

nucleus

No. 26
1999

ISSN 0864-084X



LA PERCEPCIÓN SOCIAL
DEL RIESGO

Sumario

Panorama Nuclear

La Percepción social del riesgo: Algo más que discrepancia expertos/público/Ana Prades López / **3**

Ciencias Nucleares

Estimulación del crecimiento y la productividad del pepino, mediante el tratamiento de semillas con rayos X/R. Ramírez Fernández, L. M. González Núñez, B. García Rodríguez, L. Licea Castro, E. Porras León / **13**

Determinación de elementos de las tierras raras en sedimentos marinos de las costas noroccidentales cubanas por análisis por activación neutrónica instrumental/ G. Capote Rodríguez, B. Peña Fortes, O. Díaz Rizo, G. Pérez Zayas, A.T. Hernández Rivero / **18**

Efectos de la estructura nuclear sobre la absorción en la dispersión de iones pesados a bajas energías/M.D.Kadi-Hanifi / **23**

Influencia de la irradiación con láser helio-neón de las semillas de tomate en la productividad de las plantas cultivadas bajo estrés acuoso/D. Cholakov, R. Uzunov, R. Meranova / **34**

Contribución de la dispersión coherente a la tomografía/R.C. Barroso, R.T.Lopes, O.D.Goncalves, J.T.de Assis, M.J.dos Anjos / **37**

Ambito Regulatorio

Política de seguridad del Organo Regulador cubano/Rubén Ferro, Fidel Ilizástigui, Alba Guillén. / **42**

Marco legal y regulatorio vigente en el área de la seguridad radiológica en Cuba/Alba Guillén Campos, Igor Iván Sarabia Molina / **46**

En la Espiral

Las articulaciones en el punto de mira/José Morín Zorrilla / **48**

Reporte CIEN-R / 52

Publicaciones /56

Consejo Editorial

Lic. Danilo Alonso Mederos, Master en Física Nuclear Luis Cimino Quiñones Master en Ciencias Físicas Luis Felipe Desdín García, Ing. Rubén Ferro Fernández, Doctor en Ciencias Físico-Matemáticas Darío Gandarías Cruz, Master en Ciencias Omar García Lima, Doctor en Ciencias Químicas José Morín Zorrilla.

Director: Danilo Alonso Mederos/Editor Jefe: Marta Contreras Izquierdo/Edición: Ana María Mariña Leyva/Diseño: Alejandro Greenidge Clark/Composición: Magaly Cruz Jorge/Traducción: Lázaro O'Farrill Lazo/Referencias: Katia González Sánchez/Relaciones Públicas: Carmen Enrique Ortiz/Fotomecánica: Alain Ciérvides Sánchez/Producción: Adolfo Estévez González, Ricardo Gavilla Moreno/Encuadernación: Gladys Llacobet Boffill, Carmen Cartaya Echevarría/Canje: Iraida Oviedo Rivero

Revista arbitrada. Referenciada en la Base de Datos INIS

Publicación semestral de la Agencia de Energía Nuclear del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Inscripta como impreso periódico.

Registro Nacional de Publicaciones Serias No. 0061. Inscripta en la Dirección de Correos y Telégrafos con el No. 94021/184.

Edición e Impresión: Centro de Información de la Energía Nuclear/Calle 20 No. 4111 e/18A y 47, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba CP 11300/Apartado Postal 6093, La Habana 6/Tel.: (537)227527/Fax: (537)241188/E-mail: nucleus@cen.energia.inf.cu, divulg@cen.energia.inf.cu

Summary

Nuclear Outlook

Social risk perception: something more than experts/public discrepancies / AnaPrades López / **3**

Nuclear Sciences

Stimulation of growth and yield of cucumber plant through seeds treatments with X rays/R. Ramírez Fernández, L. M. González Núñez, B. García Rodríguez, L. Licea Castro, E. Porras León / **13**

Determination of rare earth elements in sea sediments from the Cuban northwestern coast by instrumental neutron activation analysis/G. Capote Rodríguez, B. Peña Fortes, O. Díaz Rizo, G. Pérez Zayas, A.T. Hernández Rivero / **18**

Nuclear structure effects on the absorption in the scattering of heavy ions at low energy/ M. D. Kadi-Hanifi / **23**

Influence of helium-neon laser irradiation of tomato seeds on the productivity of plants cultivated under water stress conditions/D. Cholakov, R. Uzunov, R. Meranzova. / **34**

Choherent scattering contribution in tomography/R.C. Barroso, R.T. Lopes, O.D. Gonçalves, J.T. de Assis, M.J. dos Anjos / **37**

Regulatory Window

Safety policy of the Cuban Regulatory Body /Rubén Ferro, Fidel Ilizástigui, Alba Guillén / **42**

Legal and regulatory framework in force in the field of radiological safety in Cuba / **46**

In the Spiral

Joists in the target / **48**

CIEN-R reports / **52**

Publications / **56**

LA PERCEPCION SOCIAL DEL RIESGO: ALGO MAS QUE DISCREPANCIA EXPERTOS/PUBLICO

Ana Prades López

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Avenida Complutense 22, 28040, Madrid, España

Felisa González Reyes

Facultad de Psicología, Universidad Complutense de Madrid, Campus de Somosaguas, 28223, Madrid, España

Resumen

Uno de los rasgos más característicos y peculiares de la sociedad posindustrial lo constituye su intensa preocupación por el riesgo, el interés por caracterizar y cuantificar las situaciones arriesgadas, el **análisis del riesgo**. Sin embargo, los esfuerzos y recursos dedicados a tal fin no han evitado un creciente descontento ante las condiciones medioambientales y sus potenciales amenazas, suscitándose un intenso debate social en torno al riesgo. Las discrepancias entre las estimaciones de los expertos y las valoraciones de la población pusieron de manifiesto la relevancia de los procesos de **percepción social del riesgo**, fomentando el desarrollo de enfoques teóricos centrados en comprender y caracterizar este fenómeno. Los estudios empíricos han constatado que en la percepción, tanto de población como de expertos, influyen factores cualitativos, personales y sociales. De hecho, la discrepancia entre expertos constituye una nueva área de estudio sumamente prometedora. La percepción social del riesgo se ha configurado como un instrumento esencial de las políticas de prevención y gestión del riesgo a través de los procesos de comunicación y participación social.

Abstract

One of the most important concerns of the postindustrial societies lies on the specification and quantification of risk, the **Risk Assessment**. However, the efforts and resources devoted to such goal have not avoided a growing worry about both the environmental conditions and the situations that potentially threaten it, generating an intense social debate about risks. In this framework, discrepancies between experts and public evaluations of risks led to the study of **Social Risk Perception**. Several theoretical scopes have tried to characterize the phenomenon. A worthy conclusion of the empirical studies carried out on this issue is that all of them, experts and public, are influenced by some factors which, in turns, affect their risk perception. Specially striking is the fact that perception of risk among experts is also modulated by qualitative, personal and social factors. Social Risk Perception, through the processes of Communication and Social Participation, has been configured as a critical tool for both risk prevention and management.

Palabras clave: risk assessment, human factors, Spain, populations, radiation doses, radiation protection, safety analysis

INTRODUCCION

Uno de los rasgos más peculiares y característicos de las actuales sociedades posindustriales lo constituye su creciente preocupación por la protección medioambiental y la seguridad, su

búsqueda de una nueva forma de relación entre el hombre y su medio y, por tanto, entre unos hombres y otros. Parece que han quedado ya lejos los tiempos de confianza ciega en la tecnología, la era en la que "progreso" se asociaba a incrementos exponenciales en el

consumo de energía, de recursos, de producción de bienes, e incluso al volumen de residuos generados. En las últimas décadas han sido las repercusiones negativas de esta concepción de progreso las que han comenzado a asumir el principal protagonismo cuestionando, en última instancia, la idoneidad del tipo de relación que las sociedades industriales habían establecido con su medio para satisfacer sus necesidades y desarrollarse.

Nos encontramos así ante un importante contrasentido: el desarrollo tecnológico y científico ha llevado a las sociedades occidentales a niveles desconocidos de prosperidad, longevidad y protección pero, al mismo tiempo, nunca ha sido tan elevada la preocupación social en torno a la seguridad, a la calidad de vida y a los riesgos tecnológicos (especialmente el asociado a la energía nuclear) [1]. A pesar de los esfuerzos y recursos dedicados a mejorar las condiciones sanitarias y de seguridad, la sociedad posindustrial se siente cada vez más vulnerable ante los riesgos, siendo extensiva la creencia de que el aire, la tierra y el agua están hoy más contaminados por sustancias tóxicas de lo que han estado jamás [2].

De este modo, uno de los principales retos que estas sociedades más avanzadas han de afrontar son los intensos y crecientes debates sociales en torno a la seguridad y la protección medioambiental, debates que tanto están condicionando el aprovechamiento energético y el desarrollo industrial y tecnológico. Se hace necesario dar respuesta a las nuevas demandas sociales de seguridad y calidad medioambiental, redefinir el concepto de calidad de vida en función de estos nuevos valores y superar así los conflictos y tensiones que esta paradójica situación está originando.

1. ORIGEN DEL ESTUDIO DE LA PERCEPCION DEL RIESGO

En su intento por superar esta situación, las sociedades posindustriales comenzaron a identificar, caracterizar y cuantificar los riesgos

que tanta preocupación y tensiones estaban originando. Estos estudios se centraron tanto en los riesgos "creados por el hombre" (actividades industriales y tecnológicas) como en los "creados por la naturaleza" (en los que la actividad humana también influye, aumentando o reduciendo el riesgo, en función de cómo realice su gestión -preventiva, de emergencia y posaccidente). Este fue el origen de los denominados análisis de riesgo centrados en evaluar, a través del análisis probabilístico y estadístico, la posibilidad de riesgo derivado de diversas situaciones, naturales o no. La formulación más simple evalúa el riesgo a través del producto de la probabilidad y la magnitud estimada de sus consecuencias. Así, en función de los resultados de estos análisis, los expertos elaboraron escalas y asignaron magnitudes a las diversas fuentes de riesgo.

Se produjo, de nuevo, una situación desconcertante: a pesar de los resultados y estimaciones derivadas de las intensas y costosas investigaciones en el ámbito de la seguridad, la preocupación y el rechazo social continuaban aumentando. El incremento en la oposición pública no era proporcional al de los niveles reales de riesgo que reflejaban los análisis de seguridad. Este desajuste se producía especialmente ante los riesgos "creados por el hombre", de baja probabilidad de ocurrencia pero con consecuencias desastrosas para la población en general. El paradigma de este tipo de actividad, que la población considera arriesgada en mucha mayor medida que los expertos, sería la energía nuclear, en todas las fases del ciclo del combustible y especialmente en el caso de los residuos [3].

De este modo surgió la necesidad de explicar a qué se debía una diferencia tan marcada entre los juicios de los expertos y los del público. Aunque en un primer momento no se concedió excesiva importancia a esta cuestión, a medida que los conflictos sociales adquirían más y más protagonismo se reconoció que la "percepción social del riesgo" era una cuestión que requería la máxima atención, en ella parecían situarse las claves de las discrepancias, el origen del debate social. Además, este interés por la percepción del riesgo respondía en gran medida a la necesidad de

distribuir adecuadamente los recursos, especialmente los económicos, de hacer rentables las crecientes inversiones en seguridad.

En aquellos momentos tuvo lugar el accidente de Three Mile Island. Aunque la liberación de radiactividad no ocasionó víctimas mortales, pocos accidentes han supuesto un coste tan elevado para la industria nuclear y para la sociedad norteamericana. A pesar de que el alcance "objetivo" del accidente (número de heridos, de defunciones, daños a la propiedad) fue limitado, las repercusiones económicas y sociales fueron enormes: el futuro de una de las principales fuentes de energía a largo plazo se vio seriamente cuestionado.

El tremendo impacto de este accidente en los medios de comunicación y la opinión pública acabó traducándose en la imposición de regulaciones más estrictas, en la restricción de la operación de reactores en todo el mundo así como en una oposición pública hacia la energía nuclear aún mayor. Se constató entonces la enorme importancia de los "costos añadidos" al propio accidente, tales como la estigmatización de áreas con instalaciones peligrosas, el impacto sobre la vida económica y mercantil de esas zonas, el descenso del valor de las viviendas, el incremento en los costos de los seguros, etcétera. De nuevo los efectos negativos de la actividad humana pasaron a primer plano y, de nuevo, se hizo patente la relevancia de la discrepancia existente entre la valoración de los expertos y la de la opinión pública.

Ante esta situación las primeras explicaciones de expertos e industria hicieron referencia a la falta de información objetiva del público y al papel de los medios de comunicación, que sobrestimaban el riesgo y se situaban en una posición de confrontación respecto a la industria. El público simplemente no poseía conocimientos válidos y mostraba una actitud irracional ante los riesgos tecnológicos e industriales mientras que infravaloraba otros riesgos, claramente relevantes, como el de conducir sin cinturón de seguridad o el de fumar.

La investigación de psicólogos y otros científicos sociales puso de manifiesto lo equivocado e

incluso tendencioso de tal afirmación. La investigación teórica y práctica realizada desde entonces ha permitido constatar que en la percepción del riesgo intervienen una serie de características que no es posible reflejar ni interpretar mediante un mero cálculo de probabilidades [4, 5].

No existe un "riesgo objetivo" (sobre el que se pueda prevenir o informar) y otro "subjetivo" (sin validez alguna) y por tanto aquello que resulta sumamente "arriesgado" para unos no lo es en absoluto para otros y viceversa. Tampoco existen dos grupos sociales con creencias y valores idénticos, con actitudes y opiniones tan similares que filtren la misma realidad de forma unívoca.

Es decir, tampoco existe un modo universalmente compartido de interpretar la realidad social. "La percepción del riesgo implica las creencias, juicios y sentimientos de la gente, así como los valores y disposiciones sociales y culturales más amplios que las personas adoptan frente a los peligros y sus beneficios. Más que un concepto abstracto como (el riesgo), lo que la gente parece evaluar son las características de los peligros. Más aún, la percepción del riesgo es multidimensional: un peligro concreto significa cosas distintas para personas distintas y cosas distintas en distintos contextos (...) es un fenómeno de carácter humano y social." [6]

2. PRINCIPALES ENFOQUES TEORICOS

Una vez reconocida la complejidad y relevancia del tema comenzaron a desarrollarse diversos enfoques y aproximaciones con la intención de caracterizar y comprender la dinámica de la percepción del riesgo en la que interactúan además de la propia realidad física, otras variables de carácter individual y social.

2.1. El paradigma psicométrico

En el análisis de las variables relevantes de cara a la percepción destaca muy especialmente el paradigma psicométrico, desarrollado por el Grupo

de Oregón y ratificado por numerosos estudios empíricos realizados tanto en Estados Unidos como en otros países [7]. Este paradigma pretende explicar por qué algunos fenómenos generan alta ansiedad y temor mientras que otros dejan indiferentes, así como las discrepancias entre las reacciones de los diversos grupos sociales, especialmente entre la de los expertos y la de la opinión pública.

La metodología básica utilizada por estos autores consiste en pedir a un conjunto de sujetos que evalúen a través de un cuestionario una serie de riesgos, elegidos por el investigador, en función de ciertas características como la controlabilidad del riesgo, su predictibilidad, el grado de conocimiento que la ciencia posee sobre él, la familiaridad del sujeto, etcétera. Los datos obtenidos se someten a un análisis estadístico multivariado, generalmente un análisis factorial. Este extrae las dimensiones que subyacen a las respuestas de los sujetos en función de las correlaciones existentes entre los items.

El paradigma ha constatado que la percepción social del riesgo se relaciona con diversas características cualitativas de los peligros. Entre las características que más parecen influir en la percepción cabe destacar el grado de familiaridad, el nivel de conocimientos, la sensación de control, la sensación de temor, el potencial catastrófico de fenómeno, etc; a lo que siempre es necesario añadir los beneficios asociados a la actividad que da lugar al riesgo [8]. La investigación ha demostrado que muchas de estas características relevantes están íntimamente relacionadas entre sí, de forma que las dimensiones detectadas por el Grupo de Oregón podrían agruparse en dos factores básicos. El primero podría etiquetarse como **potencial catastrófico del riesgo** y agrupa las siguientes variables: incontrolabilidad, pánico, consecuencias fatales, alto riesgo para las generaciones futuras, difícil de reducir e involuntario. El factor 2 sería **grado de conocimiento acerca del riesgo** compuesto por las variables inobservable, desconocido para aquellos expuestos a él, novedad y desconocimiento de la ciencia. Además se detectó un tercer factor: el

número de gente expuesta. Posteriores trabajos e investigaciones han permitido identificar un importante número adicional de variables significativas [9], también susceptibles de agrupamiento en factores clave.

2.2. Teoría cultural del riesgo

Los partidarios del paradigma psicométrico sostienen que las estructuras y estrategias cognitivas de las que hacen uso los sujetos son constantes, no varían a lo largo de las culturas [10,11]. Esto no quiere decir que a la hora de explicar ciertas diferencias entre colectivos no se tengan en cuenta factores sociales, pero la idea de que los sujetos aprenden a temer ciertos riesgos en función de diferentes estilos de vida no encuentra cabida en el enfoque.

Sin embargo, algunos de los primeros hallazgos de las investigaciones psicométricas demostraron no ser tan universales como parecían, al ser sensibles a las diferencias demográficas, a las de grupo y a los factores de carácter social y cultural. Los estudios basados en cuestionarios, en sí mismos, no captaban la complejidad inherente a la percepción del riesgo. Resultaría necesario aplicar, además, otros métodos más sensibles a los contextos específicos en que se aplican. "Para comprender mejor cómo se construye socialmente la percepción social del riesgo es necesario sacar a la superficie las verdaderas preocupaciones y necesidades de la población, sin limitación alguna, sin situarla en un marco predefinido (el cuestionario) que dicte cuáles deberían ser las cuestiones pertinentes" [12-14].

La teoría cultural del riesgo [15] postula así que la percepción del riesgo ha de considerarse como un proceso social. Cada sociedad elige selectivamente sus propios riesgos, poniendo especial énfasis en unos y restando importancia a otros. Este proceso de selección no se basa necesariamente en la evidencia científica ni tampoco en cuestiones primarias como la seguridad personal o medioambiental. En última instancia las preocupaciones y temores ante el riesgo constituyen mecanismos de control de las relaciones sociales, mecanismos que actúan de

acuerdo con diversos patrones de interacción social.

En suma, la teoría cultural predice diferencias entre culturas o grupos que posean diferentes "estilos de vida": **sesgos culturales** o cosmovisiones (valores y creencias compartidas por los miembros del grupo) asociadas a los **patrones de interacción social**, como el igualitario, el jerárquico o el individualista. Los sesgos culturales y el tipo de relación social modulan la atención selectiva al riesgo, fortaleciendo el estilo de vida propio y oponiéndose al resto. Cada tipo de estilo de vida engendra un rango de posibles peligros [16]. Los jerárquicos, por ejemplo, valoran el orden establecido, confían en los expertos y temen los desórdenes sociales y las conductas desviadas; los individualistas, sin embargo, valoran el logro de metas personales y acentúan el incentivo económico en el trabajo, pero temen la guerra y las crisis económicas; por su parte, los igualitarios desconfían de las instituciones y sus expertos, a quienes consideran motivados por puro egoísmo, obstáculos para el desarrollo de la sociedad igualitaria, adoptando actitudes reticentes hacia los riesgos tecnológicos.

En este sentido cabe destacar que algunos de los estudios más recientes están adoptando aproximaciones cualitativas, etnográficas, y parecen estar aportando resultados prometedores en la comprensión de los procesos de la construcción social de la percepción [17-19].

2.3. Amplificación social del riesgo

Con la intención de integrar el paradigma psicométrico y la teoría cultural, Kasperson y sus colaboradores [20] desarrollaron un modelo que permitiera superar las críticas recibidas por ambos enfoques [6]. Su postulado inicial sostiene que los sujetos habitualmente no tienen experiencia directa con los riesgos a los que están expuestos, de forma que su relación con ellos (sus conocimientos, actitudes, etc. hacia dichos riesgos) se establece a través de la información que los sujetos reciben de las instituciones, grupos o individuos.

El modelo de la amplificación social del riesgo pretende evaluar cómo influye en "el receptor de la información" el comportamiento de los "informantes". Ciertos colectivos tales como la comunidad científica, los gestores del riesgo, los medios masivos, los líderes de opinión, etc., actúan como "estaciones sociales", procesando las señales de riesgo y modulando, con su respuesta, la percepción del riesgo en el receptor de la información, ya sea amplificando o atenuando dicho riesgo. Las repercusiones de este proceso de amplificación van más allá, al traducirse en impactos secundarios que, a su vez, pueden volver a funcionar como "señales" que de nuevo son procesadas y moduladas.

A partir de esta concepción teórica se ha desarrollado también un modelo estructural [21]. El principal atractivo de este último modelo lo constituye su adecuada integración de factores psicosociales dinámicos con una metodología psicométrica más potente, de carácter más relacional que el enfoque original del Grupo de Oregón.

Esta breve exposición de los principales enfoques desarrollados en aras de una rigurosa comprensión de la dinámica de la percepción del riesgo pone de manifiesto la creciente consolidación de esta joven disciplina. Aún así es mucho lo que queda por hacer para llegar a la plena comprensión de la compleja interacción de factores inherentes a la percepción y de como ésta da forma a los comportamientos y respuestas relativas a la tolerancia ante el riesgo.

En este sentido cabe destacar que los planteamientos más recientes postulan esencialmente la necesidad de integrar las diversas aproximaciones para abordar este tema eminentemente multidisciplinario.

