



**Especialización en Enseñanza de las  
Ciencias Experimentales y la Matemática**

**Trabajo Final:**

**“Simulador de exposición a la radiación ionizante  
en personal profesionalmente expuesto,  
para la enseñanza en Educación Superior”**

**Directora: Mg. Gema Fioriti**

**Autor: Lic. Carlos G. Einisman**

**2015**



## Índice

Nota Preliminar.....	4
1. Introducción.....	5
2. Pregunta.....	8
3. Objetivos .....	8
3.1. General .....	8
3.2. Particular .....	8
4. Marco Teórico .....	8
4.1. Imperio de sentido: Texto y contexto de la técnica moderna. ....	9
4.2. Genealogía de la Educación Superior.....	13
4.3. Sentido del imperio: La invisibilización de los técnicos. ....	14
5. Marco Didáctico .....	18
5.1. Ser Docente Tutor en el Programa .....	21
5.2. Ser Estudiante en el Programa .....	23
5.3. Los saberes en el Programa .....	24
5.4. El sistema de gestión de aprendizaje del Programa .....	25
6. Simulador de exposición a la radiación ionizante en Medicina Nuclear para la enseñanza en el nivel superior.....	27
6.1. Memoria Técnica.....	30
6.2. Ejemplo de Secuencia Didáctica .....	36
7. Conclusión .....	42
8. ANEXO I: Elementos de Protección Radiológica. ....	43
8.1. Principios de la Protección Radiológica.....	43
8.2. Técnicas básicas de protección de la irradiación externa .....	46
9. ANEXO II: Programa Universitario de Normalización Técnica Profesional en Medicina Nuclear.....	48
10. ANEXO III: Proyecto Institucional .....	55
11. ANEXO IV: Ralph Linton. (1936). “ <i>Estudio del Hombre</i> ”.....	62
12. Referencias bibliográficas.....	64



## Nota Preliminar

Este trabajo se inscribe en un contexto caracterizado por dos circunstancias personales y profesionales independientes, pero que a su vez sintetizan un cierto “espíritu de época” que hoy vive nuestro país. Por un lado se enmarca en el trabajo que desde Diciembre de 2014 desarrolla la Comisión Nacional de Radiaciones Ionizantes<sup>1</sup> en la promoción de la Buenas Prácticas en Salud, la cual tengo el honor de integrar en representación de la Asociación Argentina de Técnicos en Medicina Nuclear y por otro lado, como cursante de la Especialización en Enseñanza de las Ciencias Experimentales y la Matemática (EECEyM-UNSAM), hecho que me presentó nuevos desafíos, conceptos, interrogantes y herramientas que sirvieron como catalizador de esta síntesis de viejos proyectos y nuevos anhelos que aquí se presenta.

A la fecha, llevo 32 años en la Enseñanza Superior, en general, vinculado a las aplicaciones de las radiaciones en el campo de la Salud. De modo que el simulador que aquí se presenta hubiera facilitado mi trabajo de enseñar y el de los alumnos de aprender, de haber estado disponible antes. Pero otra parte, sólo en el contexto problemático que se plantea en las clases de la Especialización, esa herramienta informática pudo convertirse en parte de una propuesta de sistema de enseñanza más amplio que a su vez, ayude a resolver un problema crónico de nuestra Argentina en relación a la falta de formación de gran cantidad de trabajadores con radiaciones ionizantes en el campo de la salud.

Agradezco los docentes de la EECEyM los aportes realizados, la amplitud en las discusiones y la oportunidad para intentar una solución a situaciones de mi comunidad profesional. En particular agradezco a la Mg. Gema Fioriti, así como las contribuciones de las Lic. Stella Maris Zucco y Victoria Güerci.

---

<sup>1</sup> Superintendencia de Riesgos del Trabajo. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación.

## **“Simulador de exposición a la radiación ionizante en personal profesionalmente expuesto, para la enseñanza en Educación Superior”**

Lo verdadero se borra en lo más verdadero que lo verdadero.  
En lo demasiado verdadero para ser verdadero,  
el reino de la simulación.

Jean Baudrillard

### **1. Introducción**

El uso de las Radiaciones Ionizantes (RI) está cada vez más difundido en diversas áreas de la producción y los servicios, a los 120 años del descubrimiento de los Rayos X por Wilhelm Roentgen y los primeros trabajos de Henri Becquerel. Aplicaciones en Salud (Medicina Nuclear (MN), Radiología y Radioterapia); Industria del Petróleo (perfilaje y sondeo de pozos); Industria Metalúrgica (gamagrafía industrial); Control de fronteras y accesos (monitoreo de personas y mercancías), entre otros usos civiles, son algunas de las aplicaciones con las que convivimos. Algunas personas, lo hacen como trabajadores profesionalmente expuestos usuarios de fuentes radiantes (en adelante: “usuarios”), otros como pacientes y casi todos como público. Y en este último caso, no siempre advertidos de la situación.

La Protección Radiológica (PR) es la disciplina que estudia las medidas de cuidado y manejo seguro de estas fuentes de radiación y sus fuentes de conocimiento son básicamente la Física, la Biología y las Ciencias de la Salud. Probablemente, la forma tradicional en la que se ha enseñado la PR tenga que ver con su genealogía en las Ciencias Exactas, dividida en Teoría y Práctica. En el caso específico de la PR en MN, típicamente se ha utilizado la secuencia: Teoría; Problemas; Trabajos Prácticos y Prácticas Supervisadas. En el caso argentino, todos los usuarios que manipulan material radiactivo deben poseer un Permiso Individual (PI) emitido por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), para lo cual los contenidos básicos de la PR conforman parte sustancial de la formación obligatoria requerida para su solicitud.

Dado el perfil de este trabajo, se presentan apenas algunos conceptos elementales de PR a fin de poder comprender los contenidos a los que se refiere. Un desarrollo más completo sobre estas nociones se incluye en el ANEXO I.

Básicamente, para un dado radioisótopo gamma emisor, la dosis de radiación en un punto es directamente proporcional al tiempo de exposición y a la tasa de emisiones radiactivas (o “Actividad”) e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la fuente emisora. En las aplicaciones antes enunciadas, es muy frecuente la utilización de blindajes plomados para reducir la dosis para emisiones tipo Gamma o de Rayos X. El aumento del espesor del blindaje reduce en forma exponencial la dosis recibida. En el caso de fuentes extensas (no puntuales), como las utilizadas en la práctica, se dispone de tablas que indican el Factor de Acumulación o “Build Up” debida a diferentes interacciones de la radiación electromagnética con el material absorbente.

Tal como se presenta en la expresión (1):

$$H_{p(10)} \equiv \frac{\Gamma A t}{d^2} B e^{-\mu x} \quad (1)$$

Donde:

$H_{p(10)}$  = Eqiv. Dosis Personal [mSv].  
 $\Gamma$  = Constante Específica de Emisión Gamma [mSv. m<sup>2</sup>/h.MBq].  
 $A$  = Actividad [MBq].  
 $t$  = Tiempo de exposición [h].  
 $d$  = Distancia a la fuente [m].  
 $B$  = Factor de Build Up.  
 $e$  = Base logaritmos neperianos.  
 $\mu$  = Coeficiente de atenuación lineal [1/cm].  
 $x$  = Espesor del blindaje [cm].

A fin de visualizar el impacto de cada una de las variables en la dosis recibida por un usuario, el docente puede mostrar una figura (Gráfico 1) donde se observa la diferencia entre las pendientes correspondientes a cada variable (tiempo, distancia y espesor del blindaje). Así, por ejemplo, aumentos milimétricos en el espesor del blindaje produce reducciones más importantes en la dosis recibida, que el aumento de la distancia en metros, más allá de lo impracticable que pueda resultar

en un servicio de salud, sea por la necesidad de operar cerca del paciente, sea por las dimensiones limitadas de un laboratorio o sala.

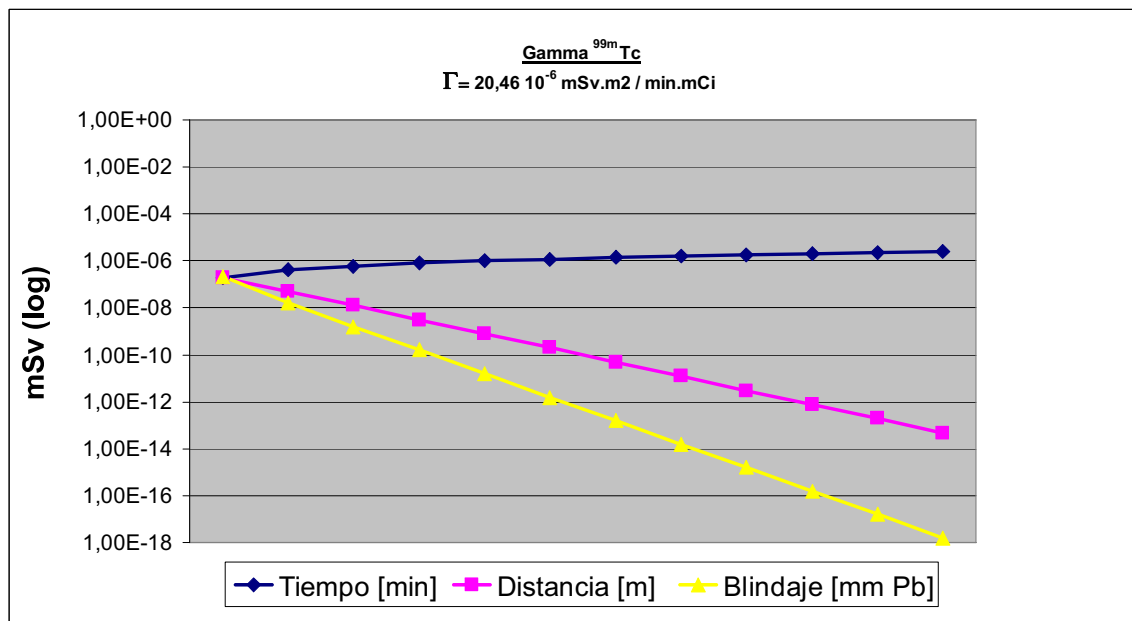


Gráfico 1: Efecto del aumento del tiempo, la distancia y el blindaje sobre la dosis, para fotones gamma de 140 Kev.

De todo esto se desprende que la minimización del tiempo de exposición, el aumento de las distancias y especialmente el uso de los blindajes apropiados, significará llevar la dosis del trabajador a un valor tan bajo como sea razonablemente posible.

No obstante todos los miembros de esta comunidad de usuarios conocen la teoría y sus medidas prácticas de implementación, la correlación observada *grosso modo* en su aplicación es, en el mejor de los casos: pobre<sup>ii</sup>. Sin duda, este caso guarda cierta semejanza con el tabaquismo, donde casi todos los consumidores *saben* que fumar es perjudicial para la salud, aunque no todos lo *creen*. O sea, no obstante saber: fuman. Pareciera que las acciones están regidas por las creencias configuradas como hábitos, más que lo ordenado por el conocimiento erudito. Así, el túnel que comunica el saber y el creer, se resquebraja cuando el río que fluye

<sup>ii</sup> Esta opinión es compartida por distintos docentes, inspectores y reguladores involucrados en las diferentes áreas de aplicación de la RI.



por encima es el cuidado de sí y de los otros. Excede a este texto realizar una “Hermenéutica del Sujeto Irradiado” y queda para un trabajo futuro el impacto de los llamados Factores Humanos en este campo disciplinar.

## **2. Pregunta**

A partir de lo manifestado en relación a la baja implementación sistemática y cotidiana de las medidas básicas de PR en los usuarios profesionalmente expuestos, se dispara la siguiente pregunta:

¿Cómo cambiar la forma de enseñar PR, de modo tal, de lograr una reducción de las dosis recibidas en el uso de fuentes abiertas de radiación, fomentando una mayor conciencia radioprotectiva que lleve a un mejor nivel de cuidado cotidiano en los usuarios?

## **3. Objetivos**

### **3.1. General**

Presentar una secuencia didáctica que integra el uso de simuladores en la enseñanza de la PR, para su uso en el Educación Superior.

### **3.2. Particular**

Orientar su aplicación al Programa Universitario de Normalización de Técnicos en Medicina Nuclear (en adelante el “Programa”), que se detalla en el ANEXO II y cuyo Proyecto Institucional conforma el ANEXO III.

## **4. Marco Teórico**

En este capítulo, intentaremos una reflexión sobre el contexto simbólico y práctico en el que este trabajo y sus objetivos se plantean. Estos son: La Técnica, la Educación Superior y los Técnicos de la Salud (TS). Como se presenta en el Programa (ANEXO II), la realidad es que aproximadamente la mitad de quienes ocupan actualmente posiciones técnicas en MN carecen de la formación. Y este fenómeno, aunque crónico, no puede ni debe pasarse por alto y nos obliga a pensarlo y pensarnos.

#### **4.1. Imperio de sentido: Texto y contexto de la técnica moderna.**

Nuestro mundo es un mundo técnico. Profunda y esencialmente técnico. Esto incluye, además de las tecnologías con las que convivimos, también las creencias éticas, morales, religiosas y jurídicas. A modo de texto de sensibilización para un eventual uso en el aula se adjunta (Anexo IV) el esclarecedor fragmento del antropólogo Ralph Linton. Gracias a la elegante referencia genealógica de los objetos que pueblan nuestro cotidiano, se pone en evidencia que en el mundo moderno, el objeto nos llega descontextuado, histórica y simbólicamente. El encubrimiento de este secuestro se muestra como una pretendida neutralidad instrumental de las cosas, consideradas de antemano como meros utensilios. En nuestra civilización, está legitimado el carácter de instrumento sea el que impera sobre cosas y personas, más allá de ciertas prevenciones morales o políticamente correctas. Esta consideración previa de su *carácter* configura un fondo donde las cosas y el mundo se nos hacen visibles y comprensibles. Y es, en un cierto sentido, profundamente matemática, tal y como plantea Heidegger<sup>1</sup>:

**Τά μαθηματά** (Τά ματέματα) significa para los griegos aquello que el hombre ya conoce por adelantado cuando contempla lo ente o entra en trato con las cosas: el carácter de cuerpo de los cuerpos, lo que las plantas tienen de planta, lo animal de los animales, lo humano de los seres humanos. A esto ya conocido, es decir, a lo matemático, aparte de lo ya enumerado también pertenecen los números. Cuando vemos tres manzanas sobre la mesa nos damos cuenta de que son tres. Pero es que ya conocemos el número tres, la triplicidad. Esto quiere decir que el número

es algo matemático. Es precisamente porque los números representan del modo más imperioso eso que es siempre ya conocido y por lo tanto son lo más conocido de las matemáticas, por lo que el nombre de matemáticas quedó reservado para todo lo tocante a los números. Pero esto no quiere decir en absoluto que la esencia de las matemáticas esté determinada por lo numérico.

La mundialización de la técnica y su cosmovisión esencialmente matemática, fue anterior y a su vez, condición de posibilidad del fenómeno de globalización mercantil de finales del siglo XX. Comprender el carácter técnico de nuestro mundo es una tarea necesaria y diferente de reflexionar sobre su esencia.

