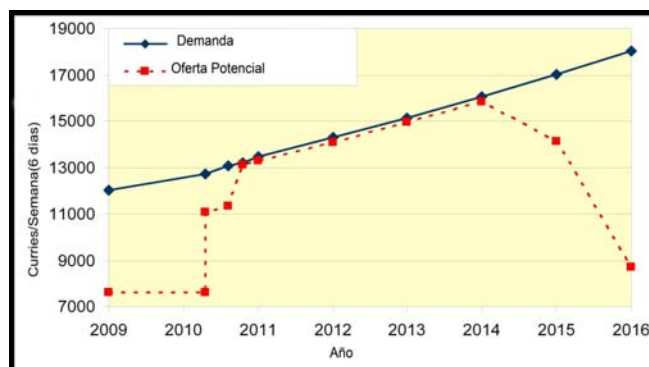


Figura 3. Estimación de la oferta/demanda de ^{99}Mo de fisión.

La infraestructura de producción es un importante reto de sostenibilidad para países en desarrollo. Las exigentes regulaciones de Buenas Prácticas de Fabricación, consideradas por algunos como parte de las barreras no arancelarias, imponen costosas tecnologías, gastos de operación y autorizaciones, que son difíciles de emular por países, que como el nuestro, no poseen un mercado importante para sus radiofármacos. Las operaciones acontecen en un ambiente altamente regulado. CENTIS pertenece a dos industrias, la nuclear y la farmacéutica, que son de las tres más reguladas del mundo y debe cumplir con las exigencias de la tercera, la aeronáutica, para el transporte de sus productos.

El capital humano con conocimientos cada vez más especializados, costosos y exclusivos, la competencia y el aprendizaje, y la gestión de este conocimiento, son factores omnipresentes en la gestión de los procesos de producción de radiofármacos. El hecho de trabajar con sustancias radiactivas para la fabricación de medicamentos, imprime peculiares características a las operaciones. Mantener un ciclo cerrado donde la importación, la investigación-desarrollo, producción, calidad y comercialización (incluida la exportación) transcurren bajo una misma estructura organizativa, es una necesidad en la industria radiofarmacéutica, además de un modelo exitoso en el contexto cubano. Las materias primas fundamentales se desintegran, no pueden ser almacenadas y siguen el principio de “justo a tiempo”. Lograr una cultura de dinamismo en las operaciones y puntualidad en las entregas, es factor decisivo para la calidad diagnóstica o terapéutica y es un resultado imprescindible en la gestión de los procesos que, junto a la calidad de los productos, contribuyen a sostener el mercado de las producciones radiofarmacéuticas.

La Conferencia Internacional sobre Seguridad del Transporte de Materiales Radiactivos, que sesionó en julio de 2003, identificó las demoras y rechazos existentes como un problema para las aplicaciones nucleares a escala internacional. Estos sucesos son el resultado de las decisiones de transportistas comerciales, puertos e instalaciones de manipulación de no aceptar materiales radiactivos, aún cuando los requisitos de seguridad son cumplidos. En consecuencia, se reconoció la necesidad urgente de tener un enfoque universalmente aceptado para la solución de este problema. Cuba participa en el Comité Directivo Internacional creado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en el 2006 y trabaja nacionalmente en concientizar sobre la importancia de este transporte para la sociedad, en la comunicación y transparencia entre todos los factores involucrados en la cadena de suministro y en la información y entrenamiento de los trabajadores relacionados con el transporte de materiales radiactivos. La minimización de los rechazos y demoras en el transporte de materiales radiactivos, a nivel nacional e internacional, es una prioridad en el desarrollo y sostenibilidad de la producción de radiofármacos en nuestro país.

Por último, es importante abordar la rentabilidad que la industria radiofarmacéutica debe lograr para sostenerse. Hay que considerar que:

- Los radiofármacos no están dirigidos a un mercado masivo, sino especializado. Los lotes de producción son significativamente menores comparados con el resto de la industria farmacéutica, excepto para un reducido número de grandes compañías que tienen una importante cuota del mercado mundial.
- El alto costo de puesta en práctica de las regulaciones sanitarias y nucleares dominan todo el ciclo de la industria.
- Los radiofármacos son, mayoritariamente en la actualidad, productos genéricos no sujetos a protecciones de propiedad intelectual, por lo que sus márgenes de utilidad son pequeños.
- La industria tiene altos costos fijos de operación.