3. DINAMICA DE LA PERCEPCION DEL RIESGO: POBLACION VS EXPERTOS

Como ya se ha visto, el origen de los estudios de la percepción del riesgo se sitúa en las discrepancias detectadas entre la percepción de la

población y la de los expertos, en el reconocimiento de que el análisis de la percepción social podría ayudar a comprender y superar los conflictos y debates sociales en torno a la seguridad y al riesgo. Una vez reconocidas las sustanciales deficiencias de los primeros planteamientos, los que sostenían la existencia de un "riesgo objetivo", la investigación se centró en identificar las variables relevantes en la percepción de la población.

Las investigaciones más recientes están ampliando su ámbito de estudio, prestando especial atención a la percepción de los expertos. Sus resultados están mostrando la presencia de diferencias significativas entre ellos, abriéndose así un nuevo campo de investigación sumamente prometedor.

Si la finalidad última de esta línea de investigación es aportar conocimientos y métodos que faciliten la comprensión de los actuales debates sociales en torno a la seguridad y puedan contribuir a su solución, parece evidente la necesidad de analizar las percepciones de todos los colectivos sociales involucrados. En este último apartado se ilustrarán algunas de las variables relevantes en la percepción de ambos colectivos.

3.1. Percepción de la población

La Tabla 1 incluye las variables relacionadas con el individuo que las primeras investigaciones han destacado como especialmente significativas en la percepción del riesgo. No son todas, ni tampoco son igualmente relevantes para los diversos riesgos o contextos sociales en que éstos se perciben, pero sí ilustran la variedad y características de los aspectos que deberían ser objeto de estudio de cara a una adecuada comprensión de la percepción del riesgo.

Se ha considerado de interés comentar además otras de las variables que actualmente están recibiendo especial atención, en concreto: riesgo personal vs riesgo colectivo; riesgo físico vs riesgo gestionado.

Tabla 1
Variables individuales que influyen
en la percepción social del riesgo

Clasificación	Variables	Especificación
Variables relacionadas con el individuo	Familiaridad del sujeto con situación de riesgo	Grado de experiencia del sujeto con la situación
	Comprensión del riesgo	Grado de conocimiento
	Incertidumbre	Percepción del sujeto del grado de conocimiento que posee la ciencia al respecto
	Voluntariedad	Grado de decisión del sujeto acerca de si se expone o no al riesgo
	Involucración personal	Grado en que la actividad les afecta directamente a él o a su familia
	Controlabilidad	Grado en el que el sujeto puede ejecutar una conducta efectiva para modificar la situación de riesgo o no
	Sexo/Edad	Variables sociodemográficas
	Vinculación laboral	Del sujeto o familia con la instalación que produce el riesgo

Riesgo personal vs riesgo colectivo

Los individuos sistemáticamente tienden a infravalorar los riesgos personales (riesgos voluntarios, controlables, familiares) a la vez que valoran esa misma conducta en los demás como mucho más arriesgada [10, 22]. Algunos ejemplos de este fenómeno serían el consumo de bebidas alcohólicas o de cigarrillos, la conducción a alta velocidad, la alimentación inadecuada, la alta exposición a los rayos solares, etcétera.

Del mismo modo, se ha podido constatar la presencia de un optimismo irracional relacionado

con conceptos cognitivos como son la negación del riesgo, la reducción de la disonancia cognitiva o la ilusión de control [23-25]. Estos mecanismos ayudan al sujeto a conducirse con cierto dinamismo en su vida cotidiana, en un mundo en el que la incertidumbre y el riesgo le inmovilizarían.

Por ello es necesario destacar que ante situaciones de aparente falta de interés o de preocupación la realidad puede ser muy otra, existiendo un importante temor o rechazo aunque sea latente. La conclusión esencial apuntaría por tanto a la necesidad de evaluar no solo la preocupación manifiesta sino también la latente.

Tabla 2

Variables relacionadas con la magnitud de las consecuencias del riesgo (riesgo físico)

Clasificación	Variables	Especificación
Variables relacionadas con la naturaleza de las consecuencias del riesgo	Potencial catastrófico	Grado de la fatalidad de las consecuencias y de su concurrencia en el espacio y en el tiempo
	Historia pasada de accidentes	Grado en el que la actividad posee un historial previo de accidentes
	Inmediatez de las consecuencias	Grado en que las consecuencias son inmediatas o no
	Reversibilidad de las consecuencias	Grado en que las consecuencias son reversibles o no
	Pánico	Grado en que el suceso produce sentimientos tales como miedo, terror y ansiedad
	Efecto sobre niños	Efectos sobre la infancia, feto o embriones
	Efecto sobre generaciones	Grado en que los efectos se prolongarán hacia las generaciones siguientes
	Identidad de las víctimas	Grado en el que el riesgo afecta a víctimas identificables o solo a víctimas estadísticas

Riesgo físico vs riesgo gestionado

Ante cualquier situación de riesgo es necesario hacer una distinción entre las características físicas de la situación (Tabla 2) y aquellas otras características que se desprenden de su gestión (Tabla 3), tales como quién gestiona el riesgo o qué intención se atribuye al gestor. La percepción del riesgo físico y la percepción del riesgo gestionado no tienen por qué coincidir. Es más, existen diferencias drásticas en la percepción de dos riesgos con una misma fuente física.

Tabla 3

Variables relacionadas con la gestión social del riesgo que afectan a la percepción social del riesgo (riesgo gestionado)

Clasificación	Variables	Especificación
Variables relacionadas con la gestión social del riesgo	Inequidad riesgos-beneficios	Desequilibrio entre los beneficios derivados de la situación de riesgo y los costos que genera
	Beneficios	Inadecuada estimación o comprensión de los beneficios
	Confianza en las instituciones	Grado en el que el sujeto confía o da credibilidad a las instituciones responsables de la seguridad
	Atención de los medios de comunicación	Calidad y cantidad de la información ofrecida por los medios de comunicación

Un caso paradigmático de esta situación es el riesgo radiológico, especialmente el riesgo por radiación ionizante (Tabla 4). La gente suele aceptar el uso de la radiación en medicina (radiodiagnóstico y radioterapia), considerándolo un riesgo bajo que comporta altos beneficios, mientras que los usos industriales de las mismas fuentes de riesgo se perciben como inaceptables, de alto riesgo y beneficios escasos [2]. Aunque el

uso de rayos X y ciertas medicinas supone riesgos significativos, su percepción es más favorable debido a nuestra relativamente elevada confianza en los médicos y especialistas radiológicos clínicos. La credibilidad que nos merecen es mayor que la de políticos e industriales. En suma, además de los beneficios asociados a las diversas aplicaciones de una misma actividad de alto riesgo, la credibilidad del gestor constituye un aspecto crucial de cara a su tolerancia y aceptación por parte de la sociedad.

Tabla 4

Estimación del grado de riesgo (radiológico) y reacción acerca del riesgo: expertos/público

	EXPERTOS	PÚBLICO
ENERGÍA NUCLEAR: RESIDUOS	<i>Riesgo moderado Aceptable</i>	<i>Riesgo extremo Inaceptable</i>
RAYOS X	<i>Riesgo bajo/moderado Aceptable</i>	<i>Muy bajo riesgo Aceptable</i>
RADÓN	<i>Riesgo moderado Necesita soluciones</i>	<i>Riesgo muy bajo Apatía</i>
ARMAS NUCLEARES	<i>Riesgo moderado/extremo Tolerancia</i>	<i>Riesgo extremo Tolerancia</i>
IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS	<i>Riesgo bajo Aceptable</i>	<i>Riesgo alto? Aceptabilidad cuestionada</i>
CAMPOS ELÉCTRICOS/MAGNÉTICOS	<i>Riesgo bajo Aceptable</i>	<i>Comienza a preocupar significativamente</i>

3.2. Percepción de los expertos

Como se ha apuntado, un tema de especial interés es el de las diferencias que se dan entre expertos, que como veremos son también muy relevantes y están dando lugar a una importante línea de investigación. "Experto" no es un concepto unitario, unívoco, abarca un amplio espectro de colectivos claramente diferenciados entre sí en función de aspectos como el área de especialización, el ámbito laboral en que se aplique el conocimiento e incluso las preferencias personales previas a la elección de su área de conocimiento. A continuación se comentan brevemente algunas de estas diferencias.

En función del área de especialización y en el

ámbito concreto de los residuos nucleares, se ha observado que ingenieros no dedicados al área nuclear presentan un patrón de percepción intermedio entre el de los expertos nucleares y el de la opinión pública [22]. Incluso entre los expertos en energía nuclear se han detectado discrepancias [26].

En función del organismo o empresa en la que se aplique el conocimiento; se ha comprobado que los físicos e ingenieros que trabajan en la universidad, por ejemplo, evalúan los riesgos como más elevados que aquellos otros que trabajan en empresas privadas o laboratorios estatales [27].

En función de los riesgos inherentes a su profesión; cada experto minimiza el riesgo asociado a su profesión en comparación con los de las demás. Así, por ejemplo, los bioquímicos infravaloran los riesgos derivados de la ingeniería genética, los médicos los de la terapia radiológica, etcétera.

Ante estos resultados se han sugerido diversas explicaciones, como la percepción de control y la familiaridad, el rol profesional, o las actitudes previas a la elección de la carrera profesional. Este último punto fue objeto de un interesante análisis llevado a cabo en Suecia entre estudiantes de un curso preuniversitario [28]. Se encontraron diferencias sistemáticas en la percepción del riesgo de los residuos nucleares en función de la especialidad que hubiera elegido el estudiante: ciencias naturales, ciencias sociales, humanidades, tecnología o económicas. Los estudiantes que habían optado por tecnología o por económicas mostraron una menor valoración de este riesgo, especialmente los varones. En suma, parece existir una valoración del riesgo previa a la socialización universitaria y profesional. Cabe concluir, por tanto, que "el conocimiento" objetivo no da lugar a un único patrón de percepción.

En definitiva, lo que estos datos cuestionan drásticamente son esas primeras afirmaciones que sostenían que las diferencias entre expertos y

público se deben únicamente a la ausencia de conocimientos por parte de estos últimos: los expertos de la misma área difieren en función de quién les ha contratado y de la autonomía que puede mostrar a este respecto.

Además puede añadirse que aunque los expertos ciertamente poseen más conocimientos, su saber se ciñe al mundo de los eventos físicos o biológicos y no presupone competencia alguna en los aspectos sociales y psicológicos tan inevitablemente asociados al riesgo y que son los que con mayor probabilidad producen accidentes.

En definitiva, la confianza irreductible del experto en la probabilidad estimada de un accidente pueden conducirlo a sobreestimar su área de competencia. La socialización en un sistema de valores y creencias es muy anterior a la adquisición de la experiencia como experto, lo que implica que su propia actitud hacia el riesgo pueda ser causa y no efecto de ese rol de experto [10, 29].

4. DE LA PERCEPCION SOCIAL DEL RIESGO A SU PREVENCION Y GESTION MEDIANTE LOS PROCESOS DE COMUNICACION Y PERCEPCIÓN SOCIAL

La sociedad posindustrial está asignando un importante papel al análisis de la percepción social del riesgo al reconocer que puede facilitar la comprensión de los actuales conflictos sociales en torno a la seguridad y contribuir, además, a su solución. Una muestra palpable del creciente protagonismo que está adquiriendo esta área de estudio la encontramos en las últimas disposiciones legales sobre prevención y control del riesgo (89/618/Euratom; Doc.XI-3539/92EN; O.M.de27/5/1993; 82/501/CEE; 91/692/CEE; RD886/88; RD952/90).

La nueva legislación incorpora a las políticas de prevención y control dos nuevos instrumentos esenciales: la **comunicación del riesgo** y la **participación social**. La esencia, la finalidad última que persiguen estas nuevas obligaciones legales podría sintetizarse como sigue:

- Facilitar la comprensión y el conocimiento mutuo de las diversas posturas involucradas en el debate social, fomentar el “diálogo” entre los agentes sociales involucrados en estos conflictos, mediante una comunicación bidireccional y “eficaz” (basada en las percepciones previas de todos los agentes sociales afectados o involucrados).
- Incrementar la “sensación de control” de los ciudadanos sobre sus propias vidas fomentando para ello la participación social de la ciudadanía en aquellas tomas de decisiones que la afectan.

Para que estos nuevos instrumentos de prevención y control sean verdaderamente eficaces, el análisis de la percepción del riesgo debe constituir siempre el punto de partida, el primer paso. La experiencia adquirida hasta la fecha ha constatado que la **percepción social del riesgo** es el requisito esencial de cualquier intento de comunicación o de participación social.

La investigación en este área continúa desarrollándose y sus resultados parecen prometedores. Aun así esta es una disciplina joven, sumamente compleja, y es mucho lo que queda por hacer. Cabe destacar el apoyo que los últimos Programas de I + D, tanto de la Unión Europea como de otras entidades, están prestando a este tema, como muestra la reciente aprobación de un proyecto de investigación sobre la percepción y comunicación del riesgo radiológico [30].

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] A. WILDASKY, American Science, 67, 32 (1979).
- [2] P. SLOVIC, Risk Analysis, 13, 6, 675-682 (1993).
- [3] J. FYNN, P. SLOVIC y C.K. MERTZ, Risk Analysis, 13, 643-648 (1993).
- [4] P. SLOVIC, Risk Analysis, 6, 403-415 (1986).
- [5] P. SLOVIC, Science, 236, 280-285 (1987).
- [6] N. PIDGEON, C. HOOD, D. JONES, B. TURNER y R. GIBSON, Risk Perception, en Risk: Analysis, Perception and Management, pp. 89-134, Royal Society, Londres (1992).
- [7] B. FISCHHOFF, P. SLOVIC, P. LICHTENSTEIN, S. READ y B. COMBS, Policy Sciences, 9, 127-152 (1978).
- [8] P. SLOVIC, Perception Risk from Radiation, en The Medical

Basis for Radiation-Accident Preparedness III. The Psychological Perspective, Ricks, Berger y O'Hara (Eds.), Elsevier Science Publishing, Co. Inc (1991).

[9] V.T. COVELLO, Social and behavioral research on risk: uses in risk management decision making, en Environmental Impact Assessment, Technology Assessment, and Risk Analysis, (Covello et al. eds.), NATO ASI Series G, Vol. 4, Springer-Verlag, Berlin (1985).

[10] L. GULLSTRÖM NYLAND, Risk Perception in Brazil and Sweden, Risk Research Reports No. 15, Centre for Risk Research, Escuela de Económicas de Estocolmo (1993).

[11] L. SJÖBERG, Explaining Risk Perception: An Empirical and Quantitative Evaluation of Cultural Theory, Risk Research Reports No. 22, Centre for Risk Research, Escuela de Económicas de Estocolmo (1995).

[12] M. DOUGLAS, Risk acceptability according to the Social Sciences, Routledge, Londres (1986).

[13] A. BOSTROM, B. FISCHHOFF et al., Journal of Social Issues, 48, 4, 85-100 (1992).

[14] S. KRIMSKY y D. GOLDING, Social Theories of Risk, Praeger, Westport (1992).

[15] A. WILDASKY y K. DAKE, Deadalus, 119, 4, 41-60 (1990).

[16] K. DAKE, Journal of Cross Cultural Psychology, 22, 61-82 (1991).

[17] B. WYNNE, C. WATERTON et al., Public Perceptions and the Nuclear Industry in West Cumbria, Centre for the Study of Environmental Change, University of Lancaster (1993).

[18] F. ZONABEND, The Nuclear Peninsula, edición inglesa. Cambridge University Press, Cambridge (1993).

[19] A. IRWIN, A. DALE y D. SMITH, Science and Hell's kitchen: The local understanding of hazard issues", en

Misunderstanding Science, Irwin y Wynne (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge (en preparación).

[20] R.E. KASPERSON, O. RENN, P. SLOVIC, H.S. BROWN, J. EMEL, R. GOBLE, J.X. KASPERSON y S. RATICK, Risk Analysis, 8, 2, 177-187, (1988).

[21] W.J. BURNS, P. SLOVIC, R.E. KASPERSON, J.X. KASPERSON, O. RENN y S. EMANI, Risk Analysis, 13, 6, 611-623 (1993).

[22] L. SJÖBERG y B.M. DROTTZ-SJÖBERG, Risk Perception of Nuclear Waste Experts and the Public, Risk Research Reports No. 16, Centre for Risk Research, Escuela de Económicas de Estocolmo (1994).

[23] N.D. WEINSTEIN, Health Psychology, 3, 434-457 (1984).

[24] N.D. WEINSTEIN, Journal of Behavioral Medicine, 10, 481-500 (1987).

[25] N.D. WEINSTEIN, Science, 1232-1233 (1989).

[26] S. ROTHMAN y S.R. LITCHER, American Political Science Review, 81, 383-404 (1987).

[27] R.P. BARKE y H.C. JENKINS-SMITH, Risk Analysis, 13, 425-439 (1993).

[28] B.M. DROTTZ-SJÖBERG y L. SJÖBERG, Journal of Applied Social Psychology, 21, 24, 2007-2036 (1991).

[29] L. SJÖBERG, Risk Perception by experts and the public, Risk Research Reports No. 4, Centre for Risk Research, Escuela de Económicas de Estocolmo (1991).g

[30] RISKPERCOM, "Risk Perception and Risk Communication", Proyecto aprobado por la Comisión Europea para el Programa de Seguridad de Fisión Nuclear incluido en el IV Programa Marco de Investigación, 1995. Coordinador: Prof. Lennart Sjöberg (CRR, Suecia). Participantes: Dr. Jean Brenot (IPSN, Francia); Dra. Ana Prades (CIEMAT, España); Dr. Per Strand (NRPA, Noruega) y Dra. Lynn Frewer (IFR, Reino Unido).

*Este artículo fue publicado en la Revista de la Sociedad Española de Protección Radiológica, Radioprotección, No. 10, Vol. III, 1996.
Su publicación en la Revista Nucleus ha sido autorizada
por los autores y la referida revista.*

ESTIMULACION DEL CRECIMIENTO Y LA PRODUCTIVIDAD DEL PEPINO, MEDIANTE EL TRATAMIENTO DE SEMILLAS CON RAYOS X

R. Ramírez Fernández, L. M. González Núñez, B. García Rodríguez, L. Licea Castro, E. Porras León
Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Bayamo, Granma

Resumen

Mediante el desarrollo de experimentos en condiciones de laboratorio y de organopónico, se estudió el efecto de bajas dosis de rayos X, aplicadas a semillas sobre algunos indicadores del crecimiento y la productividad en plantas de pepino. Los resultados indicaron que las dosis estimulantes en este cultivo están entre 6-18 Gy, y que la dosis óptima para estimular el rendimiento de las plantas es 8,58 Gy.

STIMULATION OF GROWTH AND YIELD OF CUCUMBER PLANT THROUGH SEEDS TREATMENTS WITH X RAYS

Abstract

The effect of seed irradiation with low doses of X rays on several growth and yield indicators of cucumber plants was studied in laboratory and in organoponic conditions. The results showed that the stimulation doses for this crop were between 6-18 Gy, and the better dose for the stimulation of plant yield was 8.58 Gy.

Palabras clave: agriculture, X-radiation, plant breeding, cucumbers, seeds, radiation doses, productivity, biological radiation effects

INTRODUCCION

Uno de los problemas fundamentales de la agricultura mundial es el incremento del potencial productivo de las diferentes especies vegetales [1]. Disímiles soluciones que van desde el mejoramiento genético de las variedades y la mejora del suelo hasta la búsqueda de agentes estimulantes capaces de alterar las características fisiológicas del material vegetal, se han puesto a prueba con el objetivo de solucionar esta problemática [1-5].

Dentro de los métodos físicos empleados en la estimulación de los cultivos agrícolas, el tratamiento de semillas con bajas dosis de radiaciones ionizantes ha encontrado una amplia

aplicación [6]. Al respecto numerosos autores han observado que su acción provoca cambios fisiológicos en las plantas que reportan gran interés para la agricultura actual; entre los que se destacan el incremento en la velocidad y el porcentaje de germinación de las semillas, así como el crecimiento y la productividad de las plantas [7-9].

La aplicación práctica de la radioestimulación vegetal se ha estudiado ampliamente en diversos países y se ha recomendado como una actividad agrotécnica para elevar los rendimientos de los cultivos agrícolas en algunos países de Europa [8]. En Cuba, aunque se han reportado pocas investigaciones sobre el empleo de bajas dosis de radiaciones ionizantes en la estimulación de los

cultivos [7,10,11], ésta pudiera constituir una técnica alternativa para el incremento del potencial productivo de algunos cultivos de importancia económica para el país.

El objetivo de este trabajo consistió en determinar las dosis óptimas de rayos X para la estimulación del crecimiento y la productividad en plantas de pepino.

MATERIALES Y METODOS

En el desarrollo de los experimentos se emplearon semillas de pepino (variedad Japonés), con un alto porcentaje de germinación (98%) y una humedad, en el momento de la irradiación de 13-14%. Las semillas se trabajaron con rayos X en un equipo de terapia superficial modelo RT-100, marca Philips, con régimen de trabajo de 55 keV y 10 mA, utilizando un filtro de Al de 0,78 mm. Se aplicaron dosis entre 3-21 Gy, con una potencia de dosis de 11,47 Gy/min.