En los primeros párrafos de “La Pregunta por la Técnica”, Heidegger<sup>2</sup> advierte:

*La técnica no es lo mismo que la esencia de la técnica. Si buscamos la esencia del árbol, debemos advertir que aquello que rige a todo árbol en tanto árbol, no es ello mismo un árbol que se pueda encontrar entre los demás árboles.*

*Así pues, también, la esencia de la técnica no es total y absolutamente nada técnico. Por tal motivo, nunca experimentaremos nuestra relación con la esencia de la técnica, mientras nos limitemos a representar o ejercitar lo técnico, conviniendo con ello o bien rehuyéndolo. En todas partes permanecemos esclavos, encadenados a la técnica, tanto que la afirmemos apasionadamente como que la neguemos. Más fuertemente aun estamos entregados a la técnica cuando la consideramos como algo neutral; pues esta representación, que se acepta hoy especialmente con gusto, nos hace completamente ciegos para la esencia de la técnica.*

Este párrafo final resulta, al menos, inquietante. Es con esta aparente neutralidad que se impone su hegemonía. El discurso científico-técnico se presenta como una nueva religión sin dioses, en detrimento de los alicaídos monoteísmos tradicionales<sup>3</sup>. De modo que la herejía contemporánea ya no es en relación a la fe, sino a la técnica moderna. Ésta es el nuevo fantasma que recorre el mundo, atravesando (o más propiamente, organizando) en su camino los más diversos discursos. La técnica moderna hoy alberga tanto a los otrora enemigos de la

Guerra Fría como a los antiguos enemigos por la fe. Allí encuentran cobijo tanto el monoteísmo residual como el progresista discurso científico. ¿Acaso el intento de reconocer a la ciencia como nueva religión es solamente una herética provocación? No. Se intenta pensar el problema de la desmesura discursiva y el poder, más que aludir a su circunstancial contenido, siempre arbitrario, transitorio y conjetural.

Ahora, en el pleno imperio del discurso científico técnico, en este momento de la consumación de la esencia de la técnica como técnica moderna, las cosas, las gentes y el mundo se nos presentan de un modo singular: como **recursos** de la más diversa laya. Todo es recurso en la técnica. Es en este contexto donde se consolida la alienación como destino planetario. No sólo la alienación subjetiva moderna, que Marx describe en su obra, también puede pensarse como formas de alienación a la reconversión de la tierra, el cielo y el agua, como cantera y yacimiento para la explotación extractiva (incluido el bienintencionado concepto “Desarrollo Sustentable”); la mutación de los acontecimientos en meros datos para la información y hasta la transformación del quehacer humano hacia la actual noción de trabajo productivo, considerando de antemano al humano que hace como “Mano de obra”; “Recurso Humano”; “Capital Humano”; etc. Y el *etcétera* quiere decir aquí: las mil formas como se intenta edulcorar la explotación productivista. Lo que se quiere poner en evidencia es el carácter de fuente de materia prima transformable o de energía transformadora que va recharacterizando progresivamente a las cosas y las gentes, con grados cada vez más altos de indiferenciación. Desde el mundo natural hasta el sentido común de los colectivos humanos.

Ese estado de yacimiento nos dice también que las cosas yacen en un cierto estado. Este yacer resulta coincidente con cierto significado de estar. Yacer y estar coinciden, como lo hacen subyacer y suponer a través de las voces *subjectum* e *hipokeímenon*. Lo sub-puesto implica al sub-jecto, es decir, al sujeto. Su dimensión gnoseológica es el resultado de la compleja operación metafísica,

de cuño cartesiano, que conforma los inicios de la modernidad. En esa época se fue desplazando la referencia de la verdad desde la Revelación bíblica hacia el cogito subjetivo, aquello *cierto e inconcuso* que buscaba Descartes<sup>4</sup>. En apenas 300 años, se fue consolidando un proceso de *desdivinización* o pérdida de dioses (Heidegger, 1996)<sup>5</sup>, un rápido reemplazo de las singularidades vinculadas al suelo y asociadas a cierto estado mágico presente en los relatos de distintos pueblos, por el discurso religioso primero y científico-técnico después. La posibilidad de ese *pase*, ha caracterizado los últimos 200 años de Occidente. Esto no sólo se dejar ver en el desarrollo del productivismo industrial hacia el capitalismo, sino que atraviesa también a los socialismos. El estatuto preeminente del discurso y código científico-técnico ha pasado por la *Cortina de Hierro* con pasaporte diplomático. Su imperio se ha ido consolidando progresivamente y con alcance planetario, con indiferencia de lenguas, culturas, religiones e ideologías.

En el actual estado de consumación de la esencia de la técnica moderna como proyecto científico-técnico, lo humano ya ocupa la posición de interfaz. En tanto que la multiplicación descontrolada e incontrolable de productos y datos es una muestra del carácter tautológico, más que teleológico, del productivismo. La aceleración terminó absorbiendo a la velocidad. El vértigo reemplazó a la linealidad de la razón suficiente y la causa final.

Esto también impacta en el sentido que organiza la labor educativa, ya que en la medida que ésta se mantenga sólo en la perspectiva racionalista, seguirá siendo parte fundamental del aparato reproductor de una ideología que niega su propio carácter, lógicamente, como modo de afirmarse. Esa afirmación ha tenido diferentes formas a lo largo de los siglos. En la actualidad y en la mayoría de los países, la diferenciación entre trabajadores, técnicos y profesionales se da fundamentalmente por vía de la certificación de la formación (credencialismo). La relación entre conocimiento y posición social tiene su propia historia y cuenta aun con instituciones que lo aseguran en el presente, a los fines de consolidarlo.

## 4.2. Genealogía de la Educación Superior

La transmisión de antiguas sabidurías y conocimientos prácticos es conocida ya entre griegos, hindúes, árabes, hebreos y romanos. Entre estos últimos, el emperador Vespasiano (siglo I D.C.) fue el primero en remunerar a los maestros encargados de enseñar Elocuencia a los jóvenes destinados al servicio público y hasta la caída del Imperio, funcionaron escuelas denominadas Imperiales y el Atheneum, fundada por Adriano. En el siglo VIII de nuestra era, Carlomagno impulsó la habilitación de escuelas junto a conventos y catedrales donde se impartía fundamentalmente formación religiosa cristiana, aunque también existían las escuelas municipales, dependientes de los ayuntamientos y palatinas, vinculadas a las cortes. El crecimiento del estudiantado y el fuerte apoyo político y económico llevaron a la fundación de la Universidad de París para los estudios de Teología y la de Bolonia para los de Jurisprudencia. Paulatinamente, se fueron ampliando las disciplinas impartidas y se adoptaron distintas formas de organización y gobierno. El término latino *universitas* significó originariamente “universalidad, totalidad”; “colectividad”; “gremio” y sería a partir de la aparición de las Universidades de Bolonia y París a fines del siglo XII, que pasaría a significar *universitas scholarum* “la colectividad de los estudiantes” (Corominas, 1983)<sup>6</sup> y *universitas magistrorum et scholarium*, “la corporación o hermandad de los maestros y los estudiantes”, quienes se reunían libremente y sin trabas de fronteras o nacionalidades, a fin de conocer los diferentes materiales de estudio, escasos y esparcidos, para formarse una cierta idea, e idea cierta, acerca de ellos (Montaner y Simón, 1897)<sup>7</sup>.

Actualmente, tres de las instituciones occidentales más antiguas y aún vigentes son: Nobleza, Iglesia y Universidad. En los últimos 300 años, la otrora imperante Nobleza, ha ido perdiendo poder político, territorial y vigencia. Por la propia dinámica del poder, resulta esperable entonces que nuevas ideas e instituciones reemplacen paulatinamente a otras del pasado, reconfigurando así el escenario simbólico, político e institucional. Es precisamente en la Europa del siglo XII,

cuando Iglesia y Nobleza eran aún las instituciones dominantes, donde nace la Universidad. Las universidades de hoy otorgan Grado y Título (académico) a los ciudadanos, inclusive en aquellos países donde la Nobleza todavía no ha sido abolida. Así vemos como ciertas formas de segmentación social atraviesan los cambios de época en nuevas instituciones, así como ciertas voces lo hacen en nuevas acepciones<sup>iii</sup>.

### **4.3. Sentido del imperio: La invisibilización de los técnicos.**

El alcance de la dimensión histórica del tema que nos ocupa, requiere de un ejercicio cuasi arqueológico para rastrear sus profundas marcas en la matriz simbólica de Occidente.

Hace unos 2400 años, durante el Siglo de Oro de la filosofía griega, más precisamente en la obra de Platón<sup>8</sup>, se va instalando una división dual del mundo entre lo Inteligible y lo Sensible, a favor de la verdad del inteligible mundo de las Ideas. Su discípulo Aristóteles<sup>9</sup> discute el dualismo topológico de su maestro, proponiendo un dualismo ontológico que jerarquiza, entre otras cosas, la noción de causa por sobre la de efecto, a la vez que establece una lógica excluyente, que opone las diferencias y sigue en plena vigencia. Las observaciones de Aristóteles en relación a los que hoy se siguen considerando trabajadores (que poseen experiencia) y los profesionales (que conocen las causas), se corresponde perfectamente con la situación contemporánea:

*“En efecto, los hombres de experiencia saben bien que tal cosa existe, pero no saben porqué existe; los hombres de arte, por lo contrario, conocen el porqué y la causa. Y así afirmamos verdaderamente que los directores de obras, cualquiera que sea el trabajo de que se trate, tienen más derecho a nuestro respeto que los simples operarios; tienen más conocimiento y son más sabios, porque saben las*

---

<sup>iii</sup> Llama la atención que ciertas palabras de cuño nobiliario, como las ya nombradas Grado y Título sean mantenidas, aunque resignificadas, en las nuevas instituciones.

*causas de lo que se hace; mientras que los operarios se parecen a esos seres inanimados que obran, pero sin conciencia de su acción, como el fuego, por ejemplo, que quema sin saberlo. En los seres inanimados una naturaleza particular es la que produce cada una de estas acciones; en los operarios es el hábito. La superioridad de los jefes sobre los operarios no se debe a su habilidad práctica, sino al hecho de poseer la teoría y conocer las causas. Añádase a esto, que el carácter principal de la ciencia consiste en poder ser [54] transmitida por la enseñanza. Y así, según la opinión común, el arte, más que la experiencia, es ciencia; porque los hombres de arte pueden enseñar, y los hombres de experiencia no. Por otra parte, ninguna de las acciones sensibles constituye a nuestros ojos el verdadero saber, bien que sean el fundamento del conocimiento de las cosas particulares; pero no nos dicen el porqué de nada; por ejemplo, nos hacen ver que el fuego es caliente, pero sólo que es caliente.*<sup>iv</sup>

Esas nociones griegas, montadas sobre las distintas formas de organización en clases sociales, se difundieron más tarde en el mundo conocido de su época de la mano de la expansión imperial romana y su posterior asociación con el Cristianismo. La influencia del pensamiento clásico griego regresa a Europa en el siglo XIII de la mano de las traducciones de árabes como Averroes y aporta a la preparación de los profundos cambios que se advierten primero en el Renacimiento y más claramente, en relación al tema que nos ocupa, en la modernidad filosófica y el nacimiento del método científico. La preeminencia de la hermenéutica bíblica por sobre la observación, se aprecia en la resignificación del término latino *experimentum* desde su sentido medieval al contemporáneo (Heidegger, 1996)<sup>10</sup>.

La desconfianza en el mundo sensible, que Descartes reitera en sus "Meditaciones Metafísicas"<sup>11</sup>, se funda entonces en una tradición que ya llevaba, desde Platón, 20 siglos de vigencia. Ese descrédito también se traslada a quienes trabajan con sus manos (en lugar de sólo especular) y se advierte claramente en

---

<sup>iv</sup> N.A: El resaltado en negrita es nuestro.



los tres estratos diferenciados en que se dividían quienes se ocupaban del arte de curar de la Francia del siglo XVI: Los médicos (miembros de la Facultad de Medicina), los cirujanos (pertenecientes a la Cofradía de Saint Côme) y los barberos-cirujanos (que eran los últimos en categoría). La historia de Ambrosio Paré (1510-1590), considerado padre de la cirugía moderna y médico de cinco reyes europeos, es fuertemente ilustrativa del impacto de esa antigua instalación de sentido, aunque excede el motivo de estas páginas.

La invisibilidad de quienes realizan la tarea técnica se fue instalando como una característica inherente y así, naturalizada y adoptada como uso y costumbre. Aparece expuesta en el siglo XVII en grabados que muestran talleres de alquimia, ya en los albores de la química y tomaría unos 300 años, recién a finales del siglo XX, para que comenzara a ser puesta en palabras. Tal como se observa en distintos estudios que abarcan diferentes épocas y regiones. Tales como sobre el laboratorio de Boyle<sup>12</sup>, en laboratorios de estudios biológicos del Brasil<sup>13</sup>; sobre los Técnicos de la Salud en Argentina<sup>14</sup> o en las condiciones laborales de los técnicos radiólogos de la Provincia de Buenos Aires<sup>15</sup>.

Reafirmando lo planteado en un texto anterior<sup>16</sup> (2012):

Pero así como comprendemos la genealogía del fenómeno, entendemos también que no se trata apenas de invisibilidad, sino de invisibilización, efecto del acto de invisibilizar. En nuestro caso: se sustantiviza como efecto de un verbo. Verbo que, persistentemente pronunciado y actuado por otros, ha ido lentamente instalando sentido, moldeando prácticas y así, condiciones de vida y trabajo. Al punto que, por vía de la formación y el ambiente laboral, termina siendo introyectado por los propios TS. Quienes también, en algunos casos, se perciben a sí mismos apenas como una imagen devaluada de ese otro que ostenta la palabra: el que nombra; el que cuenta. Poco importa si ese otro es persona física o jurídica, Estado Provincial o entidad supranacional. Ese es el invisible poder del sentido. Constituye así nuestro frente de lucha más difícil por su sutileza y potencia simbólica. En la medida en que todavía, en grandes segmentos de nuestra comunidad sanitaria,

forma parte del “sentido común”.

La imprescindible contextualización (histórica, sociológica, económica o jurídica) de los efectos (sociales, psicológicos, laborales o sanitarios) de la invisibilidad y los procesos de invisibilización, aun activos y vigentes, nos podrán permitir ubicarla; pero no necesariamente esa referenciación nos abrirá a la cabal comprensión de su dimensión simbólica. Es así que la invisibilización de los Técnicos resulta un anacronismo inaceptable en la época de la masificación de la educación superior. Siendo a su vez ese espacio formativo, un ámbito propicio para la deconstrucción de los prejuicios que permanecen instalados en el imaginario colectivo. Toda vez que, cuando no se los deconstruye, simplemente se los reproduce. De este modo, las instituciones formadoras reproducen los prejuicios del pensamiento hegemónico toda vez que no instalan estas cuestiones tan acuciantes como fundamentales.

Que la mitad de las posiciones técnicas en MN en la Argentina de hoy estén ocupadas por personas que trabajan en condiciones irregulares con materiales que entrañan peligros para sí mismos y para otros, no es solamente un absurdo inadmisibles en cualquier otra profesión en salud, ni un problema estadístico de los analistas de RRHH en salud o las autoridades regulatorias de la actividad, sino que es un tema irresuelto que vuelve a presentarse en el entramado laboral contemporáneo. Es en este marco que se dan las relaciones del trabajo y su conflictividad, la cual se expresa más claramente en las ocupaciones que involucran tareas consideradas riesgosas o insalubres.

La resignificación del valor del saber en el hacer, indica el nexo entre la problemática general del contexto epocal y el ámbito específico donde el pensar se hace cosa: el Programa. Allí se intentará recuperar los saberes de quienes viene haciendo para pensar juntos modos de hacerlo mejor desde un punto de vista del cuidado de sí y de los otros.