Estos elementos, aunque son una importante barrera de entrada para nuevos competidores, plantean quizás el principal dilema de esta industria para países en desarrollo. Favorecer la rentabilidad de la industria radiofarmacéutica pasa necesariamente por tener una sólida y creciente medicina nuclear nacional y una perspectiva exportadora que permita la ampliación sostenida del resultado productivo. Aquí se expresan en números los elementos mencionados de sostenibilidad como la infraestructura de producción, la gestión de procesos, el conocimiento, el transporte de materiales radiactivos y la materia prima radisotópica. Particular atención se mantiene sobre esta última. En septiembre de 2010 la Agencia de Energía Nuclear de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (NEA-OECD) publica un detallado estudio económico sobre el suministro de ^{99}Mo de fisión [5]. Su principal conclusión se centra en que la cadena de suministro es económicamente insostenible y de esa forma es incapaz de incentivar inversiones que aseguren la disponibilidad del ^{99}Mo a largo plazo. En la figura 4 se aprecia la estructura actual de precios que describe el estudio, como porcentaje del total pagado a las instituciones de salud por los seguros para cubrir los procedimientos. Nótese cómo los menores desembolsos se concentran precisamente en los productores del radisótomo, los generadores y en la irradiación en el reactor. Esta situación, unida a la presión que, por razones de no proliferación nuclear, existe sobre los productores para cambiar el uso de blancos de irradiación con uranio altamente enriquecido por blancos de bajo enriquecimiento, incrementando los costos de producción, hace previsible un incremento del precio del ^{99}Mo .

El desarrollo de la producción nacional

La investigación científica, la medicina nuclear y las especialidades relacionadas como la radiofarmacia, tienen un motivador campo en el desarrollo de la llamada medicina personalizada. El papel de la imagen

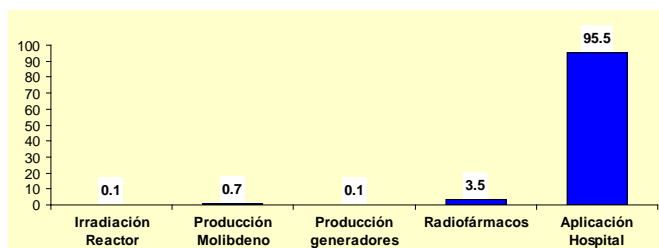


Figura 4. Contribución de cada proceso al precio final en la cadena de suministro del ^{99m}Tc .

nuclear dentro de la imagen molecular, ya demostrada con el uso del ^{18}F -FDG en la tomografía por emisión de positrones (PET), y de la terapia radionuclídica, tienen la potencialidad de acompañar los avances en la biología molecular con la visión de que cada paciente y enfermedad puedan ser individualmente caracterizados y/o tratados a nivel de los procesos moleculares. Temas como nuevos radiofármacos con énfasis en los terapéuticos, desarrollo de instrumentación y sistemas híbridos de imagen, investigaciones no clínicas con imagen nuclear y tecnologías de producción, entre otros, están expresados en diversas líneas de investigación de actualidad.

En el CENTIS el 70% de sus operaciones están relacionadas con productos y servicios fruto de sus propias actividades de desarrollo e innovación. Un amplio y responsable marco de cooperación técnica con el OIEA y de colaboración científica con instituciones nacionales e internacionales ha sido determinante en estos resultados. Un ejemplo son los casi 20 proyectos de investigación-desarrollo ejecutados dentro del Programa Ramal Nuclear dirigidos a nuevos productos y servicios, al aseguramiento de la calidad, la aplicación de Buenas Prácticas y a la creación de infraestructuras que sustenten los resultados. En estos años, el Centro dirige seis proyectos de cooperación técnica con el OIEA y participa en otros dos. Se firman, además, seis contratos de investigación con este organismo. El Centro participa en diversos proyectos de los Acuerdos Regionales Cooperativos para América Latina en el campo nuclear (ARCAL). Existen proyectos multicéntricos nacionales, en diferentes etapas de avance, para radioinmunoterapia de linfomas y tumores de cabeza y cuello.

Una consecuencia importante del desarrollo en la producción nacional son los servicios con técnicas nucleares, que brinda CENTIS a la salud y a las investigaciones biomédicas. Estos han sido una extensión de servicios concebidos inicialmente solo como soporte de las producciones. Así, el control de pureza radionuclídica como parte del control de calidad imprescindible en la producción de radiofármacos, evoluciona en estos 15 años hacia la metrología. El Departamento de Metrología de Radionúclidos del Centro realiza la verificación, calibración y certificación de los activímetros en los servicios de medicina nuclear, como parte de la Red Metrológica Nacional, con el reconocimiento del Buró Internacional de Pesos y Medidas, el Órgano

Euroasiático Metrológico de la Comunidad Europea y el OIEA. El servicio respalda la calidad de las mediciones de actividad que se administra a los pacientes, asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales y evita la erogación de moneda libremente convertible. En el 2005 es Premio de la Academia de Ciencias de Cuba y está acreditado según la ISO 17025. Esta capacidad permite también ofrecer servicios de control de hermeticidad de fuentes selladas para las aplicaciones industriales.