Experimento en laboratorio

Posterior a la irradiación, las semillas, provenientes de cada dosis, y un control sin irradiar se sembraron en cámara húmeda con 10 mL de agua destilada utilizando tres réplicas por tratamiento de 20 semillas cada una, las cuales fueron dispuestas cumpliendo un diseño aleatorizado. A los 10 días de la siembra se evaluó la germinación, la altura de las plantas (AP) y la longitud de la raíz (LR). Los datos obtenidos se procesaron mediante un análisis de varianza, de clasificación simple, y las medias se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Experimento en organopónico

Las semillas irradiadas con las dosis seleccionadas en condiciones de laboratorio y el control sin irradiar se sembraron en condiciones de organopónico, durante dos años sobre un sustrato compuesto por suelo, zeolita y materia orgánica en una proporción 3:1:1. En el experimento se utilizó un

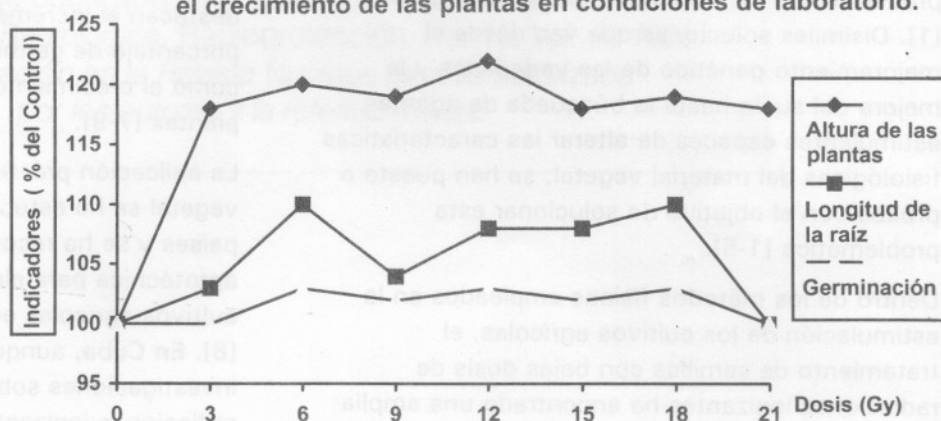
diseño aleatorizado con cuatro réplicas por tratamiento y diez plantas por réplica. A los 15 días de la siembra se evaluaron los indicadores: altura de las plantas, longitud de la raíz y número de hojas por planta (NHP) y se determinó el rendimiento por metro cuadrado (kg/m^2), el rendimiento por planta y el número de frutos por planta; así como se realizaron observaciones del estado fisiológico de las plantas provenientes de los tratamientos empleados y el control, respectivamente.

Los resultados de los experimentos se sometieron a análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan. Se realizó un análisis de regresión sobre la base de los indicadores medidos en condiciones de laboratorio y el rendimiento agrícola en condiciones de organopónico y un análisis de superficie de respuesta entre el rendimiento y las dosis aplicadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar el efecto causado por las bajas dosis de rayos X sobre el porcentaje de germinación de las semillas, se observó que ninguna de las dosis aplicadas provocaron cambios significativos sobre este proceso con respecto al control; se manifestó sólo una tendencia a la estimulación en las dosis de 6, 12 y 18 Gy (Fig. 1), que pudiera relacionarse, con el alto potencial germinativo que presentaron las semillas tratadas [2,12]. Otros autores han indicado que este parámetro sólo es estimulado cuando las semillas germinan bajo condiciones de estrés o presentan problemas de dormancia [6,13].

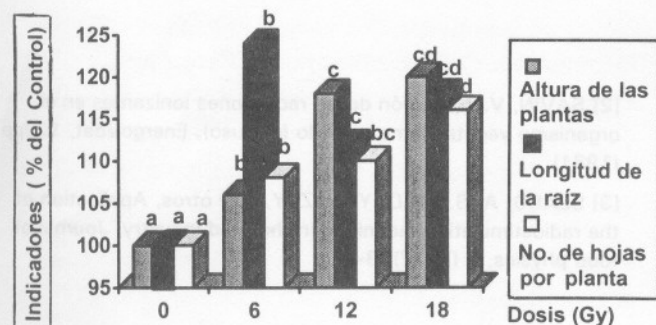
Figura 1. Efecto de bajas dosis de rayos X sobre la germinación y el crecimiento de las plantas en condiciones de laboratorio.



A diferencia de la germinación, los indicadores altura de las plantas y longitud de la raíz, evaluados a los 10 días de la siembra mostraron diferencias significativas con incrementos en la altura de 19, 25 y 22% y en la longitud de la raíz de 5, 7 y 10% para las dosis 6, 12 y 18 Gy, respectivamente. Este efecto estimulante coincide con los señalados por otros autores en diversos cultivos [14,15], y pudiera explicarse por los incrementos que se producen en la biosíntesis de aminoácidos, lo cual activa los procesos metabólicos en las semillas [14], o acumula de forma intensiva sustancias del tipo giberélico que se produce en las plantas procedentes de semillas tratadas con bajas dosis de radiaciones [16].

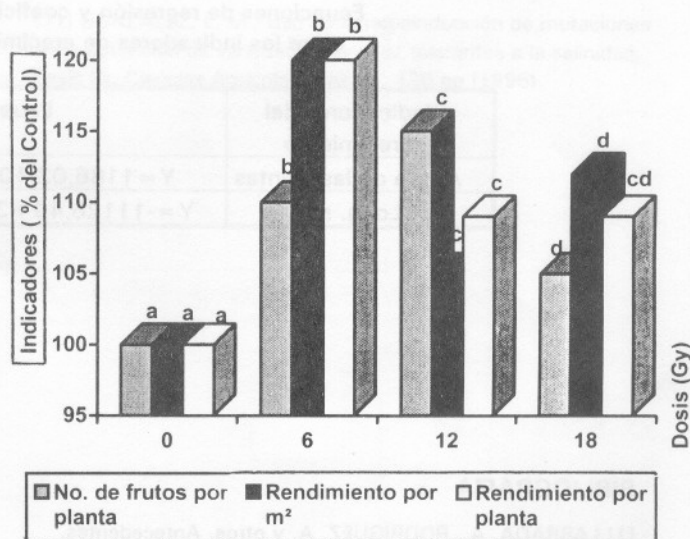
Al analizar los efectos en condiciones de organopónico, de las dosis seleccionadas en el laboratorio como dosis estimulantes, se detectaron estímulos significativos en los tres indicadores evaluados (AP, LR y NHP) a los 15 días de la siembra. Este efecto es mayor en la dosis de 18 Gy, ya que donde los valores de estimulación sobrepasan el 15% con respecto al control sin irradiar (Fig. 2). El incremento del indicador número de hojas por planta, pudiera favorecer la asimilación de la energía solar en el proceso de fotosíntesis e implicar una mayor producción de fotoasimilatos, utilizables con posterioridad en la formación de frutos; a la vez que tal comportamiento pudiera dar una medida del crecimiento y desarrollo que se produce en las plantas procedentes de semillas tratadas con bajas dosis de radiaciones ionizantes [2].

Figura 2. Efecto de bajas dosis de rayos X sobre los indicadores del crecimiento de las plantas en condiciones de organopónico.



El rendimiento y número de frutos por plantas procedentes de semillas tratadas con radiaciones se mostró superior al testigo en todos los tratamientos e indicadores del rendimiento evaluados, con valores máximos de 24% en el rendimiento por planta y el rendimiento por metro cuadrado y de 21% en el número de frutos por planta, correspondientes a la dosis de 6 Gy (Fig. 3). La curva de la superficie de respuesta que se ajusta a un polinomio de tercer grado mostró que la dosis óptima fue de 8,58 Gy (Fig. 4). Algunos autores han señalado valores inferiores en el rango de dosis óptimas [8], bajo condiciones ambientales de un clima templado; lo que corrobora los resultados de diversos investigadores [17], que consideran las variedades cultivadas en climas tropicales más radiorresistentes. Otros autores han encontrado estimulación en el rendimiento, en otros cultivos agrícolas por efecto de las bajas dosis de radiaciones ionizantes [5,7,18,19].

Figura 3. Rendimiento y sus componentes en plantas de pepino procedentes de semillas irradiadas y cultivadas en condiciones de organopónico.



En las observaciones realizadas sobre el estado fisiológico de las plantas se comprobó una mayor durabilidad de la plantación (11 días más con respecto al control) proveniente de los tratamientos con radiaciones, lo que posibilitó

realizar una cosecha más que en el control; también se detectó una menor producción de frutos deformados (datos no mostrados) a lo largo de la cosecha, lo que pudiera favorecer su proceso de comercialización.

El análisis de regresión aplicado a las variables del crecimiento en condiciones de laboratorio y a los indicadores del rendimiento, en condiciones de organopónico, aportó una correlación alta y positiva entre la altura de las plantas, la longitud de la raíz y el rendimiento por metro cuadrado. Por otra parte, los valores encontrados en los coeficientes de determinación (0,99, 0,99) significan que el 99% de los cambios que se producen en el rendimiento agrícola se puede explicar por las variaciones observadas en los indicadores del crecimiento, lo que muestra que a medida que se favorecen los indicadores del crecimiento, por efecto de la irradiación, será mayor el rendimiento por metro cuadrado que se

obtendrá de estas plantas (Tabla 1). Algunos autores han señalado resultados análogos [20,21] en otros cultivos agrícolas. La presencia de una alta correlación entre los indicadores medidos en condiciones de laboratorio y el rendimiento agrícola señala la posibilidad de seleccionar el rango de dosis óptimas para la estimulación del rendimiento durante el estadio de plántula, lo cual reportaría ahorros significativos de recursos humanos y materiales.

De manera general los resultados informados en este trabajo señalan la posibilidad de estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas de pepino mediante el tratamiento de semillas con rayos X, pero quedan por realizar estudios de repetibilidad espacio-temporal, con el objetivo de evaluar la estabilidad del fenómeno durante varias campañas; así como dilucidar la posible influencia que los factores climáticos ejercen sobre estas plantas.

Tabla 1

Ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación y determinación entre los indicadores de crecimiento y el rendimiento de las plantas

Indicadores del crecimiento	Ecuaciones de regresión	r	R ²
Altura de las plantas	$Y = 1186,02 - 1049,28X + 307,69X^2 - 29,79X^3$	0,99	0,99
Long. raíz	$Y = -11126,49 + 3571,27X - 379,48X^2 + 13,36X^3$	0,99	0,99

BIBLIOGRAFIA

[1] LABRADA, A., RODRIGUEZ, A. y otros, Antecedentes, estado actual y perspectivas de desarrollo de los agentes físicos estimulantes en la agricultura cubana, I Simposium Internacional sobre Técnicas Nucleares Aplicadas a la Agricultura, la Industria, la Medicina y el Medio Ambiente, La Habana, Memorias (1997).

[2] SAVIN, V.N., Acción de las radiaciones ionizantes en el organismo vegetal como un todo (en ruso), Energoizdat, 120pp (1981).

[3] SZABO, A. S., MEDNYANSZKY, Z. y otros, Application of the radiostimulation technique in the food industry, Journal of food physics, 6 (1992)13-20.

- [4] SZABO, A.S., SIMON y otros, Application of radiostimulation technique in the agrofood sector. *Journal Food Phisycs*, 6 (1993)7-15.
- [5] SZABO A. S., Results of application of radiostimulation technique in improvement of agricultural production, I Simposium Internacional sobre Técnicas Nucleares Aplicadas a la Agricultura, la Industria, la Medicina y el Medio Ambiente, La Habana, Memorias (1997).
- [6] BLIANDUR, O.U., Radiobiología Agrícola (en ruso), Editorial Nauka, Kichinev, 92pp (1987).
- [7] ALARCON, C., Investigación sobre influencia de las bajas dosis de radiaciones gamma del Co-60 sobre el efecto estimulante en plantas de tomate, Tesis Dr. Ciencias Agrícolas, Plodiv, Bulgaria (1986).
- [8] JRISTOVA, M., Técnicas de irradiación en la agricultura y en la industria alimenticia. En Aplicación de Técnicas Nucleares en la Economía Nacional, Centro de Información de la Energía Nuclear, 274 pp (1986).
- [9] KUMAR, V., KUMAR, D., Indian J. of Agricultural Sciences, 58(4) (1987):313-314.
- [10] PEREZ CORDERO, E. y otros, Estudio de la influencia de las radiaciones gamma del Co-60 sobre Phaseolus vulgaris (Frijoles Negros), III Seminario Científico CENIC, UH, Resumen: 84 (1971).
- [11] LABRADA, A., Radiosensibilidad de las semillas de cultivares cubanos e influencia del contenido de agua y método de remojo sobre su variación, Tesis Dr. Ciencias Agrícolas, Moscú, Rusia, 148 pp (1983).
- [12] PROZOROV, A.S., Mejoramiento de la calidad de las semillas a través de algunos métodos físicos (en ruso), V. Selskoxhas, Nauki, 4 (1989)123-128.
- [13] RAMIREZ, R. F., GONZALEZ, L.M., Efecto de diferentes dosis de rayos X sobre la tolerancia a la salinidad en plantas de lechuga *Lactuca sativa* L., *Nucleus*, 25 (1998)
- [14] SHANKER, I., SAHA, S.K., Action d'une irradiation moderee sur composition en aminoacides des plant de Choux, *Cr. Soc. Biolog.*, 18(4) (1987)364-367.
- [15] CEPERO, L. A., MESA, R. y otros, Estimulación del crecimiento de *Leucaena leucocephala* cv. Currinngham con radiaciones gamma de Co-60, I Simposium Internacional sobre Técnicas Nucleares Aplicadas a la Agricultura, la Industria, la Medicina y el Medio Ambiente, La Habana, Resumen (1997).
- [16] LEVIN, V.I., Dinámica de la acumulación de sustancias del tipo giberélico y variaciones en la calidad de las proteínas de reserva de las plantas de trigo procedentes de semillas irradiadas (en ruso), *Biología Agrícola*, 10(2) (1987)52-57.
- [17] LABRADA, A., Radiosensibilidad de las semillas cultivadas en Cuba e influencia de los factores modificantes sobre la misma, 90 años de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, Editorial Academia (1987)227-244.
- [18] KOSTIN, V., EREMINA, T.N., Efecto de las radiaciones ionizantes sobre la calidad del grano de trigo, *Radiobiología Agrícola*, 10(2) (1987)60-63.
- [19] KAUFMANN, F., STAHN, T., Wirkung ionisierter strahlungen auf die morphogenese von schnih petersolie (*Petrosillium crispum* Mill), *Wiss Z. Humboldt, Univ. Berlín, Math-Natur*, 36(10) (1987) 892-897.
- [20] PEREZ TALAVERA, S., Influencia de la procedencia geográfica sobre la radiosensibilidad de las semillas, *Ciencias de la Agricultura*, 21(1) (1989)17-21.
- [21] GONZALEZ, L. M., Uso de la radioinducción de mutaciones en la obtención de variedades de arroz tolerantes a la salinidad, Tesis Dr. Ciencias Agrícolas. INIFAT, 120 pp (1996).

DETERMINATION OF RARE EARTH ELEMENTS IN SEA SEDIMENTS FROM THE CUBAN NORTHWESTERN COAST BY INSTRUMENTAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS

G. Capote Rodríguez ¹, B. Peña Fortes ², O. Díaz Rizo ³, G. Pérez Zayas ¹, A.T. Hernández Rivero ⁴

¹Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear, Ciudad de La Habana, Cuba

²Centro Nacional de Termalismo, Ciudad de La Habana, Cuba

³Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares, Ciudad de La Habana, Cuba

⁴Centro de Isótopos, Ciudad de La Habana, Cuba

Abstract

The multielemental characterization of sea sediments from an important Cuban coast was performed using instrumental neutron activation analysis. The obtained results show an impoverishment of rare earth elements in the studied zone, in comparison with the data taken from other Cuban coast zones.

DETERMINACION DE ELEMENTOS DE LAS TIERRAS RARAS EN SEDIMENTOS MARINOS DE LAS COSTAS NOROCCIDENTALES CUBANAS POR ANALISIS POR ACTIVACION NEUTRONICA INSTRUMENTAL

Resumen

Se realizó la caracterización multielemental de sedimentos marinos de una importante zona costera cubana empleando el análisis por activación neutrónica instrumental. Los resultados muestran un empobrecimiento de los elementos de tierras raras en la zona estudiada en comparación con los valores reportados para otras zonas costeras del país, estudiadas con anterioridad.

Key words: *neutron activation analysis, rare earths, sediments, marine disposal, Cuba*

INTRODUCTION

First studies of marine sediment samples dated in early 1970 in the United States [1]. Nevertheless, they have been converted in an international necessity not until 10-15 years ago. Presently an international effort, coordinated through the International Atomic Energy Agency (IAEA) programs, involving a great number of countries and organizations to evaluate marine sediments is

in progress. On the other hand, Rare Earth Elements (REE) are considered hydrolyzable elements. These elements are contemplated to study terrigenous influence on marine and coast sediments [2].

Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA) is a multielemental non-destructive analytical method, which allows to determine a great

number of chemical elements (including REE) with high accuracy, sensitivity and precision. It's the reason why the INAA is considered as a competitive technique for environmental analysis [3,4].

The sea sediments analysis in Cuba, using nuclear analytical techniques, was initialized in the last years of the 80's by the Cuban Ocean Studies Institute (COSI) [2], to study the habitat of some important species from the Cuban fauna. In the 90's, important studies of the geology and nature of sea sediments from different coastal zones was performed by the COSI with some nuclear institutions [5,6]. The present work is a contribution to those studies.

EXPERIMENTAL

Preparation of samples and standards: Sediment samples were picked up, treated and selected by COSI and taken from Cuban northwestern coast (Pinar del Río province, Fig. 1). All they were dried until constant weight and softly trituated in the agate mill. The Certified Reference Material (CRM) IAEA-Soil-7 [7] was taken as standard (according to the methodology referenced in [5]), and the CRM IAEA-SL-1 and the National Research Council of Canada (NRC) BCCS-1 were used as a sample in order to check the accuracy of the analysis. The different replica of the samples and standards were packed in polyethylene in portions of 50-100 mg.

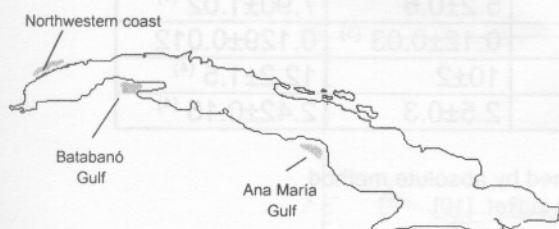


Figure 1. Location map of the studied samples

Irradiation: Packed samples and standards were encapsulated in polyethylene vials, wrapped in plastic and aluminum containers for there irradiation in the SINCA (pneumatic tube) and SIFCA (fixed system outside reactor core) channels of the TRIGA MARK III reactor at National Nuclear Research Institute of Mexico

(1MW, $\phi_{th} = 1.10^{13} \text{ n.s}^{-1}.\text{cm}^{-2}$) [8]. In order to determine long and short-lived isotopes, the irradiations were performed in two regimes: $t_i = 1 \text{ min.}$, $t_d = 1-7 \text{ min.}$, $t_m = 2 \text{ min.}$, and $t_i = 40 \text{ h.}$, $t_d = 7-10 \text{ d}$ and $215-220 \text{ d.}$, and $t_m = 30-60 \text{ min.}$

Measurements: The gamma spectra were measured in two well-known efficiency HPGe detectors, with energy resolution better than 1.9 keV for the 1332 keV line (ORTEC, 70-80 cm³), connected to a 4096 channel ADC linked to IBM-PC. A modified version of SPAN system [9] was used for the treatment and data handling of the measured γ -spectra.

RESULTS AND DISCUSSION

The values obtained in the determination of the concentration of several elements in the SL-1 and BCCS-1 reference standards are presented in Table 1. The good agreement, in both cases, with the values certified in the intercomparison run [7] shows that the analyses were performed with adequate accuracy. The same conclusion can be drawn for the analysis of the Cuban Sea sediment samples, taking into account the similarity of the elemental matrix for all cases.

In Cuban northwestern sea sediments 29 elements were determined by INAA. Average and range concentrations for all determined elements are presented in Fig. 2.

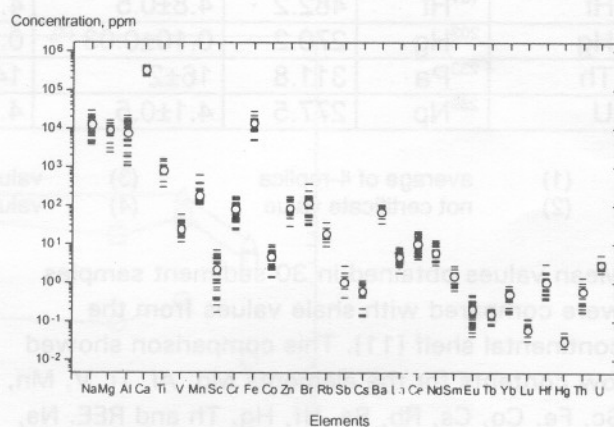


Figure 2. Range of concentration and main values (o) of major, minor and trace elements determined in northwestern sediments by INAA.