## 5. Marco Didáctico

Desde una perspectiva didáctica la propuesta realizada es un Sistema Didáctico para la Protección Radiológica a desarrollarse en entornos virtuales, con encuentros presenciales teóricos-prácticos. Por lo tanto, se propone como un lugar de diálogo entre generaciones en torno a los valores, saberes y habilidades implicadas en prácticas profesionales específicas y que se constituyen como el dominio donde la relación tiene lugar y sentido, delimitando a su vez, sus alcances y límites. Esta relación pedagógica se plantea como sumamente rica y compleja. Hacia su interior se configuran tanto los roles docente y estudiante, como los conceptos, saberes y los conflictos sociales y de visibilización profesional cuyo reconocimiento y transformación convocan al encuentro que funda esta relación. La finalidad es la transformación de las personas en su desarrollo profesional y la transformación de la realidad laboral y social de estos trabajadores invisibilizados. De este modo planteamos ampliar el campo de la didáctica hacia una didáctica específica para la enseñanza de la Protección Radiológica cuyo nicho conceptual está conformado que podrá ser fundamentada utilizando las categorías aportadas por la didáctica general, la didáctica de la matemática, las leyes de radioprotección y las teorías de enseñanza en entornos virtuales. Dentro del Sistema Didáctico diseñado para la enseñanza de la radioprotección se encuentran los saberes, los docentes y los estudiantes inmersos en una relación mayor conformada por la episteme y la tekne, interrelacionadas por la praxis y la phronesis.

La episteme es considerada en sentido platónico, en tanto toma al conocimiento como una creencia justificada, como verdad, que, dado el campo de acción en el que se desarrolla, implica necesariamente una praxis, es decir una acción que difiera de la pura contemplación. Lo que desemboca en la tekne, un procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos que tiene como objetivo obtener un resultado determinado y efectivo en el campo de la Protección Radiológica. Sin embargo, esto es sólo un plano del sistema didáctico que requiere necesariamente de otra dimensión: la phronesis, como modo de reflexión sobre cómo y por qué se

debe actuar en radioprotección para su mejora, lo cual se dirige a una reconsideración de la episteme.

Así, la acción pedagógica, se constituye como herramienta para la mejora de la calidad en las prácticas profesionales y las condiciones de vida y trabajo de los estudiantes. Estos participantes, tienen diferentes trayectorias formativas y laborales, lo cual además de ser debidamente registrado, debe ser tomado en cuenta a la hora de pensar el lugar en y desde el cual se piensa la actividad pedagógica en el Programa, que es el de la recuperación y resignificación del valor de la Phronesis, ya que: "*Práctica y teoría están indisolublemente unidas, independientemente de la carga -si es que se pudiera separar- que cada una de ellas tienen.*"<sup>17</sup>

Esta sabiduría práctica que menciona Aristóteles en su *Ética Nicomaquea* presenta, como tantos otros conceptos, desafíos de traducción.<sup>18</sup> Pero más allá de las precisiones técnicas en la traducción erudita, en el campo educativo y específicamente en la implementación del Programa, es de vital importancia comprender su impacto. En este sentido, Korthagen<sup>19</sup> señala que la *episteme* se caracteriza por los siguientes rasgos:

- está dirigida al conocimiento de varias situaciones;
- utiliza conceptos generales;
- se basa en la investigación científica;
- es *conceptual*: nos ayuda a entender varias situaciones.

En contraste, la *phrónesis*:

- está dirigida a la acción concreta, en una situación específica;
- centra su atención en aspectos específicos de la situación (ciertos "indicios");
- se basa en las experiencias propias de cada uno;

- es *perceptual*: forma nuestra percepción acerca de situaciones específicas.

Para que esto sea posible, la simulación es el recurso didáctico que relaciona los saberes y su efectivo desenvolvimiento en la práctica. El uso de simuladores, en cualquiera de sus versiones, **mediatiza** la tríada didáctica: saber, docente, estudiantes, de modo que la praxis y la phrónesis sean puestas en juego y revisadas en el aula. Para ello las secuencias didácticas planteadas para la utilización de estas herramientas deben entretrejer:

- Teoría;
- Análisis de situaciones problema con visualización dinámica y proyección de dosis anual;
- Situaciones problema en simulador con Elementos de Protección Personal (EPP), en escenarios de trabajo (MN; Petróleo; etc.); y
- Trabajos Prácticos supervisados con fuentes radiantes (no ionizantes e ionizantes) integrados a la interfaz virtual.

Cabe destacar que el Sistema Didáctico presentado no es sólo una componente no distintiva de este proyecto sino que se configura como una novedad en el campo de la didáctica.

En la actualidad, los procesos de enseñanza y de aprendizaje en las comunidades virtuales se explican a partir de una teoría de aprendizaje emergente para la era digital: el conectivismo<sup>20</sup>. El conectivismo se nutre de teorías anteriores: el constructivismo, el aprendizaje significativo y el socio-constructivismo, y se basa en los siguientes lineamientos:

- El aprendizaje se enfoca en ambientes informáticos rápidamente cambiantes.

- El aprendizaje y el conocimiento ocurren compartiendo con otros, es decir participando en comunidades.
- El conocimiento es libre.
- El conocimiento es continuo y abre multiplicidad de caminos.
- El conocimiento es interactivo, genera protagonismo.

Analizaremos a continuación los cuatro elementos **que intervienen en la organización del sistema de enseñanza**: Docentes Tutores; Estudiantes; Saberes y el Sistema de gestión de aprendizaje.

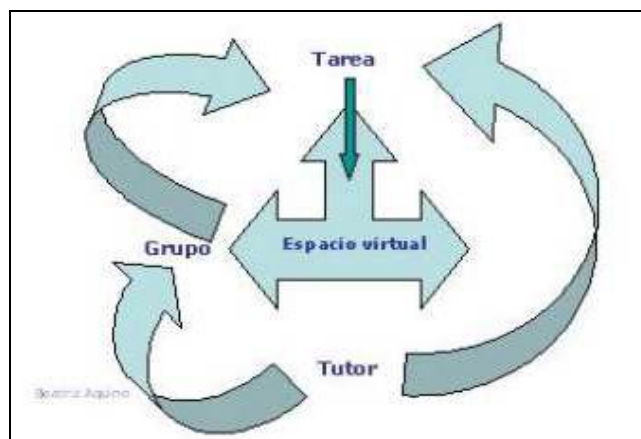
### **5.1. Ser Docente Tutor en el Programa**

Dado que el Programa propuesto se desarrollará mayormente en entornos virtuales, el rol tutorial requerirá de los docentes participantes habilidades específicas que deberán desarrollar para desempeñar tareas de enseñanza en dichos entornos. Un tutor virtual tiene mucho en común con un docente presencial, sin embargo, las características propias del medio donde desarrollará su labor implican claras diferencias entre el profesor presencial y el tutor virtual. En los entornos virtuales el estilo comunicativo del tutor es un elemento clave: discernir cuáles son las actividades más apropiadas para cada momento del curso, saber cómo afrontar los posibles conflictos que surjan a lo largo del trayecto.

El tutor ocupará un lugar esencial, muchas actividades que llevará a cabo coinciden con las de un docente presencial en el marco de las teorías del aprendizaje señaladas antes, en el sentido que deja de ser quien transmite sus conocimientos para pasar a ser el mediador entre los estudiantes y los contenidos, es gestor de la dinámica de estudio, interlocutor con cada estudiante y facilitador del aprendizaje, ofreciendo orientación y acompañamiento, priorizando la autonomía y el protagonismo del estudiante.

Sin embargo, el hecho de no tener a los estudiantes cara a cara es todo un desafío: el docente tutor se convierte en la persona encargada de lograr el éxito del curso y evitar el abandono, como también de promover el contacto entre los participantes. Trabaja para poder conformar una comunidad de aprendizaje en la que cada integrante pueda alcanzar los objetivos partiendo de sus saberes previos y a su vez adaptándose activamente a la propuesta metodológica y académica del curso.

El docente tutor será el que conecte al grupo de estudiantes con la tarea, solo a través de sus actividades cotidianas y de sus habilidades para desempeñarse en el aula virtual; a través de su gestión, los estudiantes lograrán centrarse en la tarea y cumplir con los objetivos, por eso es considerado como primer estructurante, primer referente para cada uno de los cursantes. Si el docente tutor está presente, activo y predispuesto, el grupo avanzará hacia el objetivo e irá adquiriendo autonomía en el trabajo. Beatriz Aquino<sup>21</sup> representa lo expresado antes, por medio de la figura 2:



**Figura 2.**

La novedad de la propuesta formativa, el desconocimiento de la modalidad, el cambio de escenario producen necesariamente una cierta desestructuración en todos los participantes: docentes tutores, estudiantes y también de la organización como totalidad. Mencionaremos las dificultades que podemos detectar en un análisis a priori:

- Transferencia al entorno de las dificultades para establecer vínculos con la tarea y con los pares: “esta plataforma no es amigable”, “esto es muy despersonalizado”.
- Expresiones que muestran temor a no ser reconocido, frases tales como: “¿están ahí?”, “¿me escuchan?” “Hace una hora que le escribí a un compañero y no me respondió”, “no los encuentro”, “estoy solo”.
- Dificultad ante la palabra escrita: “no entiendo la consigna”, “no logro explicarme”, “esto no es lo que hay que hacer”.
- Ruidos en la comunicación, ya sea por problemas entre las personas o por falta de conocimiento/entrenamiento en el uso de las herramientas de la plataforma.

Para sortear estos desafíos en la construcción de aprendizajes significativos es menester poseer docentes tutores con un estilo comunicativo eficaz. Una comunicación eficaz, implica claridad y precisión tanto en el contenido del mensaje como en el estilo comunicativo. Por lo que será fundamental que el tutor esté atento al discurso de los integrantes del curso para lograr la permanencia de todos en un clima que favorezca el trabajo colaborativo. El trato cordial, activo y responsable es imprescindible para lograr éxito de la enseñanza y el aprendizaje en el entorno virtual. Finalmente cabe resaltar que uno de los ejes clave será la comunicación mediada por la tecnología como una acción comunicativa que tiene una lógica inclusiva, que abre alternativas para todos, a partir de la singularidad y la heterogeneidad.

## **5.2. Ser Estudiante en el Programa**

Se estima que los destinatarios serán el 50% del personal que ocupa posiciones técnicas en Medicina Nuclear, que carecen actualmente de formación, titulación y Permiso Individual de Uso de Radioisótopos, emitido por la Autoridad Regulatoria



Nuclear. Se trata de adultos que vienen desempeñándose en condiciones irregulares en el ejercicio profesional. Por ende, el adulto que iniciará su formación virtual en el Programa aquí propuesto será una persona que busca mejores perspectivas laborales y actualización profesional. Por lo general, estará exigido por muchas actividades que ocupan su tiempo. No hay que olvidar que se trata de un sujeto adulto, libre y responsable, capaz de hacer elecciones significativas y emitir juicios acerca de la importancia que un determinado aprendizaje puede tener, por lo que es necesario identificar bien sus características particulares valorando su experiencia de vida, rescatando sus conocimientos previos, para que sirvan de base de los nuevos aprendizajes.

En cualquier grupo en el que más de dos personas empiecen a estudiar juntas, encontraremos grandes diferencias. A pesar de que todos están recibiendo las mismas explicaciones y hacen las mismas actividades y ejercicios, cada miembro del grupo aprenderá de manera distinta y avanzará mejor en unas áreas que en otras. Esta heterogeneidad de los estudiantes y sus diversos estilos de aprendizaje, pueden ser factores determinantes para el éxito o el fracaso de los procesos enseñanza y de aprendizaje. También encontraremos diferencias debidas a la edad, al género, la profesión, la localización geográfica, el nivel educativo, los conocimientos previos, cargo, etc. Con el fin de planificar y adecuar la formación ofrecida atendiendo a dicha diversidad, se realizará un Registro Especial de los candidatos al Programa, tal como se detalla en 8.4.1. (Anexo III)

### **5.3. Los saberes en el Programa**

En el desarrollo del Programa de Normalización se propone la cursada de diversos módulos satisfacen la Resolución CFE 34/2007 y la Resolución ARN 75/2004 (ver Anexo II), donde se desarrollarán, entre otros, los siguientes tópicos:

### Boques Generales

- Salud pública
- Organización y gestión de las instituciones de salud
- Condiciones y medio ambiente de trabajo
- Actitudes relacionadas con el ejercicio profesional
- Primeros auxilios
- Comunicación

### Bloques Específicos de Medicina Nuclear

- Biología
- Radiofarmacia
- Instrumentación y procedimientos tecnológicos específicos
- Radioprotección
- Atención del paciente
- Organización y gestión de tareas
- Informática aplicada a la especialidad

El Programa incluye la realización de instancias presenciales donde se realizarán ejercicios, demostraciones y visitas técnicas a instalaciones médicas e industriales que utilizan radioisótopos y radiaciones ionizantes. Además contempla instancias de evaluación de carácter obligatorio. Los participantes que hayan aprobado todas las evaluaciones recibirán el Certificado de Aprobación.

#### **5.4. El sistema de gestión de aprendizaje del Programa**

Un sistema de gestión de aprendizaje o Learning Management System (LMS) o Campus Virtual es un software instalado en un servidor web que se emplea para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación no presencial (o e-learning).

Las principales funciones de los LMS son:

- gestionar usuarios,
- gestionar recursos tales como materiales y actividades de formación,
- administrar el acceso,
- controlar y hacer seguimiento del proceso de aprendizaje,
- realizar evaluaciones,
- generar informes,
- gestionar servicios de comunicación como foros de discusión, videoconferencias, entre otros.

Como medio de gestión de aprendizaje para el Programa propuesto pensamos un campus virtual educativo, es decir una plataforma para dictar los cursos y gestionar material educativo en entornos privados a través de Internet.

Con este fin, se han ideado una serie de recursos de apoyo a los procesos enseñanza y de aprendizaje. En relación con la enseñanza de la PR, se propone un simulador de exposición a la radiación ionizante en Medicina Nuclear, para la enseñanza en el nivel superior, compuesto de tres fases:

- Simulador numérico.
- Simulador interactivo en entorno de Medicina Nuclear del tipo “Job Simulator” para PC.
- Actividades supervisadas con material radiactivo en entorno real.

Actividades de apoyo:

- Video Tutoriales.
- Rúbrica de evaluación del trabajo y participación de los cursantes.

Se detallan a continuación cada uno de estos recursos.

## **6. Simulador de exposición a la radiación ionizante en Medicina Nuclear para la enseñanza en el nivel superior**

Los programas de simulación y visualización han demostrado ser herramientas potentes en la enseñanza de la matemática y de las ciencias experimentales. La integración de las herramientas de cálculo en una interfaz amigable, permitirá el ensayo en diferentes escenarios de situaciones operativas propias de las diversas ramas de la industria y los servicios, pero sin los peligros asociados a la contaminación o exposición real a la RI.

Se desarrolló un simulador numérico de uso áulico, que a su vez será integrado a un simulador de tareas que por sus características interactivas, similares a las de los videojuegos, resultará más accesible a las cohortes de estudiantes y en programas de actualización profesional o normalización, que los métodos tradicionales de enseñanza.

La presencia de las tecnologías de la información y la comunicación en la sociedad y en el sistema educativo es un dato innegable en los últimos años. El impacto de la tecnología transformó profundamente las formas de producir riqueza, de interactuar socialmente, de definir las identidades y de producir y hacer circular el conocimiento. Las tecnologías se plantean así, como un hecho trascendente y apremiante, esto conlleva a un replanteo del lugar que debe cumplir hoy en día la formación técnico-profesional en Medicina Nuclear.