De forma similar los controles de calidad de la producción en biomodelos se han desarrollado hacia servicios de investigaciones no clínicas, incluyendo imágenes gammagráficas. Las investigaciones no clínicas con sustancias radiactivas incluyen el marcaje, farmacocinética, biodistribución, toxicocinética y absorción percutánea de nuevos fármacos y radiofármacos, que apoyan el desarrollo de la industria biofarmacéutica cubana y sus exportaciones. A diversos productos cubanos se le han realizado estos estudios, entre ellos, el PPG, la Melagenina, Vacuna Antimeningocócica, adhesivos titulares, factor de crecimiento epidérmico, Vimang, Heberprot y varios péptidos y anticuerpos monoclonales.

El actual Servicio de Determinación de Analitos (SDA) proviene de actividades iniciales del Centro, relacionadas con la producción de juegos de reactivos RIA/IRMA. Unos años antes se detuvieron estas producciones bajo la premisa de no producir en CENTIS lo que era más barato importar. Como consecuencia, la infraestructura productiva se pone en función del servicio a instituciones hospitalarias. Hoy el servicio realiza más de 50 000 determinaciones anuales en base a técnicas de radioinmunoensayo e inmunoradiometría, cubre unos 20 laboratorios clínicos y servicios de medicina nuclear y ha sido el primero en el país en obtener la Certificación de Buenas Prácticas de Laboratorio.

Los desafíos

El país tiene tres privilegios y su aprovechamiento eficiente, ordenado, fundamentado en la práctica clínica y con visión de futuro permitiría sustentar y enfrentar los desafíos en el desarrollo de la medicina nuclear y, en consecuencia, en la producción de radiofármacos. En primer lugar, la voluntad del Estado cubano, expresada continuamente en la práctica, de mantener capacidades nacionales de producción en CENTIS para beneficio de la medicina nuclear. Segundo, la existencia de capital humano formado en medicina nuclear, radiofarmacia, física médica y otras especialidades que tienen la experiencia y el mérito de lo alcanzado. Luego, la sólida infraestructura nacional dedicada a la investigación biomédica.

Estos privilegios favorecen encarar, en nuestra apreciación, los siguientes desafíos a corto y mediano plazo:

- Mantener lo logrado, nada trivial y quizás lo más retador que enfrentamos dadas las condiciones de sostenibilidad en que nos desenvolvemos.

- Poner en práctica la estrategia de desarrollo de la medicina nuclear y, por ende, de desarrollo de la producción de radiofármacos. Canalizar los servicios que la asistencia médica precisa de la medicina nuclear a tono con el desarrollo internacional de la especialidad y con las necesidades de nuestro sistema de salud. Aunar los trabajos de investigadores, instituciones y proyectos hacia objetivos necesarios, compartidos, valorados económicamente y apoyados. Hay que movilizar y coordinar lo mucho y lo poco que tenemos. La asimilación de la tecnología PET/CT y de producción de radiofármacos PET es parte importante de este desarrollo, sin dejar a un lado la inaplazable necesidad de ampliar y modernizar la tecnología SPECT y otros procedimientos de medicina nuclear en el país.
- Fortalecer las capacidades productivas nacionales y su aseguramiento, que permitan acompañar el desarrollo de la medicina nuclear en el país, incrementar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Fabricación y crear las bases de una perspectiva exportadora creciente y sostenible en el tiempo.

En este entorno de desafíos científicos, tecnológicos, económicos y de gestión, sirva nuestro 15 Aniversario para ratificar el compromiso con la noble misión social que cumplimos.

Referencias bibliográficas

- [1] IAEA. Future Trends in Nuclear Medicine. IAEA Technical Meeting, Viena: IAEA, 2010.
- [2] "Preliminary Report on Supply of Radioisotopes for Medical Use and Current Developments in Nuclear Medicine. SANCO/C/3/HW D (2009) Rev.8, Luxembourg, 30 October 2009.
- [3] European Medicines Agency. Current use and future needs of radiopharmaceuticals labelled with radionuclides produced in reactors and possible alternatives. EMA/150127/2010. May 2010.
- [4] Oficina Panamericana de la Salud (OPS). Situación de Salud en las Américas. Indicadores básicos, 2009.
- [5] The supply of medical radioisotopes: An economic study of the Molybdenum-99 supply chain. NEA No. 6969. OECD 2010.

Recibido: 12 de septiembre de 2012.

Aceptado: 4 de octubre de 2012.