Table 1

Elemental contains of CRM IAEA lake sediment (SL-1) and CRM NRC marine sediment (BCSS-1) (in µg/g)

Element	Nuclide	E _γ (keV)	SL-1	IAEA	BCSS-1	NRC
			This work ⁽¹⁾	IAEA [7]	This work ⁽¹⁾	NRC [7]
Na (%)	²⁴ Na	1368.9	0.18±0.01	0.172±0.012	1.6±0.2	2.0±0.2
Mg (%)	²⁷ Mg	1014.1	2.7±0.2	2.9 ⁽²⁾	1.3±0.2	1.5±0.1
Al (%)	²⁸ Al	1778.9	9.3±0.7	8.9 ⁽²⁾	6.2±0.5	6.3±0.2
Ca (%)	⁴⁹ Ca	3083.0	< 1.0	0.25 ⁽²⁾	< 1.0	0.54±0.05
Ti (%)	⁵¹ Ti	320.0	0.53±0.04	0.517±0.037	0.45±0.04	0.44±0.01
V	⁵² V	1434.5	159±18	170±15	90±9	93.4±4.9
Mn	⁵⁶ Mn	1810.7	3300±240	3460±160	223±18	229±15
Sc	⁴⁶ Sc	889.3	17±1	17.3±1.1	10.8±0.8	13.5±1.4 ⁽⁴⁾
Cr	⁵¹ Cr	320.1	101±10	104±9	122±13	123±14
Fe (%)	⁵⁹ Fe	1099.3	6.7±0.1	6.74±0.17	3.2±0.2	3.29±0.10
Co	⁶⁰ Co	1332.5	22±2	19.8±1.5	10.0±0.6	11.4±2.1
Zn	⁶⁵ Zn	1115.5	219±20	223±10	116±11	119±12
Br	⁸² Br	776.5	6.0±0.5 ⁽³⁾	6.82±1.73	62±5 ⁽³⁾	77.1±7.6 ⁽⁴⁾
Rb	⁸⁶ Rb	1076.6	112±20	113±11	10±4	9.03±4.13 ⁽⁴⁾
Sb	¹²² Sb	564.1	1.5±0.1	1.31±0.12	0.7±0.2	0.59±0.06
Cs	¹³⁴ Cs	795.8	7±1	7.01±0.88	5.1±0.9	4 ⁽²⁾
Ba	¹³¹ Ba	496.2	689±80 ⁽³⁾	639±53	358±63 ⁽³⁾	392±52 ⁽⁴⁾
La	¹⁴⁰ La	1596.2	50±2	52.6±3.1	32±3	40.1±3.0 ⁽⁴⁾
Ce	¹⁴¹ Ce	145.4	110±10	117±17	30±4	24.0±1.6 ⁽⁴⁾
Nd	¹⁴⁷ Nd	91.1	50±8	43.8±2.8	50±8	51.6±0.3 ⁽⁴⁾
Sm	¹⁵³ Sm	103.2	9.3±0.4	9.25±0.51	5.7±0.3	6.61±1.71 ⁽⁴⁾
Eu	¹⁵² Eu	1407.5	2.1±0.4	1.6 ⁽²⁾	1.6±0.3	1.53±0.25 ⁽⁴⁾
Tb	¹⁶⁰ Tb	879.4	1.2±0.4	1.4 ⁽²⁾	1.0±0.3	1.35±0.24 ⁽⁴⁾
Yb	¹⁷⁵ Yb	396.3	3.4±0.4	3.42±0.64	2.6±0.4	-
Lu	¹⁷⁷ Lu	208.4	0.5±0.1 ⁽³⁾	0.54 ⁽²⁾	0.6±0.2 ⁽³⁾	0.84±0.02 ⁽⁴⁾
Hf	¹⁸¹ Hf	482.2	4.8±0.5	4.18±0.58	5.2±0.6	7.90±1.02 ⁽⁴⁾
Hg	²⁰³ Hg	279.2	0.10±0.03 ⁽³⁾	0.13 ⁽²⁾	0.12±0.03 ⁽³⁾	0.129±0.012
Th	²³³ Pa	311.8	16±2	14±1	10±2	12.2±1.5 ⁽⁴⁾
U	²³⁹ Np	277.5	4.1±0.5	4.02±0.32	2.5±0.3	2.42±0.15 ⁽⁴⁾

(1) average of 4-replica

(2) not certificate value

(3) value determined by absolute method

(4) value reported in Ref. [10]

Mean values obtained in 30 sediment samples were compared with shale values from the continental shelf [11]. This comparison showed low contents for the elements Mg, Al, Ti, V, Mn, Sc, Fe, Co, Cs, Rb, Ba, Hf, Hg, Th and REE. Na, Cr, Zn, Sb and U contents are normal, meanwhile Ca and Br contains are incremented. The last offer us a qualitative idea about nature and source of the studied sediments. In some cases (isolated

samples) uranium increment is justified by a presence of the element in terrestrial and carbonated materials, which conform geological formations of the northwest zone of Cuba (Pinar del Río province) [12].

REE in the studied area are impoverished, which have a direct relationship with the high Ca contents reported, according to the theory expounded by GARCIA [2]. Thus a great

carbonated material influence in the area could be inferred. The obtained in this work result were compared with the reported in other coastal zones of Cuba: the Batabanó Gulf [2] and the Ana María Gulf [6] (see Fig. 1). The Ce/La, La/Sm and La/Yb ratios showed in all cases values higher than 1

(Table 2), which indicates a decrease in the contribution of heavy concerning light lanthanide's. For the Ce/La and La/Yb ratios very near values with reported to continental shelf are observed [2]. In La/Sm ratio the value is low, due to a loss in the medium REE.

Table 2

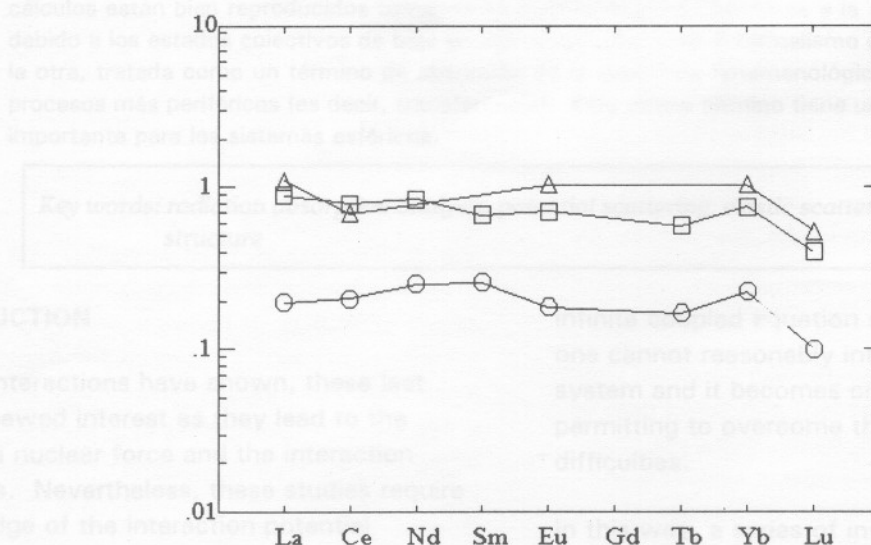
Ce/La, La/Sm and La/Yb ratios for coaster sediments of three Cuban regions and for continental shelf

Area	Ce/La	La/Sm	La/Yb
Batabanó Gulf [2]	1.8	5.5	12.8
Ana María Gulf [6]	1.6	-	10.1
Northwest Cuban coast (this work)	2.1	3.5	11.7
Continental Shelf	2.0	5.5	11.7

REE distribution, normalized according to the concentrations of the REE in shales from the continental shelf [11], is shown in Fig. 3. The obtained plot is similar to those presented by HASKIN [13] in oceanic sediment studies, although with a lower distribution. The comparison with the

REE behavior for Batabanó and Ana María Gulfs is also similar and shows an impoverishment of REE in the northwest zone of Pinar del Río. The last have a direct relationship with the reported Ca high contents. Thus a great carbonated material influence in the area could be inferred.

Figure 3. Diagrams of REE distribution normalized according to the concentrations of the REE in shales from the continental shelf (□: Batabanó Gulf; Δ: Ana María Gulf; O: Northwest Cuban coast).



REFERENCES

- [1] FRANCIS, T.J.G., , Sci. Total Environ., 35 (1984) 301.
- [2] GARCIA, G., VOLKOV, I.I., Gueokhimiya, 6 (1988) 892.
- [3] ZEISLER, R., STONE, S.F., The Role of Nuclear Analytical Techniques in Environmental Specimen Banking, Activation Analysis in Environment Protection, D14-93-325, Dubna (1993)31-44.
- [4] Comparison of Nuclear Analytical Methods with Competitive Methods, IAEA-TECDOC-435, 1987.
- [5] GARCIA, G. Memorias del II Congreso de Ciencias del Mar, La Habana, Cuba, 1990.
- [6] DIAZ, O. et al., Multielemental analysis by neutron activation of sediments in the Ana Maria Gulf, Cuba. CEAC-R-7/90, Cuba, 1990.
- [7] MURAMATSU, Y., PARR, R.M., Survey of currently available reference materials for use in connection with the determination of the trace elements in biological and environmental materials. IAEA/RL/126. Vienna, Austria, 1985.
- [8] PAREDES, L.C., Multipurpose Research Reactor, IAEA-STI/PUB/762, Vienna, 1988, p.27.
- [9] PEREZ, R. et al., Final report of the IAEA research contract 5014, Research and development of software for neutron activation analysis, Havana, Cuba, 1993.
- [10] FONG, B.B., CHATT, A. J., Radioanal. Nucl. Chem., Articles, 110 (1) (1987) 135.
- [11] MASON, B., MORE, C.B., Principles of Geochemistry, Fourth Edition, Wiley Eastern Limited, New Delhi, India, 1985.
- [12] PEÑA, B., et al., Nucleus, 15 (1993)7-13.
- [13] HASKIN, L.A., Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths, Geochemistry and Mineralogy of the Rare Earths, North Holland Publishing Company, 1979.

NUCLEAR STRUCTURE EFFECTS ON THE ABSORPTION IN THE SCATTERING OF HEAVY IONS AT LOW ENERGY

M.D. Kadi-Hanifi

Institut des Sciences Exactes. Département de Physique
Université de Blida, Blida, Algérie

Abstract

Heavy ion elastic scattering data were analyzed with semi-phenomenological potentials. Absorption is shown to be located at the surface of the nucleus-nucleus potential for all the analyzed systems. The total reaction cross section, radial absorption and spin distributions were calculated with semi-phenomenological potentials. These calculations are well reproduced by taking into account two contributions to the absorption: one due to the low-lying collective states and calculated in the Feshbach formalism and the other treated as a phenomenological surface absorptive term and simulating more peripheral processes (i.e. transfer). This last term has an important contribution for spherical systems.

EFFECTOS DE LA ESTRUCTURA NUCLEAR SOBRE LA ABSORCION EN LA DISPERSION DE IONES PESADOS A BAJA ENERGIAS

Resumen

Los datos de la dispersión elástica de un ion pesado fueron analizados con potenciales semifemenológicos. La absorción está localizada en la superficie del potencial núcleo-núcleo para todos los sistemas analizados. La sección eficaz de la reacción total, la absorción radial y las distribuciones del espín se calcularon con potenciales semifemenológicos. Estos cálculos están bien reproducidos tomando en cuenta dos contribuciones a la absorción: una, debido a los estados colectivos de baja energía y calculados en el formalismo de Feshbasch y la otra, tratada como un término de absorción de la superficie fenomenológica y que simula procesos más periféricos (es decir, transferencia). Este último término tiene una contribución importante para los sistemas esféricos.

Key words: radiation absorption analysis, potential scattering, elastic scattering, nuclear structure

1. INTRODUCTION

Heavy ion interactions have shown, these last years, a renewed interest as they lead to the study of the nuclear force and the interaction mechanisms. Nevertheless, these studies require the knowledge of the interaction potential between the two nuclei, which indeed, is a difficult task as it needs the resolution of an

infinite coupled equation system [1]. Of course, one cannot reasonably intent to solve this kind of system and it becomes crucial to use a theory permitting to overcome the arising computational difficulties.

In this way, a series of investigations have been undertaken by J.C. Pacheco et al. from the University of Valencia (Spain), with the object of

theoretically reproduce heavy ion elastic scattering data using the Feshbach theory of the optical potential [2]. Among these studies, is the analysis of several nuclear systems at energies close to but above the Coulomb barrier, which has shown very interesting results. In this paper, we will present a compilation of the results reached, in this area, by our group, during the last three years.

The experimental data discussed here have been measure by B. Bilwes et al. at the MP Tandem of the IReS of Strasbourg (France), except for the $^{16}\text{O} + ^{208}\text{Pb}$ data that have been made available to us by R. Vandenbosch et al. from the University of Washington (U.S.A.). In Section 2, we will briefly recall the Feshbach theory of the optical potential, then, in Section 3 we present the main different methods of evaluation of this optical potential. $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ elastic scattering data, at energies close to the Coulomb barrier, are analyzed in a semi-phenomenological way in Section 4, and compared, in Section 5, to microscopic calculations taking into account the contribution to the absorption of the low-lying inelastic channels only. In Section 6 we generalize our conclusions to other different nuclear systems for which transfer processes may give a non-negligible contribution. Finally we propose our conclusions in Section 7.

2. FESHBACH THEORY OF THE OPTICAL POTENTIAL

As it was mentioned in the introduction, the knowledge of the interaction potential between two heavy ions requires the resolution of an infinite system of coupled equations. Hopefully, Feshbach showed [2] that the exact solution of this problem is equivalent to the analysis of the elastic channel, introducing in the description, an optical complex potential:

$$V_o(r,r') = U_o(r)\delta(r-r') + \Delta V(r,r') \quad (1)$$

where the local double convolution potential $U_o(r)$ is assumed energy independent and takes care of the direct elastic diffusion, while $\Delta V(r,r')$ is a non-local energy dependent potential which, in the weak coupling limit, can be written as

$$\Delta V(r,r') = \Delta U(r,r') + iW(r,r') = \sum_{i \neq 0} V_i(r) G_i(r,r') V_i(r') \quad (2)$$

where $G_i(r,r')$ is the complex energy dependent propagator of the relative motion; $\Delta U(r,r')$ describes the contribution of the different states of the system as access ways toward the elastic channels and $W(r,r')$ takes care of all the open channels.

We will come back to the Feshbach theory in Section 5 while discussing the calculations.

3. THE OPTICAL POTENTIAL EVALUATION METHODS

There are mainly two classes of methods used to evaluate the optical potential of equation (1). The first one is the so-called phenomenological method while the second is the fundamental approximation.

3.1. The phenomenological method

The phenomenological potential method consists of using an analytical form based on physically reasonable bases and depending on a small number of parameters which have to be adjusted so as to obtain the best fit of the elastic scattering data. Such an analytical form would have to reproduce the main known features of the nucleon-nucleon interaction and the fact that the nucleons are confined into nuclei. In other words, the functional form used must represent an attractive potential that vanishes rapidly at the nuclear surface, reflecting the short range of the nucleon-nucleon interaction and the fact that the nuclear surface is not perfectly defined. One of the most used functions for this purpose is the well known Woods-Saxon form [3] that has the same shape as the Fermi distribution of the nuclear charge densities.

3.2. The convolution method

The convolution method [4] is the first step toward a fundamental approximation of the optical potential. It consists on using a local effective interaction between the nucleons and assuming, as a first approximation, that the potential is the sum of all the nucleon-nucleon interactions. The most widely used effective interaction is the M3Y form [5], which is real. One must therefore add to the potential obtained with it, a phenomenological imaginary part leading to the so-called semi-phenomenological optical

potential. It is also possible to construct a complex effective interaction [6,7] leading directly to a complex optical potential.

3.3. The closure approximation method

One major progress on the way to evaluate the optical potential has been the closure approximation model of N. Vinh Mau [8]. This model evaluates globally the potential with the assumption of some simplifying hypotheses, making use of:

- 1) The WKB propagator [9].
- 2) Average values of the excitation energies (main assumption).
- 3) The closure relation to eliminate explicit reference to internal states.
- 4) A separable two body interaction with gaussian form factors to describe the effective nucleon-nucleon interaction.
- 5) The Slater approximation [10] to describe the off diagonal elements of matrix density.
- 6) The Wigner transformation [11, 12] to localize the potential.

Although it has been shown to be very successful in reproducing many heavy ion elastic scattering data [13-16], the model cannot be used for very deformed systems at energies close to the Coulomb barrier where the absorption is due to a reduced number of inelastic channels [17]. In this case, the main hypothesis of the model is not valid anymore and one must evaluate, term by term, the contribution to the absorption of the important inelastic channels.

4. SEMI-PHENOMENOLOGICAL DATA ANALYSIS FOR THE COLLISION OF ^{32}S IONS WITH ^{24}Mg AT ENERGIES CLOSE TO THE COULOMB BARRIER

The real part of the optical potential was calculated using the double folding model [18] with an effective M3Y two-body force [5]. The real folding potential was calculated with the FOLDING code (J.C. Pacheco, 1997), while the imaginary one was obtained assuming a Woods-Saxon radial form factor [3] whose parameters were obtained by fitting elastic scattering data. However, at incident energies

close to the Coulomb barrier it was found necessary to renormalize the real potential by a factor that increases when the energy decreases. This phenomenon, known as the threshold anomaly, was observed in the scattering for different systems [19-21] and is now well understood [22-24]. The total potential used in optical model calculations was therefore:

$$V_T(R) = N(E) \cdot V_{M3Y}(R) + iW_{WS}(R) + V_c(R) \quad (3)$$

where $V_c(R)$ is the Coulomb potential and $N(E)$ is an energy-dependent factor that accounts for the real polarization potential. This factor was obtained by fitting the elastic scattering data. The ECIS94 code [25] was used in all optical model calculations. The best fit (full line) of elastic scattering data for the lowest energy (65.0 MeV) is shown in Fig. 1. It was obtained with the parameters of Table 1, in which the calculated total reaction cross sections are also included.

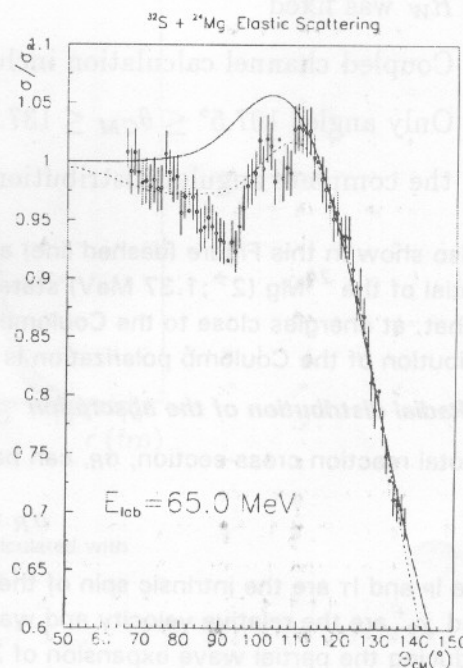


Figure 1
Measured elastic scattering data for $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ at 65 MeV. Full line is the optical model fit with renormalized folding potential. Dashed line is a coupled channel calculation including only the Coulomb coupling potential of the $^{24}\text{Mg}(2; 1.37 \text{ MeV})$ state to the elastic one.

Table 1
Best optical model parameters

E_{lab} (MeV)	N_R	$W_0^{(1)}$ (MeV)	R_W (fm)	a_W (fm)	$-V(9.7\text{fm})$ (MeV)	$-W(9.7\text{fm})$ (MeV)	χ^2/n	σ_R (mb)	σ_{2+}^C (mb)	Note
110.0	1.27	60	6.75	0.563	0.82 ± 0.06	0.32 ± 0.04	3.6	1163		
95.0	1.60	60	7.40	0.460	1.02 ± 0.04	0.39 ± 0.04	2.3	948		
86.3	1.59	60	7.60	0.408	1.02 ± 0.03	0.35 ± 0.02	0.9	738		
75.0	1.72	60	7.95	0.370	1.11 ± 0.13	0.54 ± 0.01	3.4	445		
	1.52	60	7.95	0.330	0.97	0.297	2.2	546	169	(2), (3)
65.0	1.91	60	8.10	0.223	1.23 ± 0.10	0.045 ± 0.10	5.5	54.7		(2), (4)
	1.72	60	8.10	0.093	1.10	$< 10^{-3}$	1.2	155	121	(2), (3)

(1) W_0 was fixed

(2) R_W was fixed

(3) Coupled channel calculation including Coulomb excitation to $^{24}\text{Mg}(2^+; 1.37 \text{ MeV})$

(4) Only angles $107.5^\circ \leq \theta_{CM} \leq 137.5^\circ$ were fitted. The χ^2/n value was obtained from the complete angular distribution

We also show in this Figure (dashed line) a coupled channel calculation including only the Coulomb potential of the $^{24}\text{Mg}(2^+; 1.37 \text{ MeV})$ state to the elastic one. The fit obtained is much better due to the fact that, at energies close to the Coulomb barrier and in the forward part of the angular distribution, the contribution of the Coulomb polarization is more important than that of the nuclear absorption.

4.1. Radial distribution of the absorption

The total reaction cross-section, σ_R , can be written as [26]:

$$\sigma_R = -\frac{1}{(2I_P + 1)(2I_T + 1)} \frac{2}{\hbar v_0} \langle \chi_0^+ | \text{Im} \Delta V_L | \chi_0^+ \rangle \quad (4)$$

where I_P and I_T are the intrinsic spin of the projectile (I_P) and target (I_T) nuclei in their ground states while v_0 and χ_0^+ are the relative velocity and wave function of the relative motion in the elastic channel. Introducing the partial wave expansion of χ_0^+

$$\chi_0^+ = \frac{1}{kr} \sum_l i^l (2l + 1) \chi_l(r) P_l(\cos \theta) \quad (5)$$

in eq. (4), one can write

$$\sigma_R = \int_0^\infty \sigma(r) dr \quad (6)$$

with:

$$\sigma(r) = -\frac{1}{(2I_P + 1)(2I_T + 1)} \sum_l \frac{8\pi}{k^2 \hbar v_0} (2l + 1) |\chi_l(r)|^2 \text{Im} \Delta V_L(r) \quad (7)$$

where k is the wave number.

We show in Fig. 2, the radial distribution of the cross section where we clearly see that the absorption is concentrated in a very narrow zone at the nuclear surface. This zone broadens as the energy increases [27].