El uso de entornos de aprendizaje informáticos modifica el tipo de saberes que se puede enseñar, así como también el conjunto de estrategias didácticas y problemas. En consecuencia, es necesario transformar los modos en que se evalúa y se da soporte a los estudiantes teniendo en cuenta las características de la tecnología. Tanto desde el punto de vista de los estudiantes como desde el de los docentes, el saber debe ser la esencia de la interacción con la tecnología. Sin embargo, este conocimiento no puede simplemente leerse en la pantalla, sino que

debe surgir como resultado del proceso de interacción con la computadora. La existencia, versatilidad y potencia de la tecnología hacen posible y necesario reexaminar los procesos de enseñanza y de aprendizaje en Medicina Nuclear.

En consecuencia, proponemos un recurso didáctico para la enseñanza de Protección Radiológica Operativa con fuentes abiertas en Medicina Nuclear diseñado en un programa en código abierto para su libre uso y adaptación por parte de docentes y alumnos/as<sup>v</sup>. El recurso de aprendizaje informático es una herramienta esencial para enseñar, aprender y promover la protección radiológica dado que proporciona visualizaciones de conceptos matemáticos, físicos y químicos, que facilitan la organización y el análisis de datos y hacen cálculos con eficacia y exactitud, pudiendo apoyar la investigación de los estudiantes. Se espera que al disponer de esta herramienta tecnológica los alumnos/as puedan centrar su atención en tomar decisiones, reflexionar, razonar y resolver problemas ligados a mejores prácticas operativas en lo referente al trabajo con fuentes abiertas en Medicina Nuclear.

Éste ambiente constituye lo que Arcavi y Hadas<sup>22</sup> denominan “laboratorio virtual” en el cual los estudiantes pueden interactuar, investigar y aprender. Los autores reconocen 5 etapas que deben estar presentes para que dichas prácticas áulicas innovadoras resulten convenientes para el desarrollo de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Toda situación problema llevada a cabo en ambientes computarizados dinámicos debe ofrecer a los alumnos/as:

- la visualización,
- experimentación,
- la sorpresa,
- la retroalimentación,
- necesidad de pruebas y demostraciones.

---

<sup>v</sup> El recurso se realizó utilizando el software libre GeoGebra.

Tal como plantean Arcavi y Hadas creemos fundamental que los estudiantes logren establecer el vínculo existente entre el mundo mecánico observado en la pantalla de la computadora y generador de la sorpresa, el mundo teórico, basado en leyes matemáticas, físicas y químicas; además creemos fundamental agregar a estos universos el mundo laboral real, en dónde desempeñarán su labor junto a otros individuos. La experiencia indica que no es obvio para los estudiantes formalizar la relación entre estos mundos, aun habiendo percibido la necesidad de establecer dicho vínculo. Por ello son fundamentales las intervenciones del docente en este paso de la pantalla de la computadora a la Protección Radiológica Operativa con fuentes abiertas en Medicina Nuclear, estableciendo así un proceso de retroalimentación que infunda y alimente la necesidad de justificar, probar y demostrar aquello que en un comienzo fue visualizado. A modo de resumen de las ideas expuestas en el presente apartado presentamos el siguiente diagrama (Figura 3):

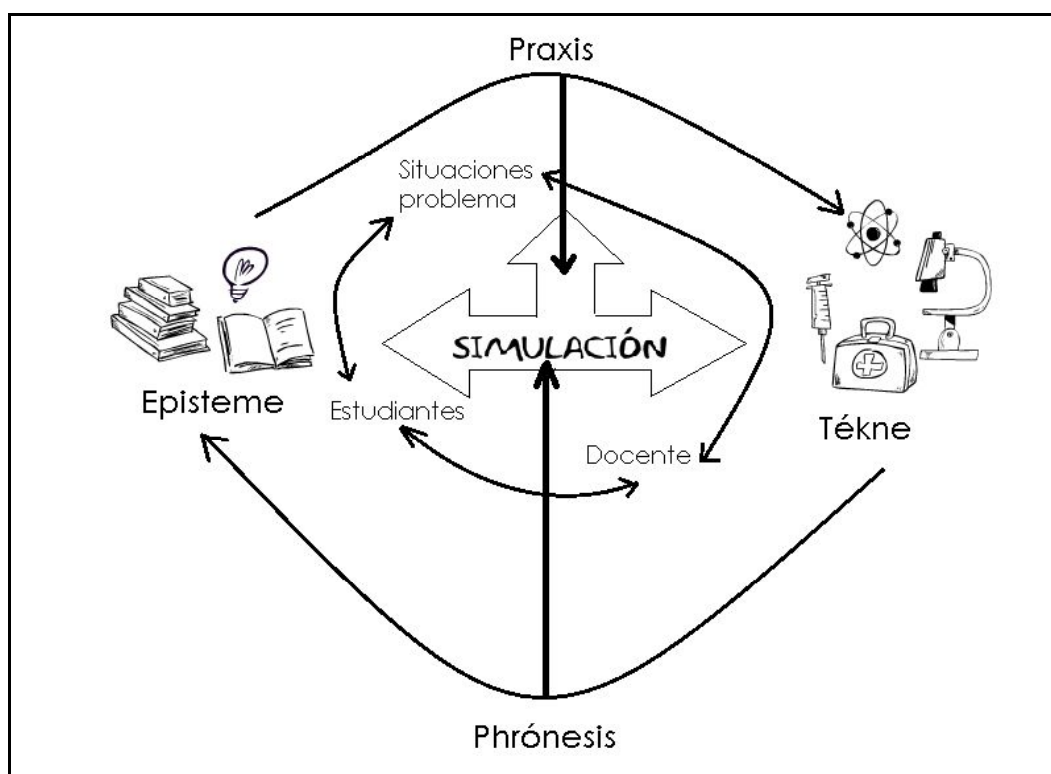


Figura 3

La dosimetría anual es la sumatoria de las dosis de radiación que los usuarios reciben cotidianamente. En condiciones normales, el aporte de una operación en particular es en general pequeño y difícil de ponderar con los métodos usuales de registro dosimétrico diferido, tales como el film monitor o la dosimetría termoluminiscente. Un objetivo del simulador es mostrar que el resultado dosimétrico obtenido a fin del año laboral (H), se debe fundamentalmente al **modo** de realizar las tareas cotidianas, tomando en cuenta los días trabajados en un año calendario y según la jornada de trabajo (J) seleccionada por el usuario.

La secuencia planteada para la utilización de estas herramientas es:

- a. Teoría.
- b. Análisis de situaciones con visualización dinámica y proyección de dosis anual.
- c. Problemas en simulador con EPP, en escenarios de trabajo (MN; Petróleo; etc.).
- d. Trabajos Prácticos supervisados con fuentes radiantes (no ionizantes y ionizantes) integrados a la interfaz virtual.

### **6.1. Memoria Técnica**

En la Figura 4, se muestra una captura de pantalla del prototipo del simulador numérico desarrollado. Este configura el primer paso en la presentación del problema de operar fuentes abiertas de radiación ante los alumnos.

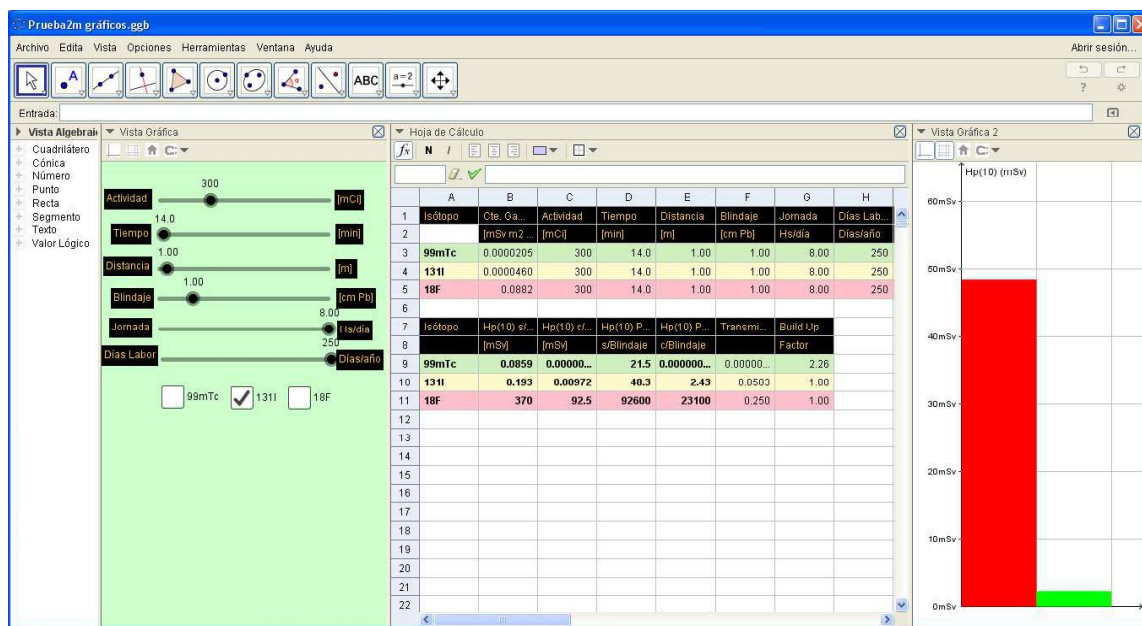


Fig. 4. Captura de pantalla del Simulador numérico para uso en el aula.

El programa utilizado (Geogebra) permite la visualización por separado de cada una de las vistas. En nuestro caso, de Izq. a Der. se observa:

- **Vista algebraica:** Permite el acceso a los pasos y parámetros de programación. De utilidad para cambiar o agregar radioisótopos, modificar rangos de valores, etc.
- **Vista Gráfica:** Muestra y permite la variación de las variables físicas y las de condiciones de trabajo, dentro del rango asignado.
- **Planilla de Cálculo:** Muestra dos grupos de valores.
  - Filas 3; 4; 5: variables independientes seleccionadas por medio de los deslizadores (A; t; d; x; J; H).
  - Filas 9; 10 ;11:
    - $H_{p(10)}$  de una práctica sin y con blindaje.
    - $H_{p(10)}$  proyectada anual sin y con blindaje.
    - La fracción transmitida de radiación gamma.



- El factor de “Build Up” (B) calculado.
- **Vista Gráfica 2:** Muestra en gráfico de barras, el valor de la  $H_{p(10)}$  proyectada sin blindaje (Der.) y con blindaje (Izq.).

Una decisión de diseño, es que el simulador permita mostrar gráficamente para una situación dada, la proyección de Equivalente de Dosis Personal sin y con la utilización de blindajes, a fin exponer el resultado de las decisiones generales y modos de operar con fuentes radiantes.

En la Vista Gráfica, sobre la izquierda de la pantalla, se pueden seleccionar las variables, a saber:

- **Por casilla de verificación:** El isótopo a graficar entre los 3 más utilizados en MN:  $^{99m}\text{Tc}$ ;  $^{131}\text{I}$ ;  $^{18}\text{F}$ . A cada cual corresponde una Constante Específica de Radiación Gamma<sup>23, 24</sup> ( $\Gamma$ ).
- **Por medio de deslizadores:** Las variables físicas presentes en la expresión 1 (A; t; d; x), más las asociadas a las condiciones de trabajo del usuario (J; H) en particular (Tabla 1):

**Tabla 1: descripción de las variables físicas y de condiciones de trabajo.**

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Rango [min; máx]</b>	<b>Unidad</b>
<b>A</b>	Actividad	[0;1000]	mCi
<b>t</b>	Tiempo de exposición	[0;480]	min
<b>d</b>	Distancia a la fuente	[0,01;20]	m
<b>x</b>	Espesor del blindaje (Pb)	[0;5]	cm
<b>J</b>	Duración de Jornada Laboral	[0;8]	h/día
<b>H</b>	Días trabajados por año	[0;250]	días/año

Las variables físicas representan las de una situación en particular cuyo aporte de dosis se desea conocer y proyectar anualmente. Por ello, se ha diseñado el programa de modo que el valor del tiempo de exposición de una práctica (t), no pueda seleccionarse mayor a al valor de la duración de la Jornada Laboral (J).

El Factor de Build Up (B) o factor de acumulación, es función de la energía incidente, del tipo de material absorbente y el espesor utilizado como blindaje. Los valores para los polinomios de regresión surgen de mediciones experimentales publicadas<sup>25</sup>. Se ajustaron polinomios de grado 10 para  $^{99m}\text{Tc}$  y  $^{18}\text{F}$ , y grado 15 para  $^{131}\text{I}$ . Se tomó esta decisión a efectos de evitar los errores por interpolación, que es la técnica utilizada habitualmente en la bibliografía<sup>26</sup>. Para el rango de valores considerado, se obtuvo una correlación aceptable a efectos de la simulación.

Sobre el margen derecho de la pantalla se muestran dos gráficos de barras:

- Izq: Equivalente de Dosis Personal ( $H_{p(10)}$ ) [mSv] anual proyectado como resultado de realizar una cierta operación **sin** la utilización de blindaje.
- Der: Equivalente de Dosis Personal ( $H_{p(10)}$ ) [mSv] anual proyectado como resultado de realizar una cierta operación **con** la utilización del espesor de blindaje seleccionado.

La escala de colores dinámica responde al criterio que surge de la Normativa vigente<sup>27,28</sup> (Anexo I) y la elección de los colores, por asociaciones usuales, tales como los semáforos de tránsito urbano:

- Verde:  $H_{p(10)}$  [mSv] proyectada cumple la condición ( $0 \leq H_{p(10)} \leq 0,75 \cdot J$ )  
Este valor se considera ACEPTABLE.
- Amarillo:  $H_{p(10)}$  [mSv] proyectada cumple la condición ( $0,75 \cdot J < H_{p(10)} \leq 20$ )

Este valor se considera TOLERABLE.

- Rojo:  $H_{p(10)}$  [mSv] proyectada cumple la condición ( $20 < H_{p(10)} \leq 50$ )  
Este valor se considera INACEPTABLE como valor medio de 100 mSv 5 años.
- Negro:  $H_{p(10)}$  [mSv] proyectada cumple la condición ( $H_{p(10)} > 50$ )  
Este valor se considera INACEPTABLE en cualquier situación.

Para mostrar una primera aproximación al efecto de las variables físicas (Izq.) y condiciones de trabajo en la dosimetría anual proyectada (Der.), pueden habilitarse solamente las ventanas gráficas del Geogebra (Fig. 5). En este caso, sólo se graficará el isótopo seleccionado previamente por medio de la casilla de verificación y mostrará su comportamiento en función de los valores de las magnitudes físicas y de condiciones de trabajo seleccionadas.