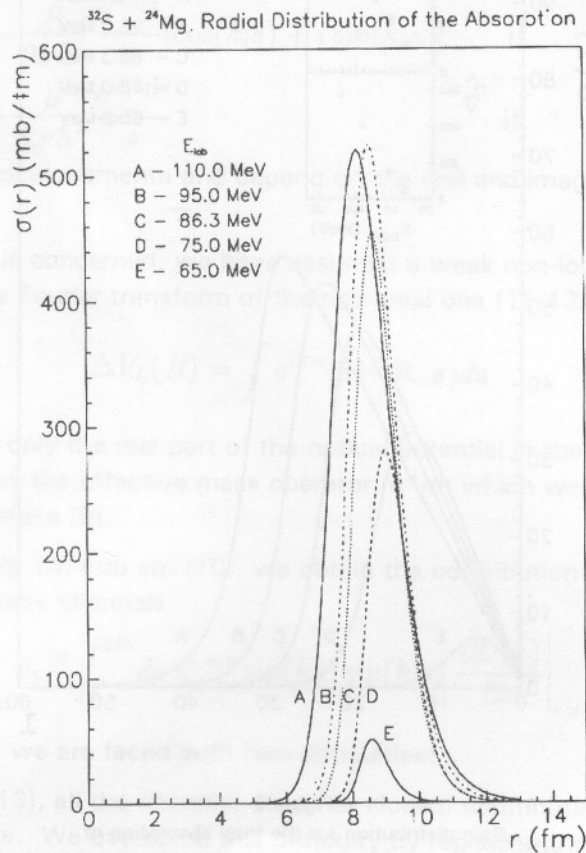


Figure 2
Radial distribution of the absorption calculated with
the optical potential of table 1.

4.2. Spin distribution of the absorption

We can rewrite the total reaction cross section σ_R as

$$\sigma_R = \sum_l \sigma_R(l) \quad (8)$$

where:

$$\sigma_R(l) = -\frac{1}{(2I_P + 1)(2I_T + 1)} \frac{8\pi}{k^2 \hbar v_0} (2l + 1) \int_0^\infty |\chi_l(r)|^2 \text{Im} \Delta V_L(r) dr \quad (9)$$

is the contribution of each partial wave to the total absorption. Figure 3 shows the spin distributions calculated with the potentials of Table 1. In upper window, the $\langle l \rangle$ and $\langle l^2 \rangle$ energy dependence obtained from semi-phenomenological (filled triangles) are compared to those extracted from Feshbach potentials (open circles).

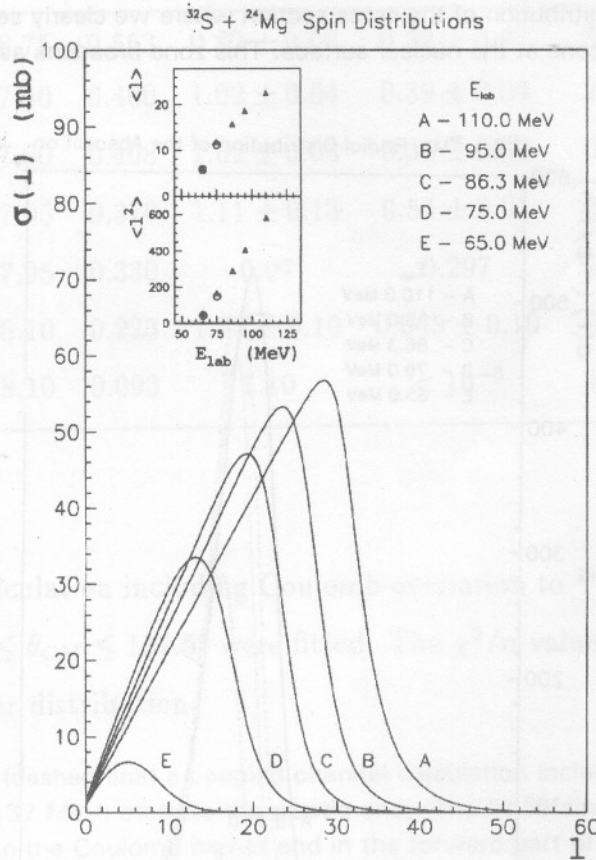


Figure 3

Spin distribution for the total absorption of $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ at several energies, calculated with potentials of table 1. $\langle l \rangle$ and $\langle l^2 \rangle$ energy dependence obtained from semi-phenomenological potentials (filled triangles) are shown in upper window and compared at the two lowest energies with those extracted from Feshbach potentials (open circles).

5. CONTRIBUTION OF THE LOW-LYING INELASTIC CHANNELS TO THE OPTICAL POTENTIAL

In order to evaluate the contribution to the absorptive potential of the low-lying inelastic channels, we start from the optical potential Feshbach relation:

$$V_0(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = U_0(\mathbf{r})\delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}') + \sum_{i \neq 0} V_i^*(\mathbf{r})G_i(\mathbf{r}, \mathbf{r}')V_i(\mathbf{r}') \quad (10)$$

where the matrix elements are

$$V_i(\mathbf{r}) = \frac{1}{\sqrt{2\lambda + 1}} f_{\lambda}^{(i)}(r) Y_{\lambda}^{\mu}(\mathbf{r}) \quad (11)$$

the $f_{\lambda}^{(i)}$ radial form factors are well described by the collective model prescription

$$f_{\lambda}^{(i)}(r) = \beta_{\lambda j}^{(i)} R_j \frac{\partial U(r)}{\partial r} \quad (12)$$

where $\beta_{\lambda j}^{(i)}$ is the transition amplitude of λ multipolarity in channel i for nucleus j , R_j is the radius of this nucleus and $U(r)$ is the nucleus-nucleus Copenhagen potential [28-29].

The $G_i(r, r')$ propagator has been approximated by the WKB propagator which, in the center of mass reference frame may be calculated as (J.C. Pacheco et al.)

$$G_i^{WKB} = -\frac{\mu}{2\pi\hbar^2} \frac{e^{-\kappa_i s}}{s} [\cos(k_i s) + i \sin(k_i s)] \quad \text{if} \quad E_{cm} > E_B^{i*}(R) \quad (13)$$

$$G_i^{WKB} = -\frac{\mu}{2\pi\hbar^2} \frac{e^{-|k_i|s}}{s} \quad \text{if} \quad E_{cm} < E_B^{i*}(R)$$

where the k 's and κ 's are the local momenta and depend on the real and imaginary parts of the optical potential.

As far as potential localization is concerned, we have assumed a weak non-locality so that we could obtain the local potential as the Fourier transform of the non-local one [11-12]

$$\Delta V_L(R) = \int e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{s}} \Delta V(\mathbf{R}, \mathbf{s}) d\mathbf{s} \quad (14)$$

However, as we have included only the real part of the optical potential in the definition of the momentum k , we have to multiply $\Delta V_L(R)$ by the effective mass operator m^*/m which we assume, as usual, to be close to unity in the nuclear surface [8].

Introducing eqs. (11, 12, 13 and 14) into eq. (10), we obtain the contributions the imaginary potential coming from the low-lying inelastic channels

$$Im \Delta V_L(R) = -\frac{\mu}{2\pi k \hbar^2} \sum_{\lambda, i \neq 0} \delta_{\lambda j}^{(i)2} \int_0^{2R} ds e^{-\kappa_i s} \sin(k s) \sin(k_i s) \left. \frac{\partial U(r)}{\partial r} \right|_{r=R+\frac{s}{2}} \left. \frac{\partial U(r)}{\partial r} \right|_{r=R-\frac{s}{2}} \quad (15)$$

When computing this potential, we are faced with two difficulties:

1) As it clearly appears in eq. (13), all the channels (open or closed) contribute explicitly to the real part, making the calculation infeasible. We overcome this difficulty by replacing the total real potential by the renormalized one obtained when fitting the experimental data

$$U_0(R) + Re \Delta V_L(R) \simeq N(E) \cdot V_{M3Y}(R) \quad (16)$$

2) It can be seen from the definition of the local momenta that

$$Im \Delta V_L(R) = F(U_0(R) + Re \Delta V_L(R), Im \Delta V_L(R)) \quad (17)$$

which means that an interactive procedure is necessary to do the calculation.

Taking into account all these considerations, we used the FESHIOP code (J.C. Pacheco, 1995) to evaluate the contribution to the imaginary potential of the two strongly populated excited states (2^+ of ^{24}Mg at 1.37 MeV and 2^+ of ^{32}S at 2.23 MeV) as well as their mutual excitation at 3.60 MeV. We did the calculations at the two lowest incident energies (75 MeV and 65 MeV), the latest corresponding

approximately to the Coulomb barrier. The results are shown in Figs. 4.1 to 4.6, from which we can conclude that, at energies close to the Coulomb barrier, not only does the absorption take place in a narrow domain of the nuclear surface, but it is also due, in the case of strongly deformed systems, to very few channels. The contribution of the volume absorption is negligible [27].

(Fig. 4) $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ at 65 and 75 MeV

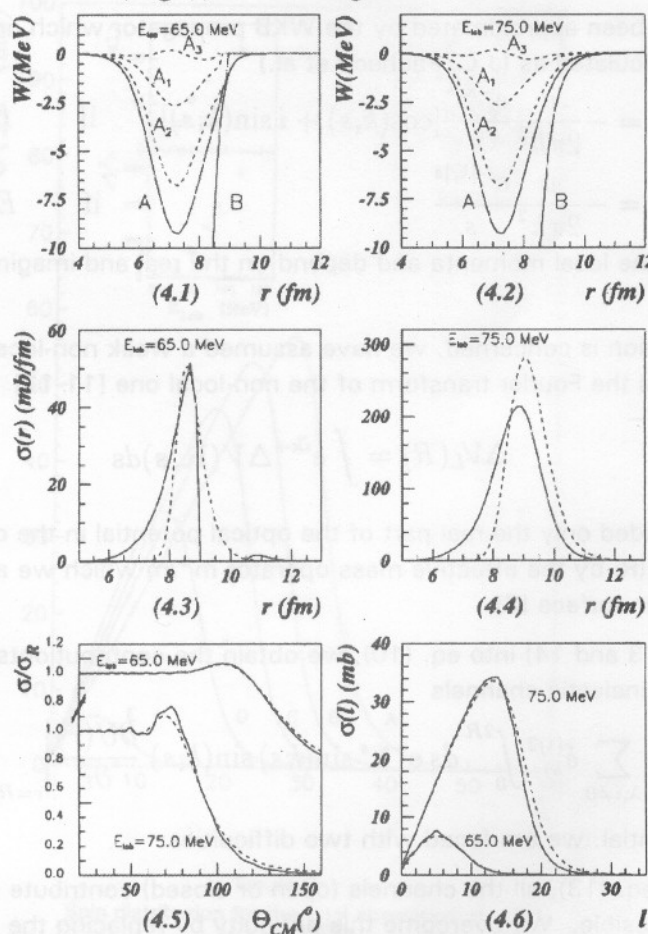


Figure 4

(4.1) Imaginary potentials of $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ at 65 MeV.

Curve B is the Woods-Saxon potential of table 1.

Curve A is the Feshbach potential that includes the contribution of $^{24}\text{Mg}(2^+)$ (curve A2), $^{32}\text{S}(2^+)$ (curve A1) states as well as their mutual excitation (curve A3).

(4.2) Same as 4.1 at 75 MeV. (4.3)- Comparison of the radial distribution of the absorption for $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ at 65 MeV calculated with Feshbach potential (full line) and semi-phenomenological potential (dashed line)

(4.4)- Same as 4.3 at 75 MeV. (4.5)-Comparison between theoretical predictions of the elastic scattering calculated with Feshbach potential (full line) and with semi-phenomenological potential (dashed line).

(4.6)- Spin distributions for the total absorption of $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ at 65 and 75 MeV calculated with the potential of table 1

(dashed curves) are compared to those deduced from Feshbach potentials of table 4 (full curves).

6. GENERALIZATION TO OTHER SYSTEMS

Motivated by the success of our calculations in reproducing the major experimental features in the case of a strongly deformed system such as $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ we have tried to generalize our conclusions to a number of different systems in which the transfer processes may give contributions as important as those due to the inelastic channels. In this way, we have analyzed the experimental data corresponding to $^{32}\text{S} + ^{32}\text{S}$, $^{32}\text{S} + ^{36}\text{S}$, $^{32}\text{S} + ^{28}\text{Si}$, $^{32}\text{S} + ^{40}\text{Ca}$ systems at 90.0 MeV, as well as $^{35}\text{Cl} + ^{24}\text{Mg}$ at 85.0 MeV, $^{37}\text{Cl} + ^{24}\text{Mg}$ at 87.9 MeV, $^{31}\text{P} + ^{27}\text{Al}$ at 79.5 MeV and $^{16}\text{O} + ^{208}\text{Pb}$ at 87.0 MeV (J.C. Pacheco et al.). In all cases, the energies were taken close to but above the Coulomb barrier.

For spherical systems, the transfer processes contribution appeared to be very important and, in order to reproduce well the data, we had to introduce this contribution in a phenomenological way by assuming a peripheral surface absorptive term whose parameters can be determined by fitting the elastic scattering data. We adopted

$$W_{phen}^{trans}(R) = -4W_S a_S \frac{df(R)}{dr} \quad (18)$$

with

$$f(r) = \frac{1}{1 + e^{\frac{(r-R_S)}{a_S}}} \quad (19)$$

where W_S , R_S and a_S are the depth, radius and diffusivity parameters of the potential, respectively. In this way, we used in our calculations an imaginary total potential given by

$$Im\Delta V_L^T(R) = Im\Delta V_L(R) + W_{phen}^{trans}(R) \quad (20)$$

Table 2 shows, for each system, the number of inelastic channels included in the Feshbach potential calculation and the W_S , R_S and a_S parameter values deduced from the fit of the elastic scattering data by using the total imaginary potential of eq. (20). Figure 5 shows the general and final results for the $^{16}\text{O} + ^{208}\text{Pb}$ and $^{37}\text{Cl} + ^{24}\text{Mg}$ systems. One can observe that there exists a large domain of distances, at the nuclear surface, where Woods-Saxon and total imaginary potential of eq. (20) are in good agreement. By including a phenomenological peripheral potential to describe the transfer processes, we can reproduce the elastic scattering data with a very similar quality to that obtained in phenomenological analyses described in Section 3. We have reached similar conclusions with the remaining systems.

Table2
Best surface potencial parameters

System	E_{lab} (MeV)	Fesh. states (number)	W_S (MeV)	R_S (fm)	a_S (fm)	X^2/n	σ_R (fm)	Note
$^{35}\text{Cl} + ^{24}\text{Mg}$	85.0	5	2.25	8.433	0.277	1.58	485	
$^{37}\text{Cl} + ^{24}\text{Mg}$	87.9	5	3.64	8.244	0.264	0.95	508	
$^{32}\text{S} + ^{32}\text{S}$	90.0	3	5.15	8.500	0.271	2.79	632	
$^{32}\text{S} + ^{36}\text{S}$	90.0	4	2.19	8.783	0.529	2.29	942	
$^{32}\text{S} + ^{40}\text{Ca}$	90.0	5	2.53	9.000	0.413	3.29	472	
$^{16}\text{O} + ^{208}\text{Pb}$	87.0	4	7.00	11.43	0.294	1.00	460	
$^{31}\text{P} + ^{27}\text{Al}$	79.5	6	0.85	8.500	0.519	5.72	748	
$^{32}\text{S} + ^{28}\text{Si}$	90.0	4	1.29	8.500	0.413	1.02	745	(1)

(1) Only experimental data at angles $34.50^\circ \leq \theta_{CM} \leq 80.50^\circ$ were used in the fit. All X^2/n values were obtained for comparison with the complete angular distributions.

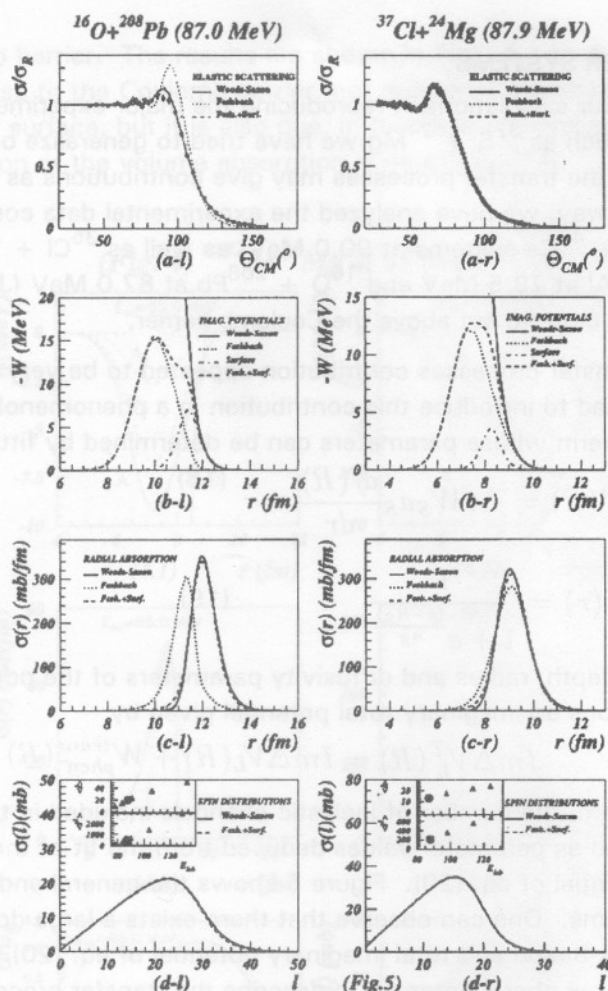


Figure 5

Experimental data and calculations for $^{16}\text{O} + ^{208}\text{Pb}$ system at 87.0 MeV (left) and $^{37}\text{Cl} + ^{24}\text{Mg}$ system at 87.9 MeV (right).

- a) elastic scattering data and calculations obtained from semi-phenomenological potential (full line), Feshbach potential (dotted line) and Feshbach + surface potential (dashed line),
- b) imaginary potentials corresponding to Woods-Saxon (full line), Feshbach (dotted line), surface (dashed dotted line) and Feshbach + surface (dashed line),
- c) radial distribution of the absorption calculated from Woods-Saxon (full line), Feshbach (dotted line) and Feshbach + surface (dashed line) potentials,
- d) spin distributions deduced from Woods-Saxon (full line) and Feshbach + surface (dashed line) potentials. In upper windows the $\langle l \rangle$ and $\langle l^2 \rangle$ energy dependence calculated from Woods-Saxon potentials (triangles) are compared to the values obtained for Feshbach + surface potentials (circles) at the energies where the experiments were carried out.

Fig. 6: Same as Fig. 5 but for the $^{35}\text{Cl} + ^{24}\text{Mg}$ system at 85.0 MeV (left) and $^{32}\text{S} + ^{40}\text{Ca}$ system at 90.0 MeV (right). Fig. 7: Same as Fig. 5 but for the $^{32}\text{S} + ^{32}\text{S}$ system at 90.0 MeV (left) and the $^{32}\text{S} + ^{36}\text{S}$ system at 90.0 MeV (right). Fig. 8: Same as Fig. 5 but for the $^{32}\text{S} + ^{28}\text{Si}$ system at 90.0 MeV (left) and the $^{31}\text{P} + ^{27}\text{Al}$ system at 79.5 MeV (right).

7. CONCLUSIONS

We have analyzed elastic scattering data in a semi-phenomenological way for the $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$ system at energies close to but above the Coulomb barrier. We have been able to reproduce the experiments in microscopical calculations based on the Feshbach formalism and taking into account the contribution to the absorption of only the low-lying inelastic channels. We have clearly seen that the absorption is concentrated in a narrow zone at the surface of the nuclear potential and that the few inelastic channels included were sufficient to reproduce the data. In this way, we have generalized our studies to other

systems ranging from spherical to very deformed ones. We reached the conclusions that, while the absorption was still a superficial phenomena, we needed, to introduce in the calculations, the contribution of more peripheral processes such as transfer. This was even more obvious for spherical systems such as $^{16}\text{O} + ^{208}\text{Pb}$ for which experiments have shown that transfer processes are relatively as important as inelastic ones. The final and general conclusion that we may draw is that, for the studied systems and at energies close to the Coulomb barrier, the contribution of the volume absorption is negligible.

8. ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my gratitude to J.C. Pacheco for involving me in these interesting investigations and for his endless help and encouragement, to B. Bilwes for providing us with unpublished data and to N. Vinh Mau for her constant interest and for stimulating discussions.

REFERENCES

- [1] BARRIGON, J.M., Tesis Doctoral (1991) Univ. de Extremadura (Spain).
- [2] FESHBACH, H., Ann. of Phys. (N.Y.) 5(1958) 357; Ann. of Phys. (N.Y.) 19(1962)287.
- [3] WOODS, R.D., SAXON, D.S., Phys. Rev. 95(1954)577.
- [4] GREENLESS, G.W., PYLE, G.J., TANG, Y.C., Phys. Rev. 171(1968)1115.
- [5] BERTSCH, G., BORYSOWICZ, McMANUS., H., LOVE, W.G., Nucl. Phys. A284(1977)399.
- [6] IZUMOTO, T., KREWALD, S., FAESSLER, A., Nucl. Phys. A431(1980) 319; Nucl. Phys. A357(1981)471.
- [7] SARTOR, R., FAESSLER, A., KHADKIKAR, S.B., Nucl. Phys. A359(1981)467
- [8] VINH MAU, N., Nucl. Phys. A457(1986)413; Nucl. Phys. A470(1987)406; Inst. Phys. Conf. Ser. No. 110(1990)1.
- [9] SCHIFF, L.I., Quantum Mechanics., McGraw-Hill, NewYork, (1969).
- [10] SANTRA, A.B., SHINA, B., Phys. Lett. 110B(1982)359.
- [11] PEREY, F.G., BUCK, B., Nucl. Phys. 32(1962) 363; R. Peierls and N. Vinh Mau, Nucl. Phys. A343(1980)1
- [12] PEREY, F.G., SAXON, D.S., Phys. Lett. 10(1964) 107; H. Horinchi, Prog. Theor. Phys. 64(1980) 184.
- [13] FERRERO, J.L., PACHECO, J.C., BAEZA, A. et al., Nucl. Phys. A514(1990)367.
- [14] BILWES, B., BILWES, R., VINH MAU, N. et al., Nucl. Phys. A526(1991)292.
- [15] VINH MAU, N., FERRERO J.L., PACHECO, J.C., BILWES, B., Nucl. Phys. A531(1991)435; Phys. Rev. C47(1993)899.
- [16] VINH MAU, N., PACHECO, J.C., FERRERO J.L., BILWES, B., Nucl. Phys. A560(1993)879.
- [17] BARRIGON, J.M., BAEZA, A., FERRERO, J.L., et al., Nucl. Phys. A545(1992)720.
- [18] SATCHLER, G.R., LOVE, W.G., Phys. Rep. 55(1979)183.
- [19] BAEZA, A., BILWES, B., BILWES, R., et al., Nucl. Phys. A419(1984)412; J., Diaz, J.L., Ferrero, J.L.A, Rui, et al., Nucl. Phys. A494(1989)311.
- [20] LILLEY, J.S., FULTON, B.R., NAGARAJAN, M.A., et al., Phys. Lett. 151(1985)181.
- [21] THOMPSON, I.J., NAGARAJAN, M.A., LILLEY, J.S., FULTON, B.R., Phys. Lett. 157(1985)250.
- [22] NAGARAJAN, M.A., MAHAUX, C., SATCHLER, G.R., Phys. Rev. Lett. 54(1985)1136.
- [23] MAHAUX, C., NGÔ, H., SATCHLER, G.R., Phys. Rev. A449(1986)354. Nucl. Phys. A456(1986)134.
- [24] PACHECO, J.C., FERRERO, J.L., VINH MAU, N., BILWES, B., Phys. Lett. B267(1991)455.
- [25] RAYNAL, J., Nuclear Data Bank of the OCDE (1994).
- [26] SATCHLER, G.R., Direct nuclear reactions (Oxford University Press 1983)Sect. 4.3, p.126
- [27] PACHECO, J.C., BILWES, B., SANCHEZ, F., et al. Nucl. Phys. A588(1995)537.
- [28] BROGLIA, R.A., POLLAROLO, G., WINTER, A., Nucl. Phys. A361(1981)307
- [29] BROGLIA, R.A., WINTER, A., Heavy Ion Reactions (Benjamin/Cumming. Reading, Mass, 1981)Sect. III.1, p.114

INFLUENCE OF HELIUM-NEON LASER IRRADIATION OF TOMATO SEEDS ON THE PRODUCTIVITY OF PLANTS CULTIVATED UNDER WATER STRESS CONDITIONS

D. Cholakov, N. Uzunov, R. Meranzova

Higher Institute of Agriculture, Ploudiv, Republic of Bulgaria

Abstract

The influence of limited irrigation scheduling upon radiobiological effect of laser radiation has been studied. A relationship was estimated between irradiation, irrigation rates and some indices related to the economic earliness and total productivity of plants.

INFLUENCIA DE LA IRRADIACION POR LASER HELIO-NEON DE LAS SEMILLAS DE TOMATE EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTAS CULTIVADAS BAJO ESTRES ACUOSO

Resumen

Se estudió la influencia de la programación de la irrigación limitada sobre el efecto radiobiológico de la radiación láser. Se estimó una relación entre la irradiación, tasas de irrigación y algunos índices económicos con la precocidad económica y la productividad total de las plantas.

Key words: plant breeding, productivity, radiation doses, stimulations, biological radiation effects, helium-neon lasers, tomatoes

INTRODUCTION

Laser radiation of the seeds before seeding is a perspective method for plant stimulation. We have paid our attention to the factor soil moisture considering that radiobiological effect manifests itself in close interaction with base ecological factors influencing the most stronger plant productivity [1-3].

Aim of carried experiment was establishment the influence of soil moisture deficit upon radiation effect as well a possibility to organize economically expedient tomato production under conditions of reduced water application.

MATERIAL AND METHOD

The investigations were carried out under conditions of unheated greenhouses during period 1993-1994. Seeds from Dutch heterosis tomato cultivar "BALKA" were fivefold irradiated [1] with helium-neon 632.8 laser exit power 20 MW. The plants developed from treated and nontreated seeds were put in pots by 6 replications. Three irrigation variants were applied: 1) with maximum irrigation rate IR_{max} , 2) with 75% IR_{max} and 3) with 50% IR_{max} . The influence of irrigation water reduction upon radiation effect was studied with respect to some important reproductive behavior of plants: flowerbuilding and fruitbuilding; early

and total standard fruit yield and biochemical characteristics of the fruit.

RESULTS AND DISCUSSION

Number of set flowers in plant recemes is important element of the yield and their degree has a close relation with yield size. Seed radiation increases significantly the percentage of flowerbuilding related with receiving of bigger number per plant (Table 1). With respect of these two indices the difference between plants

cultivated from irradiated and nonirradiated seeds are the most meager expressed under irrigation variant with 100% IR_{max} . These differences are increasing with reduction or irrigation rate to 75% and are the higher at 50% of IR_{max} . Fruit number of plant grown up from radiated seed and irrigated with 75% IR_{max} is almost equal to the fruit number from plant received 100% IR_{max} but grown from nonirradiated seed. The mentioned result basis to argue very well expressed laser treatment influence to the seeds as a factor against water stress.

Table 1

Flowerbuilding, fruitbuilding and fruit biochemical characteristic-average for period 1993-1994

Variants	generative organs of 1 plant			satndard fruit yield from 1 plant						Fruit content of:	
	flowers	fruits	Fruit building	From first 5 harvest			From all harvest			Abso-lute dry Sub-stance %	Ascor-bic acid mg/%
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	%	kg	% to a control	% to non irradiated variant	kg	% to a control	% to non irradiated variant		
I. Irrigation with 100% IR_{max}											
Without irradiation	32.1 $\pm$ 0.87	25.7 $\pm$ 0.63	80.1	1.120	100,0	100,0	2.067	100,0	100,0	4.83	21.36
5-fold irradiaton	32.6 $\pm$ 1.10	27.0 $\pm$ 0.92	82.8	1.285	113.6	113.6	2.328	112.6	112.6	5.13	22.22
II. Irrigation with 75% IR_{max}											
Without irradiaton	30.1 $\pm$ 0.71	23.8 $\pm$ 1.04	79.1	0.885	77.6	100,0	1.685	81.5	100,0	5.50	18.77
5-fold irradiation	31.2 $\pm$ 0.73	25.8 $\pm$ 0.75	82.7	1.145	102.2	129.4	2.077	100.5	123.3	5.95	20.97
III. Irrigation with 50% IR_{max}											
Without irradiation	26.1 $\pm$ 1.31	19.3 $\pm$ 1.31	73.9	0.642	57.3	100,0	1.258	60.7	100,0	5.39	18.48
5-fold irradiation	28.4 $\pm$ 0.52	22.9 $\pm$ 0.97	80.6	0.815	72.7	126.9	1.700	82.2	135.1	5.68	19.34
GD 5%				0.076	6.78		0.053	2.56			
GD 1%				0.103	9.20		0.072	3.48			
GD 0,1%				0.143	12.76		0.100	4.84			

COHERENT SCATTERING CONTRIBUTION IN TOMOGRAPHY

R.C. Barroso¹, R.T. Lopes², O.D. Gonçalves³, J.T. de Assis⁴, M.J. dos Anjos¹,

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro-Instituto de Física

² Laboratório de Instrumentação Nuclear, COPPE/UFRJ

21945-970, Rio de Janeiro, P.O. Box 68509, Brazil

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro-Instituto de Física

⁴ Universidade do Estado do Rio de Janeiro-IPRJ/UERJ

Abstract

Diffraction patterns corresponding to different atomic number crystals (lead, silver and copper) are presented to show the relevance of coherent scattering to material characterization in industrial applications. These diffraction patterns correspond to number of scattered photons as a function of scattering angle from an X-ray tube (mean energy = 24 keV) and from an ²⁴¹Am source (59.54 keV). The aim of the present work is to demonstrate the feasibility of X-ray diffraction computed tomography using the interference effects.

CONTRIBUCION DE LA DISPERSION COHERENTE A LA TOMOGRAFIA

Resumen

Los patrones de difracción correspondientes a cristales de diferentes números atómicos (plomo, plata y cobre) se presentan para mostrar la relevancia de la dispersión coherente en la caracterización del material en aplicaciones industriales. Estos patrones de difracción corresponden al número de fotones como una función del ángulo de dispersión desde un tubo de rayos X (energía promedio 24 keV) y desde una fuente de ²⁴¹Am (59,54 keV). El objetivo del presente trabajo es demostrar la viabilidad de la tomografía computarizada de difracción de rayos X empleando efectos de interferencia

Key words: scattering, computerized tomography, synchrotron radiation, X-ray diffraction, high purity Ge detectors, americium 241

1. INTRODUCTION

Coherent scattering has negligible energy losses and is predominantly forward directed due to the small recoil given by the atom. The scattered photon changes direction and thus the momentum is transferred to the atom or bound electron. The differential coherent scattering cross section per atom is as follows:

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{Coherent}} = \frac{r_e^2}{2} (1 + \cos^2 \theta) |F(x, Z)|^2 \quad (1)$$

where r_e is the classical electron radius, θ is the scattering angle and Z is the atomic number of the scatter.

The diffraction of X-rays by matter results from the combination of two different phenomena:

COHERENT SCATTERING CONTRIBUTION IN TOMOGRAPHY

R.C. Barroso¹, R.T. Lopes², O.D. Gonçalves³, J.T. de Assis⁴, M.J. dos Anjos¹,

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro-Instituto de Física

² Laboratório de Instrumentação Nuclear, COPPE/UFRJ

21945-970, Rio de Janeiro, P.O. Box 68509, Brazil

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro-Instituto de Física

⁴ Universidade do Estado do Rio de Janeiro-IPRJ/UERJ

Abstract

Diffraction patterns corresponding to different atomic number crystals (lead, silver and copper) are presented to show the relevance of coherent scattering to material characterization in industrial applications. These diffraction patterns correspond to number of scattered photons as a function of scattering angle from an X-ray tube (mean energy = 24 keV) and from an ²⁴¹Am source (59.54 keV). The aim of the present work is to demonstrate the feasibility of X-ray diffraction computed tomography using the interference effects.

CONTRIBUCION DE LA DISPERSION COHERENTE A LA TOMOGRAFIA

Resumen

Los patrones de difracción correspondientes a cristales de diferentes números atómicos (plomo, plata y cobre) se presentan para mostrar la relevancia de la dispersión coherente en la caracterización del material en aplicaciones industriales. Estos patrones de difracción corresponden al número de fotones como una función del ángulo de dispersión desde un tubo de rayos X (energía promedio 24 keV) y desde una fuente de ²⁴¹Am (59,54 keV). El objetivo del presente trabajo es demostrar la viabilidad de la tomografía computarizada de difracción de rayos X empleando efectos de interferencia.

Key words: scattering, computerized tomography, synchrotron radiation, X-ray diffraction, high purity Ge detectors, americium 241

1. INTRODUCTION

Coherent scattering has negligible energy losses and is predominantly forward directed due to the small recoil given by the atom. The scattered photon changes direction and thus the momentum is transferred to the atom or bound electron. The differential coherent scattering cross section per atom is as follows:

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega} \right)_{\text{Coherent}} = \frac{r_e^2}{2} (1 + \cos^2 \theta) |F(x, Z)|^2 \quad (1)$$

where r_e is the classical electron radius, θ is the scattering angle and Z is the atomic number of the scatter.

The diffraction of X-rays by matter results from the combination of two different phenomena:

scattering by each individual atom and interference between the scattered waves by these atoms. Each atom emits a scattered wave, which is coherent with the incident radiation, and these waves interfere with each other, so that we have a diffracted radiation whose intensity depends on the direction of observation [1]. The diffraction pattern of a crystalline material records the X-ray intensity as a function of the scattering angle and it offers a clue to the crystal structure. Because the atoms form a regular array, the diffracted waves can reinforce at certain diffraction angles and cancel each other at all other angles, a phenomenon called interference. Thus peaks are formed at these angles.

It was shown that for low-momentum transfer, the scattering couldn't be explained as due to free atoms necessary to consider solid-state scattering process [2]. The limit for the application of the free-atom model was found to be $x \geq 2 \text{ \AA}^{-1}$, where x is related to momentum transfer and is described as [2]:

$$x = \lambda^{-1} \sin(\theta/2) \quad (2)$$

where $\lambda^{-1} = E/12.398$, E is the energy of the incident photon in keV, and θ is the scattering angle.

Coherent scattering is related to the Fourier transform of the electric charge distribution. It thus lends itself to determination of atomic structure [3]. Generally, coherent scattering has been neglected for imaging purposes. In this work we will show the importance of coherent scattering for determining material structure in the technique of X-ray diffraction tomography.

For this purpose, a prototype of X-ray diffraction tomograph was developed at Instituto Politécnico do Rio de Janeiro of the Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IPRJ/UERJ). In order to make the diffraction patterns, two different photon energies were used: 59.54 keV γ -ray and 24 keV photons provide by an X-ray tube. Both experiments performed and the results obtained are reported in the next sections.

II. EXPERIMENT WITH Am-241 SOURCE

The measurements with photons of 59.54 keV were performed at the Instituto de Física of the Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). The photon source was a 200 mCi ^{241}Am γ source and the detection system was a high purity Ge-detector with 32 mm diameter and 13 mm thickness with the conventional spectroscopic electronics. The energy spectrum of the ^{241}Am source is shown in Fig. 1.

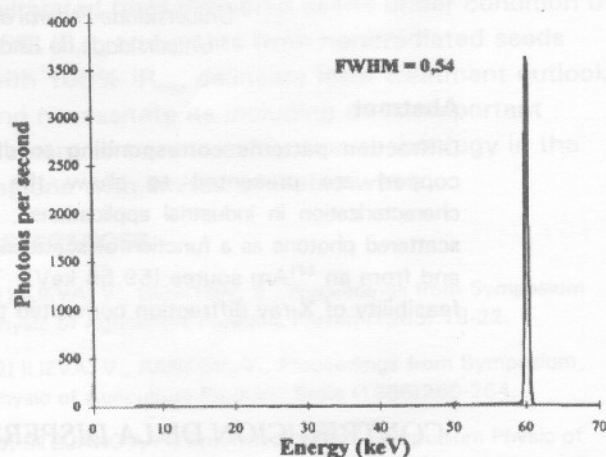


Figure 1.
Energy spectrum from ^{241}Am source

The prototype tomograph was performed to move the scatter in translation steps of 1 mm with a resolution of about 50 μm at a constant projection angle. Source and detector look to the scatter at each step. The source detector distance was 1 m and the scatter was placed at the center of this distance. The angular accuracy of the system was about 0.1° resulting in a momentum-transfer accuracy of $0.0035 \text{ \AA}^{-1}$. A slit of 2 mm x 100 mm was placed in front of detector and a cylinder with internal diameter of 3 mm was used to collimate the incident beam. The control unit for translation movement and the data acquisition were supervised by a 486 DX33 microcomputer. The experimental setup is indicating in Fig. 2.

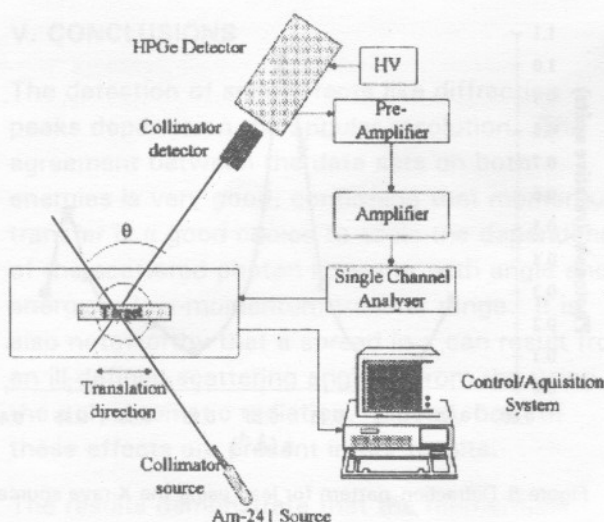


Figure 2. Schematic illustration of the experimental system using the prototype tomograph

Laminated foils of lead, silver and copper with thickness of 50, 230 and 400 μm , respectively, were used as scatters. All of these scatters are polycrystalline solids, which belong to the gold group. By choosing polycrystalline solids as scatters, the detection of the diffraction peaks not depends on the orientation of the target.

III. EXPERIMENT WITH X-RAY SYSTEM

The photon source was a fixed tungsten anode X-ray tube also developed at IPRJ/UERJ. Figure 3 shows the energy spectrum obtained at zero degree with an aluminum filter with thickness of 0.6 mm in order to avoid the detector saturation. These measurements were performed at the Laboratório de Instrumentação Nuclear of COPPE/UFRJ. In this experiment, the prototype minitomograph could not be used because of the X-ray system design.

The scattered beam was detected by a Si-Li detector and was registered by a multichannel analyzer Spectrum Master 92X (EG&G Ortec). The X-ray tube was rotated in the horizontal plane and placed at different angles θ with an accuracy of about $\pm 0.2^\circ$, resulting in a momentum-transfer accuracy of $0.0035 \text{ \AA}^{-1}$. The collimator source was a cylinder with 1 mm of diameter and a slit of 2 mm x 10 mm was placed in front of

detector. The scatter-detector and the scatter-source distances were both equals to 50 cm. Laminated foils of lead, silver and copper were used as scatters with thickness of 50, 230 and 100 μm , respectively. Figure 4 shows the experimental apparatus.

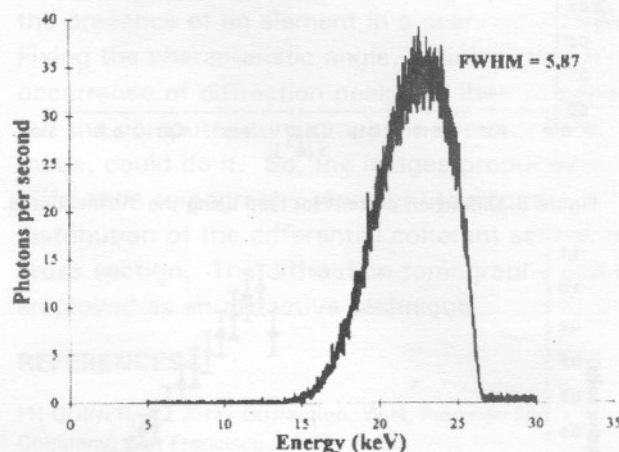


Figure 3. Energy spectrum from X-ray tube.

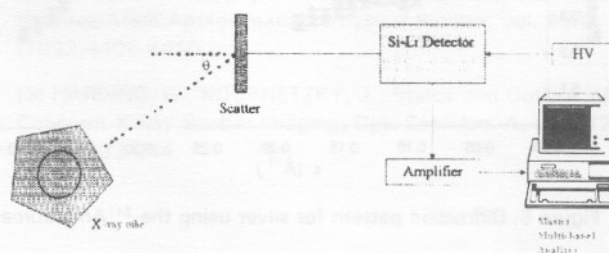


Figure 4. Experimental setup using X-ray tube.

IV. RESULTS

The scatters described in the previous section have been analyzed in order to perform the diffraction patterns. Experimental results are shown in Figs. 5-10, all of them normalized to 1. Figures 5-7 show the experimental results obtained with 59.54 keV photons. The results obtained with the X-ray tube are presented in Figs. 8-10. The solid lines in Figs. 5, 8, 9 and 10 are just a guide for the eyes. The accuracy associated to each measurement was about 7% and 4%, respectively, for the ^{241}Am and X-ray experiments.

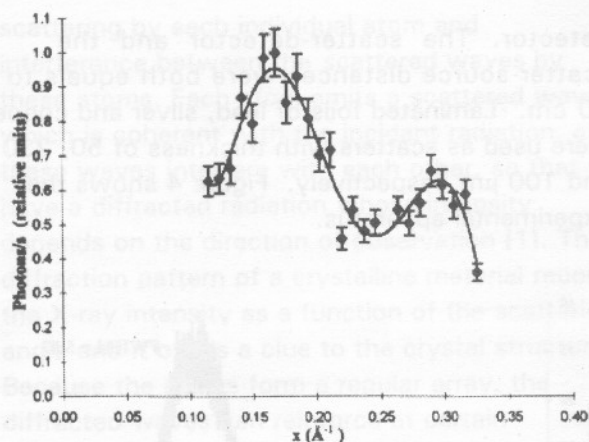


Figure 5. Diffraction pattern for lead using the ^{241}Am source.

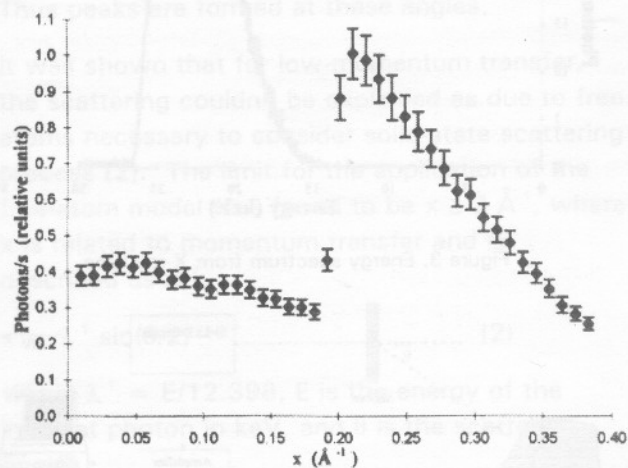


Figure 6. Diffraction pattern for silver using the ^{241}Am source.