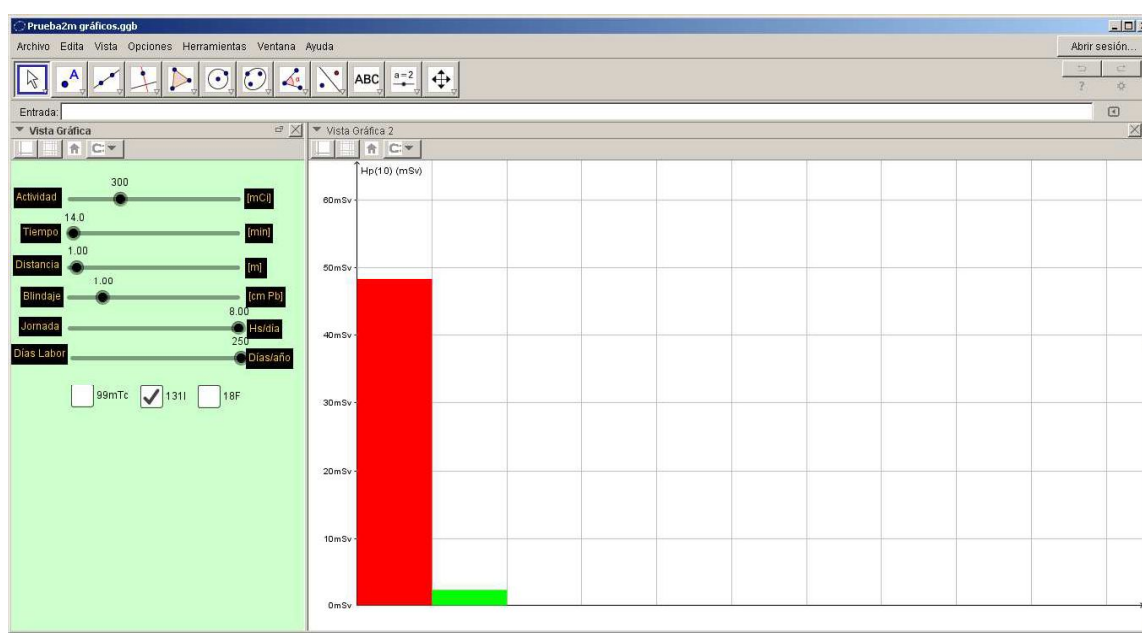


Figura 5: Captura de pantalla del Simulador numérico sólo con Vistas Gráficas.

En cambio, de habilitarse además la vista de la Planilla de Cálculo (Fig. 6), en el centro de la pantalla se agrega la planilla de cálculo donde el docente puede

mostrar las variaciones en los valores numéricos de  $H_p(10)$  de los 3 radioisótopos simultáneamente, aunque sólo se grafica a la derecha el seleccionado previamente por medio de la casilla de verificación. Esto permite mostrar, por ejemplo, la importancia de utilizar los blindajes apropiados para cada isótopo, poniendo de manifiesto la influencia del valor de la energía de emisión Gamma en la capacidad de un blindaje plomado de un espesor determinado.

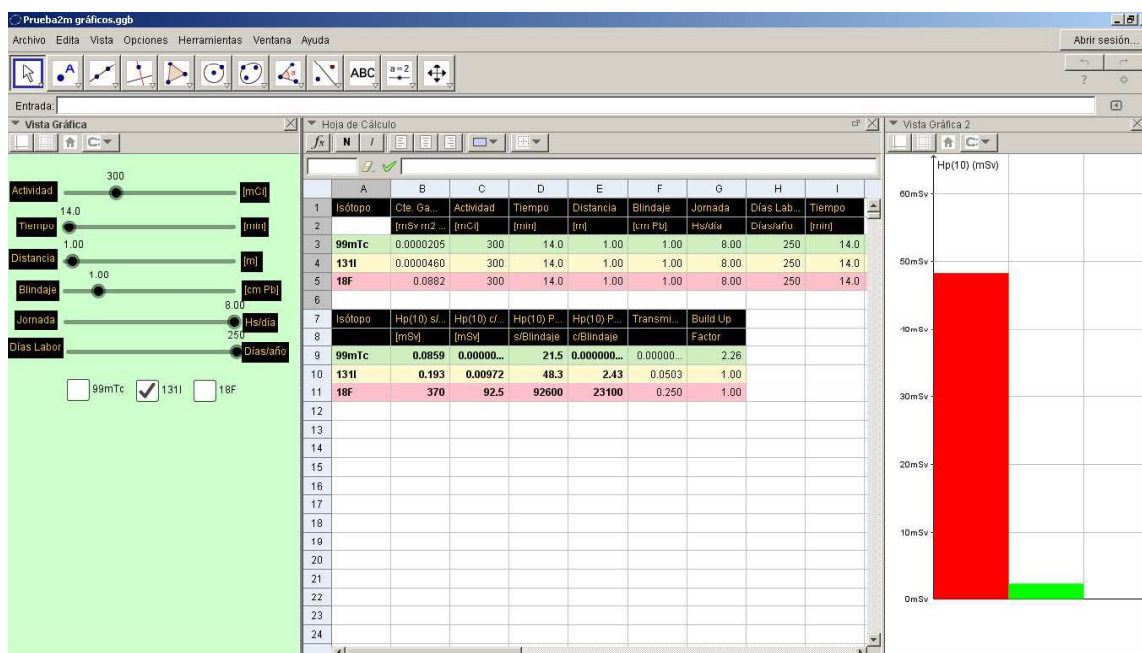


Fig. 6: Vistas Gráficas 1 y 2 y Planilla de Cálculo.

En el ejemplo de la Fig. 6, se observa que en las mismas condiciones de Actividad, Tiempo y Distancia, un blindaje de 1 cm de espesor de Pb, transmite fracciones muy diferentes de la radiación incidente (Tabla 2):

Tabla 2. Fracción transmitida de Radiación Gamma

Isótopo	Energía de Emisión Gamma [KeV]	Transmisión (@ 1cm Pb)
$^{99m}\text{Tc}$	140	$17.5 \cdot 10^{-18}$
$^{131}\text{I}$	364	$5.03 \cdot 10^{-2}$
$^{18}\text{F}$	511	$2.50 \cdot 10^{-1}$

## 6.2. Ejemplo de Secuencia Didáctica

En los apartados anteriores se ha mencionado que en el campo de la RP sucede que los profesionales y futuros profesionales, si bien poseen un conocimiento teórico del campo, sus medidas prácticas de implementación son de escasa sistematicidad. Sabemos que, para que se produzca una mejora en la enseñanza y el aprendizaje de la RP, es necesario generar Secuencias Didácticas que pongan en relación la Episteme y la Techne, interrelacionadas por la Praxis y la Phrónesis. Es por ello que presentamos a continuación una Secuencia Didáctica que no pretende ser exhaustiva ni prescriptiva, sino ejemplificadora del uso mediatizador del simulador.

**Nombre: *Exposición a la radiación ionizante en personal profesionalmente expuesto.***

**Secuencia de actividades:**

1. La Constitución de la República Argentina establece en su artículo N° 41:

*Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.*

*Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.*

*Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales. Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.*

- a. ¿Conocés normas que contengan los presupuestos mínimos de protección? En caso de conocer, mencioná cuáles.
2. La Protección Radiológica es la disciplina que estudia las medidas de cuidado y manejo seguro de las fuentes de radiación. En la Argentina la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) es la institución del Estado dedicada al control y fiscalización de la actividad nuclear. Ingresá al siguiente enlace: <http://www.arn.gov.ar/> y navegá por el sitio web.
- a. ¿Conocías la ARN?
  - b. En la sección *Información para el usuario* se puede acceder al *Marco Regulatorio* y dentro del él a las *Normas Regulatorias*. ¿Tenías conocimiento de todas ellas? ¿Qué quiere decir que en la Argentina las normas tienen un carácter de “desempeño”?
  - c. Entre las *Normas Regulatorias* buscá y leé la Norma Básica de Seguridad Radiológica (AR 10.1.1.) ¿Cuáles son los límites y restricciones de dosis para la exposición ocupacional?
3. Leé con atención el siguiente fragmento extraído del manual “*Radioprotección en las aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes*”:

*Durante el desarrollo de una práctica con radiaciones ionizantes existen dos formas de exposición:*

- ✓ *Irradiación externa.*
- ✓ *Contaminación interna.*

*La irradiación externa es característica en el trabajo con fuentes encapsuladas y se da, por ejemplo, en prácticas tales como el radiodiagnóstico y la radioterapia.*

*La contaminación interna es característica en las prácticas que utilizan fuentes abiertas. Esta contaminación con material radiactivo en el organismo puede tener lugar por distintas vías de entrada, tales como, la ingestión, la inhalación o*

*directamente a través de la piel. Los trabajadores pertenecientes a la medicina nuclear están expuestos a este tipo de riesgo y a la irradiación externa.*

*Tanto la dosimetría de la irradiación externa como la dosimetría de la contaminación interna, con fines de protección radiológica, tienen por objetivo final la determinación de las dosis equivalentes en diferentes órganos y tejidos del cuerpo humano y, principalmente, de la dosis efectiva.*

Mencioná formas de evitar la contaminación con material radiactivo que deberían implementarse en la práctica profesional.

4. El conjunto de técnicas de protección para la radiación tiene por objeto reducir las dosis en las personas expuestas, de manera que se mantengan por debajo de valores preestablecidos y tan bajo como sea razonablemente alcanzable. Ingresá al archivo GeoGebra *Sistema simulador de exposición a la radiación ionizante en Medicina Nuclear*.

El simulador permite mostrar gráficamente para una situación dada, la proyección de Equivalente de Dosis Personal sin y con la utilización de blindajes. En la Vista Gráfica, sobre la izquierda de la pantalla, se pueden seleccionar las variables, a saber:

- **Por casilla de verificación:** El isótopo a graficar entre los 3 más utilizados en MN:  $^{99m}\text{Tc}$ ;  $^{131}\text{I}$ ;  $^{18}\text{F}$ . A cada cual corresponde una Constante Específica de Radiación Gamma<sup>29, 30</sup> ( $\Gamma$ ).
- **Por medio de deslizadores:** Las variables físicas presentes en la expresión 1 (A; t; d; x), más las asociadas a las condiciones de trabajo del usuario (J; H) en particular.

Mientras que la Vista Gráfica 2 muestra en gráfico de barras, el valor de  $\text{Hp}_{(10)}$  proyectado sin blindaje (Der.) y con blindaje (Izq.).

a. Observá las variables físicas presentes y completá la siguiente tabla:

Variable	Concepto	Rango [min; máx]	Unidad
<b>A</b>	Actividad	[0;1000]	
<b>t</b>	Tiempo de exposición	[0;480]	
<b>d</b>	Distancia a la fuente	[0,01;20]	
<b>x</b>	Espesor del blindaje (Pb)	[0;5]	
<b>J</b>	Duración de Jornada Laboral	[0;8]	
<b>H</b>	Días trabajados por año	[0;250]	

- b. Seleccioná un isótopo y modificá las variables: ¿qué podés observar en la Vista Gráfica 2?, ¿qué sucede con el valor de la  $H_{p(10)}$  proyectado sin blindaje (Der.) y con blindaje (Izq.)?
- c. Seleccioná el isótopo  $^{131}\text{I}$  y resolvé:
- Colocá todas las variables físicas en 0. ¿Qué se visualiza en la vista gráfica? ¿Por qué?
  - Aumentá las diversas variables: ¿qué observás?
  - ¿Hay alguna forma de lograr que el valor de la  $H_{p(10)}$  proyectado sin blindaje sea igual al valor con blindaje? ¿Cómo?
  - José trabaja con radiación ionizante, su jornada laboral es de 8hs por día, lo que cumple 250 días al año. En general manipula una actividad de 300 mCi de  $^{131}\text{I}$ , durante 14 minutos y a una distancia de 1 metro. ¿Cuál es el valor de la  $H_{p(10)}$  proyectado sin blindaje y con utilizando un blindaje plomado de 1 cm. de espesor?



- v. ¿Qué sucede con valor de la  $H_{p(10)}$  proyectada si las condiciones laborales de José se mantienen pero logra aumentar a 2,5 metros su distancia a la fuente? ¿Por qué creés que pasa esto? ¿Cómo se explica matemáticamente?
  - vi. Suponiendo que José debe exponerse al trabajo con la fuente por 20 minutos a una distancia de un metro. ¿Qué sucede con valor de la  $H_{p(10)}$  proyectada?
  - vii. Se ve modificado el valor de la  $H_{p(10)}$  proyectada si se utiliza o no blindaje?
  - viii. ¿Qué decisiones generales en pos de lograr un bajo valor de  $H_{p(10)}$  podría tomar José en su trabajo al operar con fuentes radiantes?
- d. Compará el valor de la  $H_{p(10)}$  proyectado en los distintos isótopos para un profesional que cumple con la siguiente situación:

Actividad	50
Tiempo de exposición	10
Distancia a la fuente	1
Espesor del blindaje (Pb)	1
Duración de Jornada Laboral	8
Días trabajados por año	240

- i. ¿Qué podés observar? ¿Todos los isótopos afectan de igual manera?
  - ii. ¿Qué sucede si se varía el espesor del blindaje?
5. Un trabajador llega a primera hora del lunes al Servicio de MN a fin de marcar material radiactivo para ser usado durante la mañana. Recibe un generador de  $^{99}\text{Mo}$ - $^{99\text{m}}\text{Tc}$  de  $A=1$  Ci y el tiempo de la elusión es de 3

minutos. Calcular el Equivalente de Dosis Personal ( $H_{p(10)}$ ) que recibe el trabajador al eluir, en las siguientes situaciones:

- a. Sin blindar el frasco de elusión, a 0,5; 1,0 y 2,0 m de distancia.
- b. Conteniendo el frasco de elusión con un blindaje de 5 mm de Pb de espesor, a 0,5; 1,0 y 2,0 m de distancia.
- c. ¿De qué modo redujo al mínimo la exposición: alejándose o utilizando blindajes apropiados?
- d. Si realiza esta operación durante 50 semanas al año, indique la dosis anual proyectada con y sin uso del blindaje indicado.
- e. La Jornada de trabajo es de 4 hs/día. Comparar los valores obtenidos con la Restricción de Dosis y el Límite Individual.

## 6. TRABAJO DE REELABORACIÓN GRUPAL:

Cumpliendo con lo establecido en el artículo 3º del Decreto N° 1172/2003 sobre la elaboración participativa de normas, la ARN pone a disposición de la ciudadanía los proyectos de elaboración o modificación de Normas Regulatorias para la presentación de opiniones y propuestas.

En equipos de cuatro participantes revisarán los contenidos y actividades hasta aquí trabajados y propondrán mejoras a alguna de las normativas vigentes. Para ello completarán y entregarán a modo de Trabajo de Evaluación el "*Formulario para la presentación de opiniones y propuestas en el procedimiento de elaboración participativa de normas*" presente en la página web de la ARN en la sección [Elaboración participativa de Normas Regulatorias](#).

## 7. Conclusión

Consideramos que el Sistema Didáctico propuesto constituye una innovación tanto en el campo de las Didácticas Específicas como en la propia Protección Radiológica, toda vez que no sólo permitirá una mejora en su enseñanza, sino que redundará en una disminución de las dosis de radiación de los trabajadores profesionalmente expuestos impactando positivamente en el cuidado de su salud y la de las generaciones futuras.

Para que ello sea posible es necesaria la creación de Secuencias Didácticas que reviertan la modalidad actual de la enseñanza de la RP. Para ello, teoría y práctica profesional deben entretorse mediante una reflexión crítica. El objetivo no es lograr profesionales con un alto bagaje teórico que luego, en un abuso de autoconfianza, no cumplan con las normas de RP, sino formar generaciones capaces de reflexionar sobre las leyes y teorías físicas y por ello, sean capaces de implementar buenas prácticas laborales, e incluso propongan mejoras e innovaciones creativas.

Las decisiones que los docentes implementen en el aula serán determinantes en el tipo de relación que los futuros profesionales tendrán con el saber y el mundo laboral. Es por ello que se propone construir y debatir los conceptos que subyacen a la RP mediante el uso del Simulador. Así, por ejemplo, conclusiones populares en este ámbito como: *“El aumento de la distancia a la fuente de irradiación se traduce en una reducción de la tasa de fluencia de energía y, por consiguiente, de la tasa de dosis, dado que se cumple la ley de la inversa de los cuadrados de las distancias.”*, no deben ser “dadas” por el docente como una fórmula mágica sino que pueden ser construidas por los estudiantes en la discusión entre lo observado en la interfaz gráfica del software, los preconceptos y lo normado. Todo esto en vista de una mejora de las condiciones de trabajo y preservación de la salud de los profesionales expuestos.

## **8. ANEXO I: Elementos de Protección Radiológica.**

### **8.1. Principios de la Protección Radiológica<sup>31</sup>**

#### **Principio de justificación**

Cualquier decisión que altere la situación de exposición a radiación debería producir más beneficio que daño. Esto significa que toda decisión en virtud de la cual se introduzca una nueva fuente de radiación, se reduzca una exposición existente, o se reduzca el riesgo potencial de exposición, debería producir suficiente beneficio individual o social como para compensar el detrimento que causa dicha decisión.

La exposición médica de pacientes requiere un enfoque diferente y más detallado del proceso de justificación. El uso clínico de la radiación debería justificarse, como en cualquier otra situación de exposición planificada, pero dicha justificación recae más frecuentemente en la profesión médica que en el gobierno o la autoridad reguladora competente. El objetivo principal de las exposiciones médicas es beneficiar al paciente, teniendo en debida cuenta el detrimento radiológico asociado a la exposición del personal de radiología (en nuestro caso: MN) y de otros individuos. La responsabilidad por la justificación del uso de un procedimiento en particular recae en los facultativos médicos pertinentes, quienes necesitan tener una capacitación especial en protección radiológica.

#### **Principio de optimización de la protección**

La probabilidad de exposición a la radiación, el número de personas expuestas, y la magnitud de las dosis individuales deberían mantenerse tan bajas como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores económicos y sociales<sup>vi</sup>. En el caso que el diseño de los sistemas de protección radiológica asegure que,

---

<sup>vi</sup> La referencia a los factores económicos y sociales se aplica cuando los estudios de optimización se realizan mediante un análisis diferencial costo-beneficio. En ese caso, se utilizará un valor del coeficiente de proporcionalidad entre el costo social y la dosis colectiva, de 10.000 dólares estadounidenses por Sv hombre.

en condiciones normales de operación, ningún trabajador puede recibir una dosis efectiva superior a 5 mSv en un año, que ningún miembro del público puede recibir una dosis efectiva superior a 100  $\mu$ Sv en un año, y que la dosis efectiva colectiva debida a un año de operación es inferior a 10 Sv hombre, no es necesario demostrar que los sistemas están optimizados, salvo que la Autoridad Regulatoria lo solicite expresamente. Pero en las prácticas que involucren la exposición médica de pacientes debe optimizarse el empleo de equipos y técnicas para que las dosis innecesarias, a los fines del procedimiento, resulten tan bajas como sea razonablemente alcanzable.

### **Principio de aplicación de límites de dosis**

En situaciones de exposición planificada para fuentes reguladas, que no consistan en exposiciones médicas de pacientes, la dosis total de cualquier individuo no debería exceder los límites pertinentes recomendados por el ICRP.

### **Límites y Restricciones de Dosis para la Exposición Ocupacional**

Para los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiación ionizante, los límites de dosis<sup>32</sup> son los siguientes: El límite de dosis efectiva es 20 mSv en un año. Este valor debe ser considerado como el promedio en 5 años consecutivos (100 mSv en 5 años), no pudiendo excederse 50 mSv en un único año. El límite de dosis equivalente es 150 mSv en un año para el cristalino y 500 mSv en un año para la piel<sup>33</sup>. (Ver expresión en Anexo 1: *Límite de Dosis*)

La restricción de dosis, es un valor anual que el ICRP 103<sup>34</sup> define en su glosario como *“Una restricción anticipada y relacionada a la fuente en la dosis individual debida a una fuente, que proporciona un nivel básico de protección para los individuos más expuestos a una fuente, y sirve como límite superior de la dosis en la optimización de la protección para esa fuente. Para las exposiciones ocupacionales, la restricción de dosis es un valor de la dosis individual usado para limitar la gama de opciones consideradas en el curso de la optimización. Para la*

*exposición pública la restricción de dosis es el límite superior en las dosis anuales que los miembros del público debería recibir de la operación planificada de cualquier fuente controlada.”*

En el mismo ICRP 103, se recomienda<sup>35</sup>: “(231) Si se excede una restricción de dosis resulta necesario determinar si se ha optimizado la protección, si se ha seleccionado la restricción de dosis adecuada y si resultaría oportuno tomar medidas adicionales para reducir las dosis a niveles aceptables...” y “(233) Para las exposiciones ocupacionales, la restricción de dosis es un valor de dosis individual utilizado para limitar el conjunto de opciones de modo que en el proceso de optimización sólo se consideren las opciones que se espera habrán de provocar dosis por debajo de la restricción...”

Las opciones y medidas a las que se refieren los párrafos del ICRP 103 citados arriba, son interpretados aquí de una forma amplia, abarcando desde los criterios de diseño de una instalación relevante, donde las características de los blindajes estructurales pueden resultar determinantes de las dosis recibidas; hasta los procedimientos con fuentes no selladas como los abordados en este estudio. Pues si bien la existencia de blindajes es condición formal para la obtención de la Licencia de Operación de un servicio de Medicina Nuclear, su utilización queda al arbitrio del usuario, ya que ésta se realiza en la intimidad de un habitualmente pequeño y frecuentemente solitario laboratorio.




Caben aquí algunas consideraciones sobre Límites y Restricciones de Dosis Individual:

*“Si bien los límites de dosis constituyen una referencia indispensable para la práctica de la Protección Radiológica, ya que marcan la frontera entre la dosis aceptable de la inaceptable, en la actualidad se considera que no radica en ellos el aspecto esencial de la Protección Radiológica, sino que la optimización y las restricciones de dosis son las que deben jugar una función relevante.”<sup>36</sup>*

La Restricción de Dosis establece la división entre **lo aceptable** y **lo tolerable**,

mientras que el Límite de Dosis Individual marca la frontera entre **lo tolerable** y **lo inaceptable**, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles de Dosis y sus calificaciones.

Concepto	Valor anual	Calificación
		<b>Inaceptable</b>
<b>Límite Individual</b>	<b>20 mSv</b>	
		<b>Tolerable</b>
<b>Restricción de Dosis</b>	<b>6 mSv</b>	
		<b>Aceptable</b>
<b>Optimización</b>	<b>ALARA</b>	

## 8.2. Técnicas básicas de protección de la irradiación externa

Como ya se dijo, la optimización procedimental se busca mediante la aplicación sistemática de las tres técnicas básicas de protección contra la exposición a las radiaciones: la minimización del **tiempo** de exposición, la maximización de las **distancias** a las fuentes y la utilización de los **blindajes** apropiados. En el presente estudio, las magnitudes Actividad (A) y Constante Específica de Radiación Gamma ( $\Gamma$ ) no se consideran para la optimización procedimental por parte del usuario, dado que en MN tanto los radioisótopos gamma emisores utilizados como la actividad administrada, responden generalmente a decisiones médicas y/o de protección radiológica del paciente.

### Reducción del Tiempo de Exposición a la radiación

El tiempo de exposición a la radiación está vinculado de manera lineal con la dosis por irradiación externa. Actuando sobre el tiempo de exposición, en general puede esperarse una reducción de la dosis directamente proporcional a la disminución

del mismo. Por otra parte, la reducción del tiempo de exposición a la radiación debe ser compatible con la correcta realización de las operaciones necesarias.

### **Aumento de la Distancia a la Fuente**

El aumento de la distancia a la fuente de radiación implica una reducción de la dosis. El fenómeno es particularmente notable en el caso de geometrías puntuales, es decir cuando las distancias punto-fuente son significativamente mayores que las dimensiones de la fuente. En esas condiciones se cumple la ley de la inversa de los cuadrados de las distancias.

En la práctica cotidiana de la MN, el aumento de la distancia a la fuente está fuertemente limitado por las dimensiones de los espacios de trabajo y sobre todo, por el tipo de operaciones a realizar.

### **Blindaje**

Estas variables afectan la dosis en forma inversamente exponencial. Para un dado material absorbente, el coeficiente de atenuación lineal ( $\mu$ ) es función del número atómico, la densidad y la energía gamma incidente. El material de uso habitual en MN es el plomo y los espesores ( $x$ ) usuales de los blindajes comerciales para frascos y transporte de jeringas están entre los 0,5 y los 2,0 cm. En la práctica cotidiana de la MN, la utilización sistemática de blindajes resulta fundamental en la reducción de la dosis ocupacional<sup>vii</sup>.

---

<sup>vii</sup> A título ilustrativo, la utilización de blindajes comerciales para frascos o de blindajes para el transporte de jeringas, en operaciones con  $^{99m}\text{Tc}$ , significa un factor de atenuación entre  $10^{-9}$  y  $10^{-23}$ . En el caso del  $^{131}\text{I}$ , el factor de atenuación está entre  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ . Reducciones impracticables a expensas del tiempo o la distancia.



## 9. ANEXO II: Programa Universitario de Normalización Técnica Profesional en Medicina Nuclear

### Planteamiento del Problema.

#### 9.1. Identificación del problema:

La Medicina Nuclear (MN) es una actividad multidisciplinaria que utiliza material radiactivo para la determinación y tratamiento de distintos estados de salud. Su equipo de trabajo está conformado, según su número, por: Técnicos en Medicina Nuclear (TMN); Médicos especialistas en MN y en menor medida, Radiofarmaceutas; Físicos especialistas en MN e Ingenieros. Pese a las pequeñas dimensiones del sector y la estricta normativa que regula la MN en Argentina, según datos oficiales de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) sobre emisión de Permiso Individual<sup>37</sup> (PI), en alrededor de 325 servicios de Medicina Nuclear<sup>viii</sup> trabajan 353 médicos, junto a 168 TMN<sup>ix</sup>, lo que indica una proporción aproximada de menos de 2 médicos especialistas por cada TMN. No obstante, por las características de la actividad, lo habitual es una proporción de al menos **2 TMN por cada médico especialista** y no al revés, como surge de las cifras oficiales. Por ello, una estimación conservadora sugiere que al menos **300 idóneos no calificados** están manipulando fuentes abiertas de material radiactivo sin la formación mínima requerida y en situación laboral irregular. La exigua cifra de TMN con PI, del orden del 50% de las posiciones Técnicas en MN, además de indicar una falencia crónica en el cumplimiento de la normativa, viene a encubrir otro fenómeno gravísimo: buena parte de esos trabajadores idóneos ocupados en MN no poseen su PI por no poseer el título (y los conocimientos que lo respaldan) que los habilita para desempeñarse en esa actividad. Ese título es el de Técnico Superior en Medicina Nuclear (TSMN)<sup>38</sup>. Los contenidos y requisitos mínimos que

---

<sup>viii</sup> El último dato oficial es:

[http://www.arn.gob.ar/images/stories/informes\\_y\\_documentos/informe\\_anual\\_de\\_actividades/IA\\_2011/a8\\_centros\\_de\\_usuarios\\_radioisotopos\\_2011.pdf](http://www.arn.gob.ar/images/stories/informes_y_documentos/informe_anual_de_actividades/IA_2011/a8_centros_de_usuarios_radioisotopos_2011.pdf)

<sup>ix</sup> Datos actualizados al 3/11/2015 en:

[http://www.arn.gob.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=239&Itemid=132&lang=es](http://www.arn.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=239&Itemid=132&lang=es)

respaldan ese título, fueron adoptados como base para la obtención del PI por la Resolución ARN 75/2004<sup>39</sup>. En la actualidad y como se detalla en el ítem A.3.2., los títulos de TMN son tanto emitidos por Instituciones de Educación Superior Universitaria (ESU), como No Universitaria (ESNU).

## **9.2. Justificación del Problema**

La actual situación pone en peligro la salud de pacientes y trabajadores, además de constituir un límite en el desarrollo profesional de estos últimos. La obligatoriedad de obtener el PI para TMN, en el caso de trabajadores idóneos distribuidos en el vasto territorio de la República Argentina, choca con la dificultad de cursar Carreras de al menos 3 años de duración en Buenos Aires o en la ciudad de Rosario, SF<sup>x</sup>. Estas Carreras de modalidad presencial, son inaplicables a la resolución de la problemática que se intenta abordar en este trabajo, ya que los trabajadores idóneos de las Provincias Argentinas difícilmente puedan ausentarse tantos años de sus labores.

## **9.3. Marco teórico general del Problema:**

### **9.3.1. Antecedentes generales de la Formación Técnica en el Sector Salud.**

A partir de fines de siglo XIX, el campo de la salud fue incorporando tecnologías de diagnóstico y tratamiento que, con el transcurso del tiempo, modificaron tanto su relación con la sociedad como su propia composición interna. La utilización de rayos X, radioisótopos u otros métodos de diagnóstico por imágenes; la transfusión sanguínea; la generalización de las determinaciones químicas y citológicas en la sangre, orina y otros tejidos; la esterilización hospitalaria en escala; la generalización del uso de prótesis dentarias; junto a un fuerte impulso en la actividad quirúrgica, entre otras

---

<sup>x</sup> N.A: Tal es la necesidad de una solución, que durante la redacción del presente texto, se recibieron consultas desde distintas ciudades del interior, de trabajadores observados por la ARN por trabajar sin su PI, a los cuales les resulta imposible ausentarse de sus provincias para cursar y que serían destinatarios potenciales de este Programa.

aplicaciones tecnológicas, fueron cambiando progresivamente la comprensión y alcance del acto diagnóstico y terapéutico, el cual fue pasando paulatinamente de ser considerado como un acto médico de servicio y acompañamiento al prójimo doliente, a inscribirse fuertemente en el campo instrumental del horizonte científico-técnico. De escuchar a medir. De cuidar a intervenir. Las actividades vinculadas a esas tecnologías, inicialmente eran ejercidas por profesionales universitarios con incumbencias en diagnóstico y tratamiento de la salud. Merced al crecimiento exponencial que se registró en el número de esas prácticas, las tareas menos complejas fueron progresivamente derivadas a personal empírico o proveniente del área de enfermería. La profundización del fenómeno ya en la segunda mitad del siglo XX derivó en la creación de distintas escuelas de formación de Técnicos de la Salud, las cuales van desde la informalidad de un profesional del área biomédica, un aula, un equipo y algunos alumnos, a instituciones de formación superior con reconocimiento oficial, con docentes y programas acreditados, las cuales expiden un título que expresa la especificidad del campo laboral y desarrollan competencias acordes con sus objetivos formativos.

Entre esas dos posiciones educativas polares, el paternalismo biomédico y el profesionalismo técnico, se ubican los componentes de este sistema educativo diverso y disperso, así como heterogéneo es también el imaginario de los técnicos que actualmente se desempeñan en el sistema de salud. Hay quienes aún se perciben a sí mismos como “sub-médicos”, mientras otros buscan consolidar su desarrollo profesional como Licenciados y Técnicos, interactuando con otros en un ámbito de saberes y prácticas cada vez más interdisciplinarias.

### **9.3.2. Antecedentes de la formación de los Técnicos en Medicina Nuclear.**

Desde principios de la `70 hasta su desguace en los `90, la formación de los TMN se llevó a cabo como Curso en el ámbito de la Gerencia de Aplicaciones

de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), más precisamente, en el Centro Atómico Ezeiza (CAE) y en el Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas (CNEA-UBA). La CNEA, que en aquella época detentaba múltiples atribuciones en relación a la MN: Formación, Investigación y Desarrollo; Regulador y de Control, nunca registró los títulos de TMN en los Ministerios de Educación o Salud. Esta situación dificultó la articulación de los egresados con otras formaciones, así como impidió las designaciones docentes en el área. Desarticulada la CNEA, el dictado del curso se realizó en convenio con la Universidad Maimónides, discontinuado en este momento. Actualmente, el título puede ser Técnico Profesional (ESNU), como la impartida en el ISTM de Rosario o Universitario (ESU), como es el caso de la UNSAM<sup>xi</sup> o la UBA<sup>xii</sup>, quienes imparten formación universitaria reconocida por la ARN<sup>xiii</sup> como suficiente para solicitar el Permiso Individual de Uso de Radioisótopos, requisito normativo indispensable para el ejercicio profesional<sup>xiv</sup>.