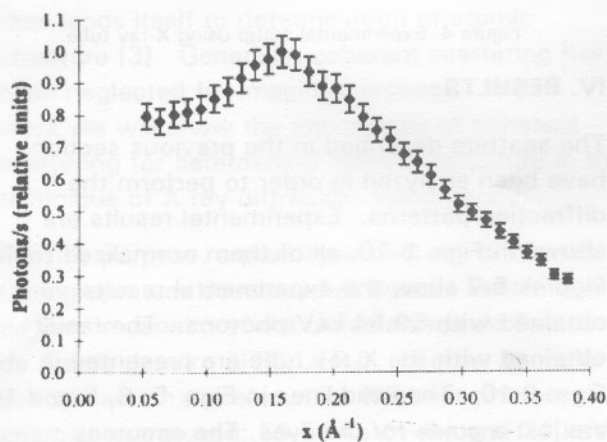


Figure 7. Diffraction pattern for copper using the ^{241}Am source.

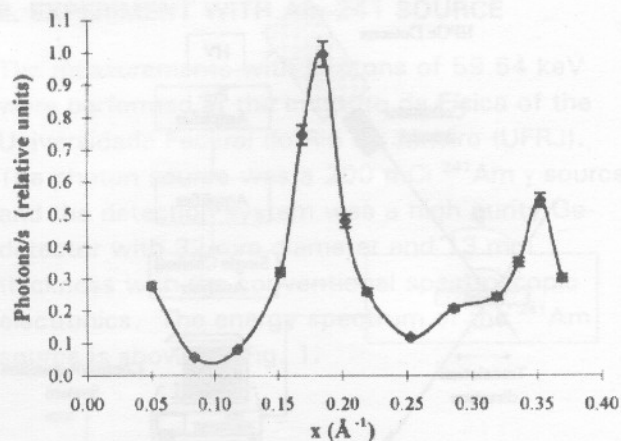


Figure 8. Diffraction pattern for lead using the X-rays source.

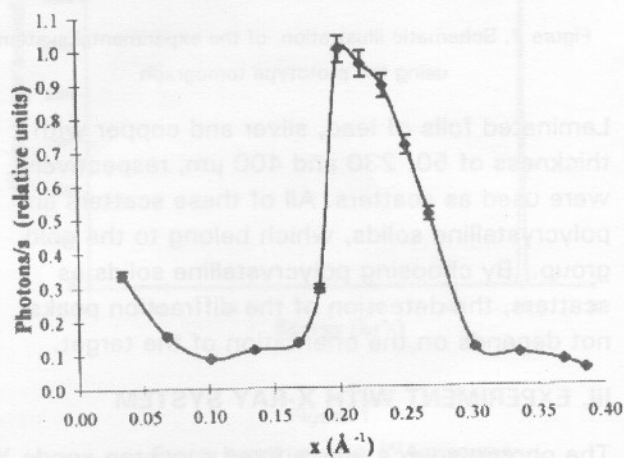


Figure 9. Diffraction pattern for silver using the X-rays source.

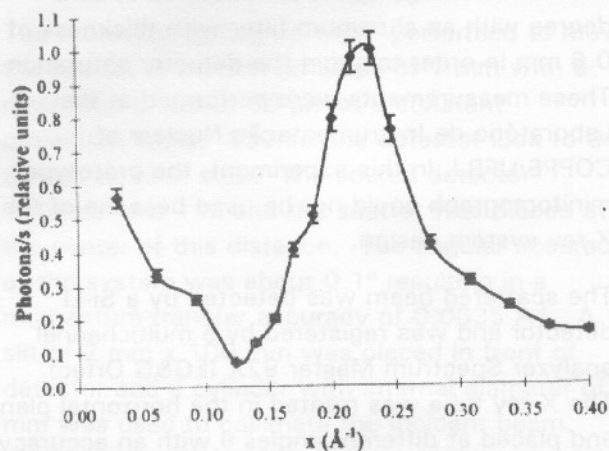


Figure 10. Diffraction pattern for copper using the X-rays source.

V. CONCLUSIONS

The detection of solid-effects like diffraction peaks depends on the angular resolution. The agreement between the data sets on both energies is very good; confirming that momentum transfer is a good choice to scale the dependence of the scattered photon intensity with angle and energy in low-momentum transfer range. It is also noteworthy that a spread in x can result from an ill-defined scattering angle or from the using of the polychromatic radiation. Indeed, both of these effects are present in our results.

The results demonstrate that the momentum transfer resolution is better for 25.4 keV photons than for 59.54 keV photons. The main reason is the inevitable dependence on the source intensity. For ^{241}Am , the counts rate at zero degree is about 170 photons/s while for X-ray is about 14 000 photons/s.

Although an X-ray source has a large photon fluency in comparison with a radionuclide, the energy spectrum of the bremsstrahlung radiation is broad. This is one of several effects that limit the momentum resolution. It suggests that synchrotron radiation should be very well suited

for diffraction tomography. Increasing the scatter-detector separation can reduce the contribution to angular broadening.

The fundamental applications of the results obtained appear to be extremely promising. The X-ray diffraction computed tomography using interference effect can be employed to enhance the presence of an element in a scanned sample. Fixing the characteristic angle, which allows the occurrence of diffraction peak and then to carry out the computed tomography in the standard mode, could do it. So, the images produced in diffraction tomography represent the spatial distribution of the differential coherent scattering cross section. The diffraction tomography can be employed as an attractive technique.

REFERENCES

- [1] GUINER, A., X-ray Diffraction, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1963.
- [2] GONÇALVES, O.D., CUSATIS, C., MAZZARO, I., Solid-State Effects on Rayleigh-Scattering Experiments: Limits for the Free-Atom Approximation, *Physical Review*, vol. 48(6) (1993)4405-4410.
- [3] HARDING, G., KOSANETZKY, J., Status and Outlook of Coherent-X-Ray Scatter Imaging, *Opt. Soc. Am. A*, vol. 4(2) (1987)933-944.



La sección que iniciamos contendrá información sobre las regulaciones vigentes en materia de seguridad nuclear y radiológica, el estado de la seguridad de nuestras instalaciones, las actividades que desarrolla el Organismo Regulador cubano así como enfoques y valoraciones sobre temas actuales en el campo de la seguridad. Esta sección se

convierte así en un espacio para la divulgación de estos temas, contribuyendo además a elevar la cultura de seguridad de nuestros profesionales y la educación del público en general.

Comenzaremos esta sección con una reseña de la institución que en nuestro país regula el uso seguro de la energía nuclear, y que será la fuente principal de información con que se nutrirá este espacio. Seguidamente aparece el texto íntegro de la Declaración de Política de Seguridad del Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN). Finalizamos la sección con una relación de los documentos que conforman el marco regulatorio vigente en nuestro país en el área de seguridad radiológica.

POLITICA DE SEGURIDAD DEL ORGANISMO REGULADOR CUBANO

Rubén Ferro, Fidel Ilizástigui, Alba Guillén
Centro Nacional de Seguridad Nuclear

EL ORGANISMO REGULADOR CUBANO

El Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN) es la institución competente de la República de Cuba en materia de seguridad nuclear, radiológica y contabilidad y control de los materiales nucleares. Fue creado en 1990 por la Secretaría Ejecutiva para Asuntos Nucleares y ratificado en 1996 por la Resolución No.1 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) al cual pertenece este centro tras la reorganización de los órganos de la Administración Central del Estado.

El CNSN regula, vigila y controla el uso de la energía nuclear con el objetivo de garantizar la protección del personal ocupacionalmente expuesto, el público y el medio ambiente frente a los riesgos potenciales asociados al empleo de este tipo de energía. De esta manera se garantiza

una mayor seguridad en las aplicaciones de las radiaciones ionizantes y de los materiales nucleares y radiactivos en los campos de la medicina, la industria, las investigaciones científico-técnicas, la docencia, la transportación de materiales radiactivos, la gestión de los desechos radiactivos o en cualquier otra práctica que se desarrolle en el territorio nacional.

Entre las principales funciones y atribuciones del CNSN se encuentran las de aprobar, elaborar y proponer a las instancias correspondientes las disposiciones jurídicas y regulaciones en materia de seguridad nuclear y radiológica, así como las relativas a la contabilidad y control de los materiales nucleares; emitir los dictámenes correspondientes para otorgar, modificar, renovar, suspender y revocar las autorizaciones para la

realización de actividades relacionadas con el uso de la energía nuclear y al personal que las ejecutará.

Las acciones de coerción son también prerrogativa del CNSN y en este sentido realiza inspecciones a las instalaciones donde se ejecutan actividades relacionadas con el uso de la energía nuclear con el fin de comprobar el cumplimiento de las disposiciones y regulaciones vigentes en materia de seguridad, así como de las condiciones establecidas en las autorizaciones e impone o recomienda la imposición de sanciones por la violación o el incumplimiento de las mismas. También puede requerir la realización de las pruebas, análisis e investigaciones que considere necesario para verificar la calidad de los trabajos ejecutados o el nivel de seguridad alcanzado.

El CNSN asesora, en materia de seguridad nuclear y radiológica, al Gobierno, los tribunales y cualquier otro órgano competente cuando sea requerido para ello y supervisa la organización de la actividad de emergencias radiológicas desde el punto de vista técnico.

El CNSN desarrolla su trabajo sobre la base de un sistema de garantía de la calidad y conforme a una política de seguridad clara y objetiva, utilizando métodos y técnicas de evaluación y análisis de la seguridad al nivel de las prácticas internacionalmente reconocidas para este tipo de actividad.

Cuenta con un colectivo de profesionales y técnicos de elevada formación y calificación y se apoya además, en las delegaciones territoriales del CITMA para el trabajo en las provincias, manteniendo su carácter de institución rectora nacional en este campo.

Con la próxima aprobación del Decreto-Ley "Sobre el Uso de la Energía Nuclear", se alcanza una etapa superior dentro de los esfuerzos que siempre ha realizado el Gobierno cubano por regular el uso seguro de la energía nuclear y garantizar la protección de sus ciudadanos y el

medio ambiente.

LA POLITICA DE SEGURIDAD DEL ORGANO REGULADOR CUBANO

El pasado año fue aprobada por el Director del CNSN la Declaración de Política de Seguridad del Organo Regulador Cubano. Este documento define públicamente el compromiso de este Organo con el logro de una elevada seguridad durante el uso de la energía nuclear y constituye la base que regirá la actuación de sus directivos y técnicos en el cumplimiento de sus funciones así como su relación con otras organizaciones e instituciones del sector y con la población. A continuación reproducimos el texto de esta Declaración.

POLITICA DE SEGURIDAD DEL CENTRO NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR (CNSN)

La presente declaración de Política de Seguridad define la posición del Centro Nacional de Seguridad Nuclear, como Organo Regulador, con respecto a la seguridad durante el uso de la energía nuclear en cualquiera de sus aplicaciones dentro del territorio nacional y determina el marco bajo el cual se regirá el desempeño de la actividad del CNSN, de sus directivos y especialistas.

Compromiso con la Seguridad

El CNSN declara su compromiso con la seguridad de las instalaciones nucleares y radiactivas para proteger al personal, la población y el medio ambiente de los posibles riesgos derivados del uso de la energía nuclear, lo cual constituye la razón principal de su actuación y de sus decisiones, que tendrán fundamentalmente un carácter preventivo.

Reitera que son las entidades usuarias de la energía nuclear las que tienen la máxima responsabilidad por garantizar la seguridad durante su uso y por ello, el objetivo principal de la actividad regulatoria es garantizar que las instituciones y entidades que utilizan la energía nuclear en cualquiera de sus aplicaciones cumplan con su responsabilidad por su uso seguro.

Para cumplir con este compromiso el CNSN:

- Establece regulaciones de seguridad claras, precisas y suficientes acordes con la experiencia nacional acumulada y la práctica internacional más avanzada.
- Desarrolla un proceso de licenciamiento efectivo y ágil.
- Inspecciona sistemáticamente el funcionamiento de las instalaciones y prácticas.
- Implementa un sistema estricto de coerción y contravenciones para las violaciones.
- Promueve la investigación y desarrollo en temas de seguridad.
- Participa activamente en el intercambio de experiencias, organizaciones y eventos nacionales e internacionales que promuevan la seguridad.
- Realiza una autoevaluación periódica de los resultados de su actividad para elevar la efectividad de la misma.
- Asesora a las instancias del Gobierno en relación con los tratados y convenciones internacionales en materia de seguridad.
- Promueve y participa en la formación de recursos humanos especializados dentro de su organización y fuera de ella para dar cumplimiento a las exigencias que representa el uso seguro de la energía nuclear.

Compromiso de la Dirección

El personal directivo del CNSN se deberá a una política adecuada de promoción del personal donde prevalezca la competencia técnica, la capacidad de juicio independiente, el reconocimiento profesional, el prestigio y su capacidad de dirección como factores determinantes. Los directivos serán responsables por garantizar las condiciones y un clima en sus dependencias que garanticen la materialización práctica de esta política de seguridad, el desempeño eficiente de las funciones regulatorias, la competencia técnica del personal bajo su dirección al nivel del estado del arte en el campo de la seguridad y las prácticas regulatorias, así como su eficiencia y actitudes acordes con la cultura de seguridad que debe poseer el personal

del Organismo Regulador. Deberán establecer, además, mecanismos internos de autocontrol de la gestión regulatoria y su personal.

Compromiso del Personal

El personal técnico será responsable por la ejecución directa de sus tareas regulatorias apoyado en el marco que propicia la Política de Seguridad, desarrollando habilidades y actitudes que demuestren profesionalidad, su preocupación permanente por las cuestiones de seguridad, la búsqueda constante de un nivel de excelencia y una actitud esencialmente crítica en su trabajo regulatorio.

Ética y Profesionalidad

El personal directivo y técnico del CNSN actuará con una elevada ética profesional caracterizada por su competencia técnica y regida por la premisa de que las cuestiones de seguridad tienen la prioridad suprema ante problemas y motivaciones de cualquier otro carácter, incertidumbres o presiones indebidas independientemente de donde provengan. Sus métodos de trabajo deberán basarse en enfoques coherentes, flexibles y objetivos, la persuasión y el razonamiento, sus decisiones en tiempo y el uso efectivo y óptimo de los recursos disponibles.

Interacción con las instituciones que utilizan la energía nuclear

La interacción del CNSN con las instituciones y entidades que utilizan la energía nuclear en el país se basará en el respeto y la confianza mutua sobre la base del reconocimiento de las responsabilidades y funciones que le corresponden a cada parte, la comprensión clara de las cuestiones de seguridad, la confianza en la efectividad de las medidas preventivas y el intercambio regular de opiniones y experiencias, que tendrá su máxima expresión en la Conferencia Anual Regulatoria.

Compromiso con la Población

El CNSN mantendrá una comunicación abierta con todas las instituciones cubanas y la población en general, para lo cual hará pública esta declaración de Política de Seguridad de forma que contribuya

MARCO LEGAL Y REGULATORIO VIGENTE EN EL AREA DE LA SEGURIDAD RADIOLOGICA EN CUBA

Alba Guillén Campos
Igor Iván Sarabia Molina
Centro Nacional de Seguridad Nuclear

El uso seguro de la energía nuclear lleva implícito un sistema de reglamentación conformado por los diversos documentos necesarios para su regulación y control. Estos documentos definen los principios, criterios y normas de seguridad que deberán observarse en cualquiera de las actividades y procesos relacionados con la utilización de esta energía.

En la Tabla se refleja la legislación existente, que desde 1979 hasta el presente, regula toda actividad relacionada con el uso pacífico de la energía nuclear en la República de Cuba en materia de seguridad radiológica. Los documentos que regulan la seguridad de las instalaciones nucleares serán abordados en próximas ediciones de esta sección.

MARCO LEGAL Y REGULATORIO VIGENTE EN MATERIA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA		
Nombre del cuerpo legal y fecha de puesta en vigor	Objetivos que se persiguen	Observaciones
<u>Decretos - Leyes</u>		
1. Decreto-Ley No. 56 "Para la regulación del uso pacífico de la energía nuclear" de 25 de mayo de 1982.	Este cuerpo legal establece normas para la utilización adecuada de la energía nuclear en Cuba. Se establecen medidas que aseguran la protección de la salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, la población, así como de los bienes y el medio ambiente ante los riesgos derivados del trabajo con fuentes de radiaciones ionizantes. Se establecen las condiciones generales para el otorgamiento de las licencias correspondientes.	Este cuerpo legal dejará de estar vigente una vez entre en vigor el Decreto-Ley sobre el uso de la energía nuclear que en la actualidad se encuentra en fase de aprobación por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.
2. Decreto-Ley No. 147 "De la reorganización de los Organismos de la Administración Central del Estado" del 21 de abril de 1994.	Dispone las modificaciones en la integración de los Organismos de la Administración Central del Estado.	
<u>Decretos</u>		
3. Decreto N° 137 Reglamento para la seguridad durante la transportación de sustancias radiactivas de 2 de marzo de 1987.	Establece normas de seguridad que garantizan que la transportación de las sustancias radiactivas se realice respetando los límites básicos de dosis de exposición establecidos a fin de disminuir al mínimo posible los riesgos a que puedan estar sometidas las personas que directa o indirectamente intervienen en estas operaciones.	Este cuerpo legal dejará de estar vigente una vez entre en vigor el Decreto-Ley sobre el uso de la energía nuclear que en la actualidad se encuentra en fase de aprobación por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. Se encuentra elaborado el proyecto de Reglamento de Seguridad

Ambito Regulatorio

4. Decreto N° 142 "Reglamento para el trabajo de sustancias radiactivas y otras fuentes de radiaciones ionizantes" de 24 de marzo de 1988.	Establece las normas que han de regir el trabajo con sustancias radiactivas y otras fuentes de radiaciones ionizantes, dirigidas a lograr que se desarrolle con el mínimo de riesgo posible para los trabajadores ocupacionalmente expuestos, la población, los bienes y el medio ambiente.	para el transporte seguro de materiales radiactivos que una vez en vigor llenará el vacío legal dejado por el Decreto No. 137. Este cuerpo legal dejará de estar vigente una vez entre en vigor el Decreto-Ley sobre el uso de la energía nuclear que en la actualidad se encuentra en fase de aprobación por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. Se encuentra elaborado el proyecto de reglamento de seguridad radiológica que una vez en vigor llenará el vacío legal dejado por el Decreto No. 142.
5. NC-6901-81 "Reglas Básicas de Seguridad" de 15 de enero de 1981 aprobadas por el Consejo de Estado.	Esta norma constituye la base para reglamentar la protección del hombre y su medio, contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes, y para establecer a nivel nacional, el Sistema de Limitación de la Dosis y los principios de su utilización.	La norma está vigente. En la actualidad se están dando pasos para su actualización sobre la base de la Colección de Seguridad No. 115 de 1997 del Organismo Internacional de Energía Atómica
6. Decreto No. 202 "Contravenciones de protección física, secreto estatal, sustancias radiactivas y otras fuentes de radiaciones ionizantes y sustancias peligrosas" de 13 de octubre de 1995. 7. Acuerdo del Consejo de Ministros No. 2823 de 25 de noviembre de 1994.	Se establecen las contravenciones por violaciones del régimen de protección física de las sustancias radiactivas y otras fuentes de radiaciones ionizantes, entre otras sustancias peligrosas. Aprobación de los objetivos y funciones del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.	Está vigente. Actualmente se dan pasos para atemperarlo a lo dispuesto por el Decreto-Ley sobre el uso de la energía nuclear.
8. Resolución Conjunta del Ministerio de Salud Pública y la Comisión de Energía Atómica de Cuba. Reglamento para la vigilancia médica de los trabajadores ocupacionalmente expuestos 9. Resolución No. 9/97. Reglamento de la Red Nacional de Vigilancia Radiológica Ambiental". 10. Resolución No. 1/96 11. Resolución No. 25/98 Reglamento de Autorización de prácticas asociadas al empleo de las radiaciones ionizantes	Establece disposiciones que norman la vigilancia médica de los trabajadores que por razones de la labor u oficio que desempeñan están expuestos a los efectos de las radiaciones ionizantes. Establece normas que regulan el funcionamiento de la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental a los efectos de garantizar el control de la calidad ambiental, la seguridad de la población y del medio ambiente Aprobación de las funciones del Centro Nacional de Seguridad Nuclear y de las atribuciones del director de dicho centro Establece los preceptos generales que regulan las exigencias para la realización del proceso de autorización de las prácticas asociadas al empleo de radiaciones ionizantes y las fuentes adscritas, con vistas a garantizar la protección de la vida, salud, bienes y medio ambiente.	Está vigente. Actualmente se dan pasos para atemperarlo a lo dispuesto por el Decreto-Ley sobre el uso de la energía nuclear.

En tiempos que el amigo Epifanio Selman, Director del Centro Estatal de Control de Medicamentos estaba lejos todavía de comenzar a poner orden con sus Códigos de Buenas Prácticas, el laboratorio de farmacología de la Escuela de Medicina, ubicado en los bajos del edificio de J y 25 en el Vedado habanero, era un aula de experimentación. Quimógrafos ahumados por los propios estudiantes registraban los más disímiles experimentos, lo mismo la acción de la nicotina sobre intestino aislado de gato, que las contracciones musculares de la pata de una rana por estimulación del nervio ciático. Un grupo intentaba instalar una cánula en las glándulas salivares de un perro, otro estudiaba bajo el microscopio la circulación de hematíes en capilar de pulmón de conejo. En cualquier rincón se insistía en la preparación de diferentes formulaciones para destruir cálculos renales, poner fin a la hipertensión arterial, asegurar un medio para mantener activo el corazón.