### 9.3.3. Panorama actual.

Resulta notoria la falta de estudios estadísticos que expresen la situación de los Técnicos de la Salud en la Argentina, teniendo en cuenta que se trataría del 2º grupo de Profesionales de la Salud<sup>40</sup>. Ciertamente, podría creerse que estamos frente al gran “punto ciego” en lo relativo a políticas y estrategias de desarrollo de RRHH en Salud. En su aspecto demográfico, esa invisibilización

---

<sup>xi</sup> Técnico en Diagnóstico por Imágenes (TDI), que articula con el Ciclo de Complementación Curricular de Licenciatura en Diagnóstico por Imágenes, orientación Medicina Nuclear (LDIMN).  
TDI: <http://www.unsam.edu.ar/oferta/carreras/15/ciencia/diagnostico-imagenes>  
LDIMN: <http://www.unsam.edu.ar/oferta/carreras/14/ciencia/diagno-imagenes2>

<sup>xii</sup> UBA, Técnico Universitario en Medicina Nuclear. Inf. Gral.:  
<http://www.uba.ar/download/academicos/carreras/tecnico-universitario-en-medicina-nuclear.pdf>

<sup>xiii</sup> Requisitos para tramitación Permisos Individuales TMN:  
[http://www.arn.gov.ar/images/stories/informacion\\_para\\_usuarios/instructivos\\_y\\_formularios/F41.pdf](http://www.arn.gov.ar/images/stories/informacion_para_usuarios/instructivos_y_formularios/F41.pdf)

<sup>xiv</sup> Inf. gral.: <http://movil.argentina.gob.ar/movil/tramites/713-permiso-individual-para-t%C3%A9cnico-en-medicina-nuclear.php> Indicado en: Norma AR 8.2.4, Rev.1, 27b.  
[http://www.arn.gov.ar/images/stories/que\\_hace\\_la\\_ARN/resena\\_de\\_actividades/marco\\_regulatorio/normas\\_regulatorias/8-2-4\\_R1.PDF](http://www.arn.gov.ar/images/stories/que_hace_la_ARN/resena_de_actividades/marco_regulatorio/normas_regulatorias/8-2-4_R1.PDF)

se ha puesto en evidencia tanto por defecto como por exceso. El MSAL, en 2004 subestimaba cuantitativamente la participación de estos profesionales<sup>41</sup> (Fig. 1), para sobreestimarla en 2010 (Fig. 2), sin que mediara un estudio serio al respecto<sup>42</sup>.

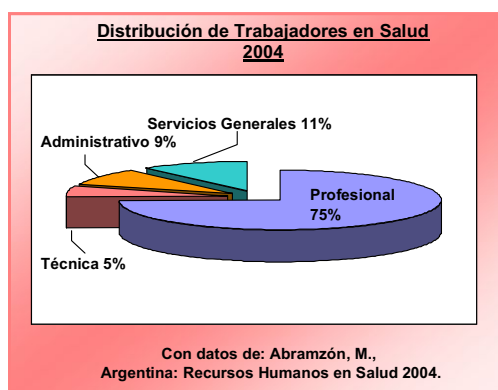


Figura 1: Distribución RHUS con datos de 2004.

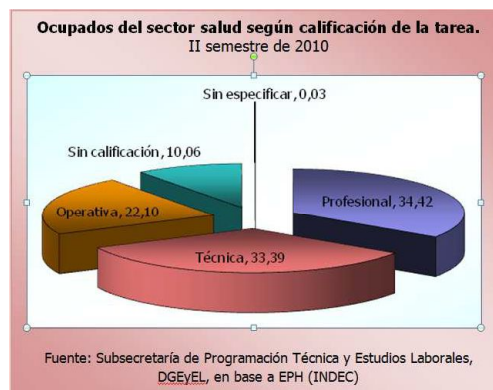


Figura 2: Distribución RHUS con datos de 2010.

Los TMN están atravesados, en general, por el mismo efecto de invisibilización que el resto de sus colegas, con graves consecuencia en las condiciones de trabajo y la calidad prestacional<sup>43</sup>.

La anomalía crónica de esta situación, constituye un paradójico escenario con connotaciones laborales y económicas, ya que el médico especialista en MN quien contrata habitualmente personal en condiciones irregulares, es a su vez el responsable legal por la Protección Radiológica de la instalación, ante la ARN.

## 9.4. Dimensiones de análisis.

### 9.4.1. Demográfico:

En ausencia de datos oficiales, se estima que el total de trabajadores en posiciones técnicas en TMN sería de 600, de los cuales apenas el 25% del total lo haría en condiciones regulares desde la perspectiva normativa. Del 75% restante habría unos 150 TMN en condiciones de obtener su Permiso

Individual (25% del total) y **unos 300 (50% del total) trabajadores no titulados, destinatarios potenciales del presente Programa.**

#### 9.4.2. Geográfico:

Suponiendo una distribución geográfica similar a las Licencias de Operación de Instalaciones de MN emitidas por ARN, las 300 personas, distribuidas mayoritariamente un **20% en Área Metropolitana Buenos Aires (AMBA) y 80% en el resto del país.** Habiendo estado centrada en la CABA la formación de los TMN, es habitual que esas posiciones estén ocupadas en las provincias argentinas generalmente por Técnicos Radiólogos trabajando en forma irregular. Es altamente probable que la mayoría de los 300 destinatarios tengan esos antecedentes formativos. (Tabla 1).

Tabla 1. Hipótesis de distribución de trabajadores en posiciones técnicas en MN.  
Elaboración propia con datos oficiales de distribución de instalaciones de MN.

	AMBA	Resto del País	Total	Situaciones Irregulares	% Irregulares /Total
TMN con PI	120	30	150	0	0
TMN sin PI	120	30	150	150	50
<b>Idóneos</b>	<b>60</b>	<b>240</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>50</b>
<b>Total</b>	300	300	600	450	100

#### 9.4.3. Temporal:

La situación descrita es histórica y justamente por eso, modificable a través de la acción de los actores sociales. Se considera apropiado un **plazo de 5 años** para cumplir con los objetivos del Programa en todo el territorio nacional. Teniendo en cuenta la posibilidad que algunos de los participantes debieran formalizar sus estudios secundarios antes de poder acceder al

presente Programa y estar finalmente en condiciones de certificarse y matricularse.

#### **9.4.4. Institucional:**

Las alianzas político-institucionales son condición necesaria, aunque no suficiente, para el cambio de una situación crónica y difundida en todo el territorio nacional. Se considera necesaria la realización de Convenios entre la Asociación Argentina de Técnicos en Medicina Nuclear (AATMN); UNSAM y ARN. Así como el apoyo técnico de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) y la Red Internacional de Educación de Técnicos en Salud (RETS).

Se considera que la eficacia en la incorporación al Programa dependerá de la fuerza con que los idóneos y sus empleadores perciban sus ventajas, así como el mensaje y la fuerza con que la ARN decida aportar a la regularización de la situación actual, que no puede buscar legitimidad en su cronicidad.

## **10. ANEXO III: Proyecto Institucional**

### **10.1. Denominación:**

**Programa Universitario de Normalización Técnica Profesional en Medicina Nuclear**

### **10.2. Fundamentación:**

El empleo de personal empírico encubre, además de situaciones donde se pone en riesgo la Salud de las personas, contextos donde los propios trabajadores son expuestos a riesgos que desconocen y por los que se les paga sensiblemente menos de lo que debería abonárseles si obtuvieran su Título Profesional y su Permiso Individual. Esta situación, crónica en el tiempo y extendida en el territorio nacional, puede ser abordada y resuelta desde la Universidad con actitud proactiva y asociativa, los cuales constituyen valores asumidos institucionalmente por la UNSAM<sup>44</sup>. Articularla desde la ESNU tendría como limitación la estructura jurisdiccional y se deberían replicar los procesos de normalización en cada una de las 23 provincias y la CABA, lo cual sería inviable en regiones de baja densidad poblacional, donde hay muy pocos trabajadores que califican para su inclusión en el presente Programa. La Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT) de la UNSAM dicta regularmente la Carrera de Técnico Universitario en Diagnóstico por Imágenes, que cumple con los requerimientos de la ARN para la obtención del PI. Por otra parte, el Instituto Dan Beninson (CNEA/UNSAM) dicta los cursos de Metodología y Aplicación de Radioisótopos y de actualización para TMN (DAT), cuyos contenidos y materiales podrían adecuarse al presente Programa. Se considera entonces que, realizando las adaptaciones necesarias, la UNSAM posee los recursos necesarios para apoyar y cubrir los requerimientos académicos y tecnológicos del Programa.

A fin de viabilizar el Programa, sería necesario un Convenio Inter-institucional entre los 3 actores más relevantes involucrados: la UNSAM; la ARN y la Asociación Argentina de Técnicos en Medicina Nuclear (AATMN).



### **10.3. Objetivos:**

#### **10.3.1. Generales:**

- ✓ Asegurar la calidad prestacional de los servicios de Salud, optimizando los recursos aplicados.
- ✓ Reparar desde el Estado y la Organizaciones Profesionales, una situación histórica de inequidad, profesionalizando y dignificando a Trabajadores y recuperando sus saberes adquiridos.
- ✓ Resguardar los Derechos de los Trabajadores, Empleadores y Público en General.

#### **10.3.2. Específicos:**

- ✓ Permitir la certificación profesional y obtención del Permiso Individual de ARN, por parte de los Idóneos y/o Auxiliares que se encuentran desempeñando tareas propias de los TMN.

### **10.4. Descripción de las Actividades del Programa.**

#### **10.4.1. Fase inicial: Recolección de datos.**

Se hará la inscripción en un Registro Especial, del cual se obtendrán las cantidades, distribución geográfica, antecedentes formativos y experiencia laboral de los candidatos a participar en el Programa, entre otros datos estadísticos relevantes. Sus pasos serán:

- ✓ Plazo: 0 a 6 meses.
- ✓ Diseño y realización de una campaña de difusión efectiva del Programa, en especial: plazos, requisitos y beneficios.
- ✓ Acceso a la Inscripción en el Registro Especial, vía web.
- ✓ Emisión de una Constancia de Inscripción.

**10.4.2. Fase de Evaluación:**

La fase de evaluación, de carácter teórico-práctica, permitirá conocer el nivel de idoneidad de los participantes, siendo sus características:

- ✓ Plazo: 6 a 12 meses.
- ✓ Evaluaciones Regionales, de acuerdo con la distribución geográfica de los Trabajadores idóneos.
- ✓ Los contenidos evaluados estarán en relación con los contenidos curriculares mínimos necesarios para el adecuado desempeño Profesional (Resol. 34/07 CFE y ARN 75/2004).
- ✓ El Jurado Evaluador deberá estar integrado por tres Profesionales de la Especialidad (Licenciados o Técnicos de reconocida trayectoria).

Su composición sería:

- Un representante de la AATMN, quien presidirá el Jurado.
- Un representante de la UNSAM, como Institución Educativa certificante.
- Un representante de la ARN, como autoridad de aplicación de la normativa.

**10.4.3. Fase de Nivelación:**

Una vez realizada la Evaluación, se diseñarán la currícula nivelatoria adecuadas a aquellas regiones donde no existan Carreras Técnicas o plazas suficientes en los diversos sistemas educativos a fin de posibilitar la adecuada formación profesional, siendo sus características:

- ✓ Plazo: 2 a 5 años.
- ✓ Carácter teórico-práctico.
- ✓ Modalidad: Multimodal (Presencial y Virtual).

- ✓ Complementaria a los conocimientos y destrezas del Participante. Por ende, sólo deberán cursar y aprobar solo los módulos que no aprobaran en la Fase Evaluatoria.
- ✓ Los contenidos brindados estarán en relación con los contenidos curriculares mínimos necesarios para el adecuado desempeño Profesional.
- ✓ A efectos de optimizar recursos y de acuerdo con la distribución geográfica de los Trabajadores idóneos, podrán realizarse Cursos Niveladores Regionales de modalidad presencial.
- ✓ El Equipo Docente estará integrado por Profesionales Licenciados o Técnicos de amplia trayectoria, salvo en aquellos módulos cuyos contenidos requieran de otra formación específica (Patología Médica, Radiofarmacia, Radiofísica, Administración, Derecho, Enfermería, etc.)
- ✓ En aquellas regiones donde existan cursos y carreras regulares, se evaluará junto con las autoridades del Programa la currícula y las condiciones mínimas que debe poseer el establecimiento donde se realice la formación práctica.

#### **10.4.4. Fase final: Certificación y Matriculación.**

- ✓ Se expedirá certificado a aquellos Participantes que hayan aprobado todos los módulos de la Evaluación teórico-práctica inicial, o bien hayan cursado y aprobado los módulos que reprobaran en la misma.
- ✓ La certificación tendrá validez nacional y permitirá la obtención del PI de la ARN y la matriculación como Técnico Superior en Medicina Nuclear en aquellas jurisdicciones donde exista tal registro profesional.

#### **10.5. Impacto.**

Podemos caracterizarlo en los diferentes aspectos:

- **Política Educativa:** El presente Programa contribuirá con el fin de la improvisación crónica en la formación y subsiguiente explotación laboral de las personas que trabajan en posiciones propias de TMN.

- **Radiológico:** Puede inferirse que la optimización del uso de material radiactivo redundará en una menor dosis colectiva, disminuyendo así los riesgos asociados a su uso.
- **Económico:** Siendo conservadores en las expectativas, como resultado de la capacitación ofrecida por el Programa de Nivelación, podemos inferir que se produciría un ahorro de al menos 5% de los recursos consumidos en prácticas realizadas por personal no certificado, tanto por la optimización en el uso de insumos, como por la mejora en la calidad de los procedimientos técnicos.
- **Calidad Prestacional:** Mejores prácticas diagnósticas y terapéuticas redundarán en beneficio neto de la población.

#### 10.6. Plazos:

Ya detallados en las diferentes Fases.

#### 10.7. Recursos

##### 10.7.1. Recursos Humanos

###### ✓ Director/a

- Responsable y Representante Legal del Programa.
- Define las acciones para la realización de los Objetivos.
- Administra los Recursos de acuerdo al Plan de Acción.

###### ✓ Coordinador/a General.

- Coordina las actividades del Programa en general.
- Coordina la ejecución de las decisiones con las distintas Instituciones participantes.
- Responsable del Equipo Docente.

###### ✓ Coordinadores Regionales.

- Responsables Regionales de la Evaluación y Programa de Nivelación.

- Integra y Coordina los contenidos, actividades y Docentes locales.
- Nexo con la conducción del Programa.
- Evalúa las áreas locales donde se lleva a cabo la formación práctica.
  
- ✓ **Equipo de Asesores** (ARN; MSAL; etc.).
  - Asesoran en el diseño de la Evaluación y Programa de Nivelación.
  - Asesoran en la optimización del uso de los Recursos.
  - Asesoran en el diseño y realización de alianzas estratégicas.
  
- ✓ **Asistente Ejecutivo/a.**
  - Colabora en la gestión general del Programa.
  - Gestiona la documentación y administración del Programa.
  - Coordina la logística para la ejecución de las actividades.
  
- ✓ **Coordinadores de Área:**
- ✓ **Personal Docente.**
  - Dicta y Evalúa Contenidos y Actividades Específicas.

#### 10.7.2. Recursos Físicos

- ✓ **Espacios para Coordinación.**
  - Tres oficinas equipadas.
  - Sala de Reuniones disponible.
  
- ✓ **Espacios para Actividades Docentes.**
  - Aulas disponibles en las distintas Regiones.
  
- ✓ **Equipamiento.**
  - Tres (3) computadoras de escritorio.
  - Dos (2) computadoras portátiles.
  - Dos (2) cañones electrónicos.
  - Comunicaciones telefónicas, fax e Internet.

**10.7.3. Recursos Financieros** (Sólo descriptivo, sin cuantificar.)✓ **Honorarios.**

- Staff Directivo
- Coordinadores Regionales
- Docentes
  
- Viáticos.
- Seguros.
- Gastos Operativos.

**10.7.4. Soporte y Servicios Externos**

- Acceso Web de alta velocidad apto para Aula Virtual.
- Link desde páginas Web de las Federaciones y Asociaciones Técnicas en Salud.
- Servicios Profesionales: Contables y Legales.

**11. ANEXO IV: Ralph Linton. (1936). "Estudio del Hombre"<sup>xv</sup>:**

*"Nuestro sujeto se despierta en una cama hecha según un patrón originado en el Cercano Oriente, pero modificado en la Europa del norte antes de pasar a América. Echa a un lado las ropas de cama hechas de algodón, que fue domesticado en la India, o de lino, domesticado en el Cercano Oriente, o de lana de oveja, domesticada igualmente en el Cercano Oriente, o de seda, cuyo uso fue descubierto en China; todos estos materiales se han transformado en tejidos por medio de procesos inventados en el Cercano Oriente. Al levantarse, se calza unas sandalias de tipo especial, llamadas chancletas, inventadas por los indios de los bosques orientales norteamericanos, y se dirige al cuarto de baño, cuyos artefactos son una mezcla de inventos europeos y americanos, todos ellos de época muy reciente. Se quita su pijama, prenda de vestir inventada en la India, y se asea con jabón, inventado por los antiguos galos; luego se afeita, rito masoquista que parece haber tenido origen en Sumeria o en el antiguo Egipto. Al volver a su dormitorio toma la ropa que está colocada en una silla, mueble procedente del sur de Europa, y procede a vestirse. Lo hace con prendas cuya forma se derivó de los vestidos de piel de los nómadas de las estepas asiáticas, y calza zapatos hechos de cuero, curtido por un proceso inventado en el antiguo Egipto, y cortado según un patrón derivado de las civilizaciones clásicas del Mediterráneo. Alrededor del cuello se anuda una tira de tela de colores brillantes, vestigio de los chales o bufandas que usaban los croatas del siglo XVI. Antes de bajar a desayunar se asoma por la ventana, hecha de vidrio inventado en Egipto y, si está lloviendo, se calza unas galochas de caucho, descubierto por los indios de Centroamérica, y toma un paraguas, inventado en el Asia Sudoriental. Se cubre la cabeza con un sombrero hecho de fieltro, material inventado en las estepas asiáticas. Ya en la calle, se detiene un momento para comprar un periódico, pagándolo con monedas, una invención de la antigua Lidia. En el restaurante le espera toda una serie de elementos adquiridos de muchas culturas. Su plato está hecho de una forma de cerámica inventada en China. Su cuchillo es de acero, aleación hecha por vez primera en el sur de la India, su tenedor es un invento de la Italia medieval,*

---

<sup>xv</sup> Extraído de Solivárez, C., *Ciencia, Técnica y Sociedad*, FLACSO, 1992.

*y su cuchara un derivado de un original romano. Comienza su desayuno con una naranja, procedente del Mediterráneo oriental, un melón de Persia o, quizá, una rebanada de sandía de África. Además toma un poco de café, planta de Abisinia, con leche y azúcar. Tanto la domesticación de las vacas como la idea de ordeñarlas se originaron en el Cercano Oriente, y el azúcar se hizo por primera vez en la India. Después de la fruta y el café sigue con los waffles, que son una especie de tortillas, hechas según una técnica escandinava, con trigo, aclimatado en Asia Menor. Sobre estas tortillas desparrama un poco de jarabe de arce, inventado por los indios de los bosques orientales norteamericanos. Además puede servirse unos huevos de una especie de pájaro domesticado en Indochina, o algún filete de carne de un animal domesticado en Asia Oriental, salada y ahumada según un proceso inventado en el norte de Europa.*

*Una vez que ha terminado de comer, se pone a fumar, una costumbre de los indios americanos, consumiendo una planta domesticada en Brasil, ya sea una pipa, derivada de los indios de Virginia, o un cigarrillo, derivado de México. Si es suficientemente vigoroso elegirá un cigarro, que nos ha sido transmitido de las Antillas a través de España. Mientras fuma lee las noticias del día, impresas con caracteres inventados por los antiguos semitas sobre un material inventado en China, según un proceso inventado en Alemania. A medida que se va enterando de las dificultades que hay en el extranjero, si es un consciente ciudadano conservador, dará las gracias a una deidad hebrea y en un lenguaje indoeuropeo, por ser ciento por ciento norteamericano."*



## 12. Referencias bibliográficas

- 
- <sup>1</sup> Heidegger, M. (1996), *La época de la imagen del mundo*, Versión castellana de Helena Cortés y Arturo Leyte. Publicada en Heidegger, M., *Caminos de bosque*, Alianza, Madrid.
- <sup>2</sup> Heidegger, M. (1994). *La Pregunta por la Técnica*. En Conferencias y artículos. Traducción de Eustaquio Barjau, Ediciones del Serbal, Barcelona, pp. 9-37.
- <sup>3</sup> Einisman, C., *Viejos Credos, Nuevas Religiones*, presentado en el 1er. Encuentro Argentino - Israelí de Filosofía "Hacia El Pensamiento del Siglo XXI" (Bs. As.; 1993) en el panel "Filosofía Judía, Cristiana y Musulmana: Tradición y nuevas perspectivas". Publicado en Lote. Revista de Cultura. Nro. 18. Noviembre 1998. Venado Tuerto. Argentina. Disponible en:  
<http://www.fernandopeirone.com.ar/Lote/nro017/einisman.htm>
- <sup>4</sup> Descartes, R. *Meditaciones Metafísicas*, Meditación Segunda. Ed. Aguilar. Buenos Aires, 1975.
- <sup>5</sup> Heidegger, M., *La época de la imagen del mundo*. Op. cit.
- <sup>6</sup> Corominas J, Pascual, J., *Diccionario Crítico Etimológico Castellano e Hispánico*, Ed. Gredos, Madrid, 1987.
- <sup>7</sup> Montaner y Simón Editores (1878), *Diccionario Enciclopédico Hispano Americano*, Barcelona.
- <sup>8</sup> Platón, *La República*, Libro VII.
- <sup>9</sup> Aristóteles (1875), *Metafísica*. Libro I, A, 980a-993<sup>a</sup>. Trad. Patricio de Azcárate, Madrid.
- <sup>10</sup> Heidegger, M., *La época de la imagen del mundo*, versión castellana de Helena Cortés y Arturo Leyte. Publicada en Heidegger, M., *Caminos de bosque*, Madrid, Alianza, 1996.
- <sup>11</sup> Descartes, R. *Meditaciones Metafísicas*, op. cit.
- <sup>12</sup> Shapin, S. (1989), *El Técnico Invisible*. Mundo Científico. N° 113, Vol. II.
- <sup>13</sup> Texeira, M. (2004). *O trabalho e a pesquisa em saúde: notas sobre a invisibilidade do trabalho técnico*. *Ciência & Saúde Coletiva*. On-line version ISSN 1678-4561. *Ciênc. saúde coletiva*, vol.9 N° 3. Rio de Janeiro. July/Sept. 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232004000300029>

---

<sup>14</sup> Einisman, C. (2008) “*Siluetas de lo invisible: los Técnicos de la Salud en la Argentina*”, En: Pronko, Marcela Alejandra (Org.), “ A silhueta do invisível: a formação de trabalhadores técnicos em saúde no MERCOSUL. ESPJV, RJ, Brasil. Pág. 159-168. ISBN: 978-85-9868-42-7. Disponible en: <http://www.epsjv.fiocruz.br/index.php?Area=Material&Tipo=8&Num=142>

<sup>15</sup> Oyuela J., Furlán M. (2011). *¿Puede trabajar cuidando a los demás quién no es cuidado en su trabajo? CyMAT (Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo) del Profesional Técnico de la Radiología en la Provincia de Buenos Aires. 2º Edición* Concurso Bicentenario de la Patria: Premios Biale Massé. Ministerio de Trabajo de la Provincia de Buenos Aires. Disponible en: [http://www.trabajo.gba.gov.ar/informacion/masse/2011/categoriaC/C\\_OYUELA.pdf](http://www.trabajo.gba.gov.ar/informacion/masse/2011/categoriaC/C_OYUELA.pdf)

<sup>16</sup> Einisman, C. “*Ecós de una decisión: Cambios en la visibilidad de los Técnicos de la Salud en la Argentina (2008-2012)*”, II Seminario “Formação de trabalhadores técnicos em saúde no Brasil e MERCOSUL”, 30 de Novembro 2012. ESPJV, RJ, Brasil. Presentación disponible en: <http://www.epsjv.fiocruz.br/index.php?Area=PaginaAvulsa&Num=346>

<sup>17</sup> Muñoz, F., Martínez López, C., Jiménez Arenas J., Phrónesis ,Prudentia y Praxis . Teorías y Prácticas de la Paz. Instituto de la Paz y los Conflictos de la Universidad de Granada.

<sup>18</sup> Pereda, C., (2002) Sobre el concepto de Phrónesis. *Thémata, Revista de Filosofía*, Nº 28. México.

<sup>19</sup>Kortaghen, F., La práctica, la teoría y la persona en la formación del profesorado. ISSN 0213-8646. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 68 (24,2) (2010), 83-101.

20Siemens, G. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*. Traducción: Diego E. Leal Fonseca (2007). Licencia Creative Commons 2.5.

<sup>21</sup> Aquino B. (2010). *La red vincular: Clave del aprendizaje en entornos virtuales*. En Krieger, A. (comp.). *Repensar los vínculos*. Buenos Aires: Ricardo Vergara Ediciones.

<sup>22</sup>Arcavi, A., Hadas N., *El Computador como medio de aprendizaje: Ejemplo de un enfoque*. Traducción libre realizada por: Mejía P., M.F. Documento de Trabajo del Grupo EM&NT. Area de Educación Matemática, Instituto de Educación y Pedagogía, Universidad del Valle, Septiembre 2003.

<sup>23</sup> Shleien, B. (1992). *The Health Physics and Radiological Health Handbook*. Scinta. Silver Springs. USA.

<sup>24</sup> Madsen *et al.*: *AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding*. *Medical Physics*, Vol. 33, No. 1, January 2006.

- 
- <sup>25</sup> Trubey, D. (1988). *New Gamma-Ray Buildup Factor Data For Point Kernel Calculations: Ans-6.4.3 Standard Reference Data*. Oak Ridge National Laboratory. USA.
- <sup>26</sup> Cherry, S. et al. (2003). *Physics in Nuclear Medicine*. Saunders, Philadelphia.
- <sup>27</sup> Autoridad Regulatoria Nuclear, (2002). Norma 8.2.4, Revisión 1. *Uso de fuentes radiactivas no selladas en instalaciones de medicina nuclear*. Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear N° 18/02 (Boletín Oficial 22/7/02). Criterio N° 13.
- <sup>28</sup> Autoridad Regulatoria Nuclear. (2001). *Norma AR 10.1.1. Revisión 3. "Norma Básica de Seguridad Radiológica"*. D.3.3.1. Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear N° 22/01. Boletín Oficial N° 20/11/01. Buenos Aires.
- <sup>29</sup> Shleien, B. (1992). *The Health Physics and Radiological Health Handbook*. Scinta. Silver Springs. USA.
- <sup>30</sup> Madsen *et al.*: *AAPM Task Group 108: PET and PET/CT Shielding*. Medical Physics, Vol. 33, No. 1, January 2006.
- <sup>31</sup> Sociedad Española de Protección Radiológica. (2008). ICRP 103. *"Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica"*. Madrid. Senda Editorial S.A. pág. 77 a 79.
- <sup>32</sup> Autoridad Regulatoria Nuclear. (2001). *Norma AR 10.1.1. Op. cit.*
- <sup>33</sup> Recomendada en: ICRP Publication 60 (Annals of the ICRP, vol.21, N° 1-3) Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 1990. Adoptada en: Norma AR 10.1.1. Revisión 3. "Norma Básica de Seguridad Radiológica". Aprobada por Resolución del Directorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear N° 22/01. Boletín Oficial N° 20/11/01. Buenos Aires. Argentina. Incluida en Legislación Laboral: Resolución 295/2003 MTEySS. Anexo II. Especificaciones técnicas sobre radiaciones. Radiación ionizante. Boletín oficial N° 30.282. 1ª sección. Pág. 18. Viernes 21 de noviembre de 2003.
- <sup>34</sup> Sociedad Española de Protección Radiológica. (2008). *Op. Cit.*, Pág. 30.
- <sup>35</sup> Sociedad Española de Protección Radiológica. (2008). *Op. Cit.*, Pág. 83.
- <sup>36</sup> Autoridad Regulatoria Nuclear. *Manual del Curso de postgrado en Protección Radiológica y Seguridad Nuclear*. V 1.0. ARN. Buenos Aires. 2000. pág. 463.

- 
- <sup>37</sup> Chiliutti, C., *“Current Situation Of The Facilities, Equipments And Human Resources In Nuclear Medicine In Argentina”*, ARN, 2008. En: <http://www.irpa12.org.ar/fullpapers/FP2327.pdf>
- <sup>38</sup> Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, *“Documento Base para la Organización Curricular de la tecnicatura Superior en Medicina Nuclear”*, Buenos Aires, 2007. En: <http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res07/34-07-anexo01.pdf>
- <sup>39</sup> Autoridad Regulatoria Nuclear. *Resolución 75/2004*. Disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/100000-104999/100882/norma.htm>
- <sup>40</sup> Einisman, C. (2008). *“Siluetas de lo invisible: los Técnicos de la Salud en la Argentina”*, Op.cit.
- <sup>41</sup> Abramzón, M. *“Argentina: recursos humanos en salud en 2004”*. 1ª edición. Buenos Aires. OPS. 2005. ISBN 950-710-101-2. Disponible en: [http://www.msal.gov.ar/observatorio/images/stories/documentos\\_fuerza\\_trabajo/FT\\_Categoria\\_Perfil\\_Y\\_Distribucion/ABRAMZON\\_Arg-RRHEnSalud-2004.pdf](http://www.msal.gov.ar/observatorio/images/stories/documentos_fuerza_trabajo/FT_Categoria_Perfil_Y_Distribucion/ABRAMZON_Arg-RRHEnSalud-2004.pdf)
- <sup>42</sup> Einisman, C. *“Ecos de una decisión: Cambios en la visibilidad de los Técnicos de la Salud en la Argentina (2008-2012)”*, Op.cit.
- <sup>43</sup> Entrevista de Elissandra Galvao a Carlos Einisman. Revista RETS. Año 4. Nº 15. Pág. 2. Disponible en español en: [http://www.rets.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/revistas/rets15\\_esp.pdf](http://www.rets.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/revistas/rets15_esp.pdf)
- <sup>44</sup> Krotzsch, P., Atairo, D. *“De la Proliferación de Títulos y el Desarrollo Disciplinario de las Universidades Argentinas”*, IIPE, Buenos Aires, 1998. Cap. 3, Pág. 76. ISBN 978-987-1439-47-8.