*Una mañana, confundido entre aquella maraña de aparatos, matraces y jeringas, el asistente del laboratorio hacía pasar una corriente de vapor de agua alrededor de la boca y en el interior de pequeñas ámpulas mediadas de un líquido rosado aceitoso. Las ámpulas eran luego selladas a la lámpara y depositadas en una cajita de metal tapizada de algodón en rama. El dispositivo me pareció ingenioso y el asistente me explicó que un médico amigo suyo ensayaba extractos de determinadas plantas en enfermos de cáncer en fase terminal y él le esterilizaba las ámpulas. El aparato no era más que un frasco de vidrio que tenía acoplado un tapón de vidrio esmerilado atravesado por un delgado tubo. El extremo del tubo exterior al frasco estaba doblado en ángulo de cuarentaicinco grados y estirado en capilar. Al hervir agua en el frasco, por el capilar salía una intensa y afilada corriente de vapor. Poner en acción ese esterilizador en miniatura, no era más, comentó el asistente, que **hacer uso de un viejo principio de la física.***

Aquel día fijé para siempre dos cosas: la importancia práctica de los principios de la física y el empeño de la gente en enfrentar imposibles. Muchas lluvias después sigue inalterable la afirmación de que bajo el sol no hay nada nuevo, que rindiendo pleitesía a lo reciente en realidad lo hacemos a lo remoto, que todo es cambio perenne porque lo que existe merece perecer, pero que en cada cosa está, aunque distinto y renovado, el inicio.

En la espiral transformadora del desarrollo continuo y en ascenso vivimos y sentimos.

LAS ARTICULACIONES EN EL PUNTO DE MIRA

José Morín Zorrilla
Centro de Isótopos

La inexplicable cura del profesor Liebig

El ser humano se inclina a buscar remedios espectaculares a las dolencias de su organismo. Reacio a aceptar la medicina verde, a creer en la homeopatía, asimila con dificultad la experiencia

acumulada durante milenios por la medicina tradicional china, los ponderados conceptos de la medicina tibetana. Prefiere someterse a una intervención quirúrgica o disponer en una semana

de una onza de antibióticos, antes que masticar metódicamente hojas de salvia.

No obstante ser uno de los fundadores de la iatroquímica, es decir de la utilización de compuestos químicos para la cura de enfermedades, el alquimista y médico suizo del siglo XVI, Filip Aureol Teofrast Bombast Von Hohenheim, el célebre Paracelso, al no tener a su alcance siquiera aspirinas, recomendaba a sus pacientes aquejados de enfermedades de las articulaciones, que se sometieran a la lenta, pero segura acción de las aguas minerales de Gastein, la aldea austríaca de la provincia de Salzburgo. Tres siglos después, el químico alemán, Justus Von Liebig, se negaba a abandonar su cátedra en la Universidad de Gießen para someterse a los baños y soportaba estoicamente los dolores provocados por la severa radiculitis que padecía. Víctima de la señalada inclinación de los humanos o de exagerado racionalismo, conminado por sus médicos a tomar los baños, hizo analizar las aguas. En realidad, el hombre que había organizado el primer laboratorio para la enseñanza práctica del análisis químico, lo hacía analizar todo. Por ese camino contribuyó de manera decisiva al surgimiento de la química biológica y muy especialmente al de la agroquímica. En este caso, al comprobar que no existían diferencias entre el agua de Gastein y la que usaba para bañarse en su casa, la negativa se hizo firme determinación.

Pero la artropatía causa de su radiculitis progresaba, el dolor y el malestar a él asociado aumentaban. Desesperado, el descubridor del cloroformo y de la tirosina abandonó la Universidad que un día llevaría su nombre, y viajó a Gastein. Los dolores desaparecieron, el ánimo se restableció, quedó sólo el enigma.

Después de los descubrimientos de Becquerel y de los esposos Curie, se supo, a principios de este siglo, que las aguas de la fuente austríaca, contienen en pequeñas concentraciones un gas radiactivo, el radón.

Los baños radónicos

En el Dei Gracia de 1520, el rey checo Ludovico I puso en circulación una moneda de plata acuñada con metal extraído de Joachimsthal, la aldea bohemia de la vertiente Sur de los Montes Metálicos, del Erzgebirge. El Joachimsthaler fue pronto conocido por los checos como tolar y como era de buena calidad, terminó por aceptarse en todo el mundo. Con el tiempo se convirtió en la moneda principal de cambio: el dólar. En 1527 se asentó como médico en la pequeña comunidad minera, Georgius Agrícola, científico alemán interesado en geología y mineralogía, cuya principal obra *De re metálica*, publicada en 1556, sirvió de texto durante más de un siglo a los estudiantes de mineralogía. Los yacimientos de pechblenda, ricos en uranio, contribuyeron al auge de la industria del vidrio y la porcelana en el siglo XVI con un pigmento a base de óxido de uranio que daba a los objetos unos duraderos y preciosos tonos amarillos. Ese siglo marca el esplendor de la pequeña villa del valle de San Joaquín.

No es hasta finales del siglo XIX, que la atención del mundo vuelve al singular paraje de Jáchymov, nombre checo del lugar, cuando María Curie se interesa en los desechos de la producción. El resto de la historia es conocido. Sólo que después de haberse dejado de explotar los yacimientos de uranio, en la zona se levantan sanatorios con base a aguas que contienen radón, resultado del lavado natural del mineral. La vieja mina está abierta a visitantes y las autoridades locales permiten descender a las galerías de donde se extraía la preciosa carga. Se puede recibir de recuerdo una medalla en honor de María Curie y si se dispone de tiempo, visitar la ciudad de Karlovy Vary, famosa por más de una razón y a sólo dieciséis kilómetros de distancia. La fuente Curie, conocida desde 1905, tiene alta radiactividad (600 E en la escala Mashe) y temperatura de 20°C. En 1960 fue perforada una segunda fuente, de 800 E, cuya agua se utiliza también para la preparación de baños curativos. Quiere esto decir, que en dependencia de la concentración de radón, puede

**Radón elemento gaseoso radiactivo, inodoro e incoloro,
el más pesado de los gases nobles del sistema periódico.**

**En las rocas y en el suelo se encuentran pequeñas cantidades
formadas por la desintegración de minerales de uranio.**

**En las aguas de las minas de uranio y en los lugares vecinos
a éstas su concentración está aumentada.**

Estas aguas se han utilizado para baños curativos.

**La concentración de radón en el agua de los baños radónicos
se mide en unidades Mashe.**

Una unidad Mashe es igual a 3,64 Curios/l

Radionúclido	Rango máximo mm.	Articulación (Principal uso)	Radiofármaco	Aplicaciones Artritis reumatoidea, Artritis psoriática, osteoartritis, artritis hemofílica
Erbio-169	1	Dedos	Coloides	
Renio-186	5,0	Muñeca,codo	Coloides	
Disproso-165	6,4	Hombro	Macroagregados de Hidróxido férrico	
Itrio-90	12	Rodilla	Coloides	

Partículas beta a la medida: De acuerdo con la energía máxima de las partículas beta, así es su recorrido (rango) y su aplicación a una articulación determinada.

El Centro de Isótopos tiene en fase final de desarrollo, dos radiofármacos con base a itrio 90.

usarse directamente la fuente natural o a partir de ella preparar los baños, porque se trata de utilizar microconcentraciones, ya que el radón y los productos de su desintegración producen un campo de radiaciones, cuyo uso indiscriminado, puede dar lugar a efectos nocivos. Cómo actúa el radón, cuál es su efecto curativo, es asunto no dilucidado. El radón por sí mismo no debe tener acción, ya que se desintegra emitiendo partículas alfa de escaso recorrido en el agua. Es más probable que los productos de su desintegración, sólidos en su mayoría, se depositen en la superficie de la piel y sean los que ejerzan el efecto estimulante que se atribuye a los baños radónicos.

Hay factores asociados que tienen también influencia, a saber, la temperatura de las aguas, la utilización de otros procedimientos de que comúnmente disponen los sanatorios, como masajes especiales, dieta, ambiente de quietud, que en conjunto tienen, como regla, efecto beneficioso.

Partículas beta a la medida

El reumatismo es una enfermedad sistémica cuya expresión más importante es la inflamación de la membrana sinovial de las articulaciones. En la etapa activa de la enfermedad, las células superficiales de la sinovia proliferan de manera dramática, llegando a atacar el cartílago y aun el

hueso circundante. Como enfermedad sistémica el reumatismo debe ser tratado de forma sistémica. Sin embargo la práctica recomienda en una cantidad importante de casos que la sinovia inflamada sea removida bien por cirugía o por infiltración de medicamentos en la articulación, generalmente esteroides. El tratamiento sistémico tiene la limitante del efecto de las drogas en uso a las dosis que son necesarias y la intervención local ha probado ser efectiva.

Desde hace unos veinte años se ha establecido de manera convincente el uso de inyecciones intrarticulares de suspensiones radiactivas o radiocoloides. Las células de los sistemas de defensa abundantes en la sinovia enferma, fagocitan las partículas coloidales y de esa manera se produce una acción local de las radiaciones (generalmente emisores beta) sobre la sinovia, que acaba por reducir su tamaño hasta convertirse en una placa fibrosa, el pannus. Las radiaciones actúan justamente sobre las células en proliferación activa, semejante a su efecto en los procesos malignos. La acción es local, ya que las partículas beta tienen un escaso recorrido en la sustancia, mayor o menor en dependencia de su energía. Como hay articulaciones de distintos tamaños se utilizan radionúclidos emisores beta de distinta energía. El escalpelo radiactivo se selecciona a la medida de la articulación.

Reporte CIEN-R

El reporte CIEN-R es una publicación científica del Centro de Información de la Energía que está referenciado en la base de datos International Nuclear System Information (INIS). Estos reportes se llevan a microfichas y se distribuyen a todos los Centros INIS del mundo.

Usted puede acceder a ellos en la biblioteca del Centro de Información de la Energía o solicitar la publicación de su artículo.

Para más información:
Katia González Sánchez
Centro de Información de la Energía
Calle 20 No. 4111 esq. 47, Playa
E-mail: katia@cién.energia.inf.cu
Teléf.: 225531-39 ext. 491

REPORTES CIEN-R PUBLICADOS EN 1998

No. 1-98 Comparación de estándares de Tirotropina de origen Hipofisiario y recombinante en un sistema inmunorradiométrico

Blanca Fernández, S., Rodríguez González, J.C., Nisembaum Alas, A.T., Sevy González, O.E.

RESUMEN

Se presentan los resultados de la comparación de dos estándares de Tirotropina humana, suministrados por el Instituto de Pesquisas Energéticas y Nucleares de Brasil, uno de origen hipofisario (B) y otro recombinante (C) en un ensayo inmunorradiométrico de referencia que utiliza como estándar de Tirotropina humana, una preparación de origen hipofisario de producción local (A).

El trabajo está auspiciado por el Organismo Internacional de Energía Atómica para efectuar una comparación interregional y establecer un estándar de referencia para la región latinoamericana.

Con los tres estándares, se obtuvieron curvas dosis-respuestas paralelas entre sí y con valores de ED-50 (A:27.85; B:28.62; C:28.22 mUI/L) y pendientes (A: 1.010; B: 1.007.0; C: 1.007) muy similares. La valoración del control de calidad interno y externo del ensayo empleando los tres estándares, dieron resultados dentro de los rangos de concentración definidos con excepción de valores con desvíos >20% para el estándar B en la zona francamente hipotiroidea en el control de calidad interno.

Se ensayaron 73 sueros de pacientes, en un rango de trabajo de 0 a 60 mUI/L para valorar el desvío por regresión lineal (A-B: $r = 0.9907$, pendiente = 0.6174; A-C: $r = 0.9905$, pendiente = 0.8227) y para valorar el grado de acuerdo por el método de Bland y Altman con 60 muestras en un rango de 0-12 mUI/L (A-B diferencia) media (dm) = -1.50, DE = 1.80 mUI/L; A-C, dm = 0.06 mUI/L, DE = 0.8 mUI/L, la = 1.60 a -1.72 mUI/L).

Se recomienda el uso de los estándares de Brasil, fundamentalmente el de origen recombinante, como estándar diferenciada en la región latinoamericana a fin de disminuir la variabilidad interlaboratorios por la heterogenidad de las preparaciones estándar empleados en los inmunoensayos de la región.

No. 2-98 Longitud de relajación de neutrones rápidos en hormigones en el rango $E_n = 0.5-17$ MeV

Desdín, L., García, L., Pérez, G., Hernández, A. Herrera, E., Téllez, E.

RESUMEN

En la presente investigación se determinaron las longitudes de relajación λ de neutrones rápidos en hormigones, de especial interés para la protección biológica así como en hormigones de propósitos generales, en el intervalo energético de 0.5-17.5 MeV. Los valores de λ se reportan con una exactitud de 6%.

No. 3-98 Frecuencia natural teórica del acelerómetro CTN-10-3/92

Armas Cardona, R., Calderón Pinar, F.

RESUMEN

El acelerómetro de compresión modelo CTN-10-3/92 del ISCTN fue diseñado en el año 1992 y construido en el 1994. Sus características electromecánicas fueron determinadas experimentalmente y presentadas en eventos y publicaciones de los años 1995-1996. La respuesta del acelerómetro ha sido comparada con modelos industriales de la firma danesa B & K con resultados de validación satisfactorios y utilizado en múltiples trabajos prácticos ejecutados por el Grupo de Diagnóstico por Vibraciones Mecánica (GDVM) del ISCTN.

El cálculo de la frecuencia natural del acelerómetro CTN-10-3/92 se ejecuta, esencialmente, para satisfacer requerimientos de los usuarios, consistente en precisar la zona de trabajo en la característica de frecuencias del sensor. Esta modelación teórica es una herramienta de trabajo útil para rectificar y mejorar el diseño. El trabajo consta del desarrollo del sistema elástico general del sensor y la determinación de su frecuencia de resonancia.

No. 4-98 Radiosensibilidad de la variedad de pimiento California Wonder a los rayos gamma del Co-60

Puertas Arias, L., González Núñez, L.M., Ramírez Fernández, R.

RESUMEN

Se irradiaron semillas de la variedad de pimiento California Wonder, con dosis agudas entre 100-800 Gy, a intervalos de 100 Gy, en una fuente de rayos gamma de Co-60, con el objetivo de determinar su radiosensibilidad y establecer el intervalo de dosis adecuado para la mejora por mutaciones. Se observó una disminución de los indicadores del crecimiento, productividad y fertilidad de las plantas con el incremento de la dosis de irradiación y se estableció al intervalo entre 130-460 Gy, como el más adecuado.

No. 5-98 Determinación multielemental en muestras de mangles cubanos utilizando técnicas analíticas nucleares conexas

*Estévez Álvarez, J.R., Aguiar Lamber, D., Montero Álvarez, A., Pupo González, I., Padilla Álvarez, R., González García, H.,
Ramírez Sasco, M.*

Resumen

En el presente trabajo se determinan los contenidos de Al, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr, Cd, y Pb en mangles procedentes de diferentes regiones de Cuba, utilizando la fluorescencia de rayos X dispersiva de energías (métodos de emisión-transmisión (ET) y el de corrección de los efectos de matriz empleando el pico de dispersión inelástica o de Compton (I/C), la espectrofotometría de absorción atómica con llama y la polarografía (método de voltametría de redisolución anódica).

Se utilizan muestras de referencia certificadas (MRC) de origen biológico para el trazado de los resultados analíticos obtenidos por los diferentes métodos. La confiabilidad de estos resultados se comprueba además mediante su comparación estadística.

Se reportan las desviaciones estándar de las determinaciones y los límites de detección de los métodos. Finalmente se presentan los valores obtenidos para las concentraciones de los diferentes elementos en cada ecosistema estudiado; una discusión detallada sobre el significado de los mismos se realizará posteriormente.

No. 6-98 Método de determinación de Fe, Co, Ni, Cu, Pb en agua de mar empleando fluorescencia de rayos X previa concentración de dichos elementos por coprecipitación con APDC

Lam, P., Estévez Pupo, L., Ramírez, M., Rivera, N.

RESUMEN

La problemática relacionada con el análisis de metales pesados en agua de mar ha sido objeto de estudio desde hace varios años. Sin embargo, la determinación directa de estos elementos, se ha visto limitada tanto por el bajo contenido de éstos ($< \mu\text{g/L}$) como por la complejidad de la matriz de agua de mar (elevado contenido salino). Lo anterior ha sido en cierto grado resuelto con la aplicación de diferentes etapas de separación-concentración, así como con el empleo de métodos analíticos de una gran sensibilidad.

En el presente trabajo se describe un procedimiento aplicado a la determinación de Fe, Co, Ni, Cu, Zn y Pb en agua de mar, que incluye un proceso previo de coprecipitación con APDC. El análisis final se realiza por el método absoluto de capa fina de fluorescencia de rayos X de energías dispersiva.

Los estudios de recobrado realizado con soluciones sintéticas demostraron que el rendimiento del procedimiento fue aproximadamente 100% para el análisis de Fe, Co, Ni, Cu y Zn, en el intervalo de concentraciones empleado. Para el Pb este fue de $\sim 92\%$.

Los valores calculados de reproducibilidad y de límites de detección del método fueron menores al 20% y ente 0,8 y 2,4 $\mu\text{g/L}$, respectivamente. Se reportan los contenidos de Fe, Cu y Zn, en las muestras de agua de mar analizadas, provenientes de zonas del litoral norte de La Habana y de un pozo ubicado en el Acuario Nacional de Cuba.

No. 7-98 Inventario nacional de gases de efecto invernadero del sector eléctrico correspondiente a 1999

Pérez Martín, D., López López, I.

RESUMEN

En el trabajo se caracteriza brevemente el Sistema Eléctrico Nacional existente en 1990 incluyendo la generación en plantas aisladas. Se presenta la estructura de portadores energéticos que se utilizó para la generación de electricidad, considerando también el

consumo durante el arranque. La determinación del inventario de gases de efecto de invernadero producido por el sector eléctrico en 1990 constituye el objetivo del trabajo. Se presenta la metodología utilizada para la realización de los cálculos de los gases de efecto de invernadero, los resultados y un análisis de sensibilidad de estos últimos al utilizar otra metodología.

No. 8-98 Estimación preliminar comparativa de los costos externos de la generación eléctrica en Cuba

Turtós Carbonell, L.

RESUMEN

Cada vez cobra mayor importancia la determinación de los costos externos asociados a la generación eléctrica y fundamentalmente aquellos provocados por su impacto ambiental atmosférico, con el objetivo de que a mediano plazo éstos puedan incorporarse a la economía de la producción de electricidad como la vía más segura para reducir este impacto.

En el trabajo se realiza una estimación preliminar comparativa de los costos externos de la generación eléctrica en Cuba a partir de los resultados obtenidos en el Proyecto Externa (Externalities of Energy) y de la evaluación de las emisiones del Sistema Electroenergético Nacional. Se proponen diferentes vías para disminuir estas emisiones. Basándose en los costos externos, se analiza la factibilidad económica de instalar tecnologías de reducción de emisiones (TRE).

No. 9-98 Análisis de sensibilidad en estudios de expansión del sistema eléctrico utilizando el DECADES.

Pérez Martí, D., López López, I.

RESUMEN

La creciente demanda eléctrica como un factor determinante del desarrollo económico y social trae consigo la necesidad de disponer de pronósticos adecuado para su expansión. El retardo en la instalación de capacidades genera déficit de energía eléctrica y la sobre dimensión de la capacidad instalada conlleva a gastos innecesario. Por ello reviste especial importancia asimilar y desarrollar metodologías, adecuados a las condiciones del país, para realizar estudios de planificación eléctrica. Se busca seleccionar las variantes más optimas en correspondencia con las aspiraciones de alcanzar un desarrollo sostenible utilizando las fuentes energéticas propias y preservando a su vez el medioambiente. En el trabajo se utiliza el DECADES para realizar estudios de expansión eléctrica. Se presentan las premisas y condiciones asumidas y se evalúan distintos casos de expansión del sistema eléctrico. Se realiza el análisis de sensibilidad al variar las tasas de descuento, la probabilidad de pérdida de carga, el costo de la energía no servida, la disponibilidad y costos del combustible los costos de inversión. Se evalúan los criterios de fiabilidad que no existen actualmente en el sistema eléctrico cubano, se analizan los resultados obtenidos y emiten conclusiones y recomendaciones.

Protección radiológica en la aplicación de las técnicas nucleares. 272 pp.

Autor: Colectivo de autores del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones bajo la redacción general de Haydée Domenech Nieves.

Edición e impresión: Centro de Información de la Energía. ISBN 959-7136-01-5

Contenido: Los capítulos iniciales abordan de forma concisa elementos teóricos y prácticos que fundamentan la protección radiológica. No obstante, el punto focal del libro está en el análisis pormenorizado de los aspectos relevantes contenidos en la publicación 115 de la Colección Seguridad del OIEA.

Para mayor información: Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (Oficina Comercial)

Calle 20 No. 4111 e/ 18A y 47, Playa, Ciudad de La Habana,

Teléf.: 230165 E-mail: cphr1@ceniai.inf.cu

Directorio Energético Nacional 1998.84 pp.

Autor: Consultoría Delfos

Compilador: Berta García Rodríguez

Edición e impresión: Centro de Información de la Energía

Contenido: Compila en más de 60 registros información corporativa sobre las instituciones vinculadas al sector energético nacional.

El Directorio tiene una versión en formato HTML para los usuarios del Sistema Nacional de Información de Energía y otra versión en formato TXT, la cual se puede acceder a través de la red X.25 de RENACYT.

Para mayor información: Centro de Información de la Energía. Calle 20 No. 4111 e/ 18A y 47, Playa, Ciudad de La Habana

Teléf.: 227527/E-mail: alvarado@cien.energia.inf.cu

Directorio Nuclear Nacional 1988. 84 pp.

Autor: Consultoría Delfos

Compilador: Berta García Rodríguez

Edición e Impresión: Centro de Información de la Energía

Contenido: Compila en más de 60 registros información corporativa sobre las instituciones del país relacionadas con la rama nuclear.

El Directorio tiene una versión en formato HTML para los usuarios del Sistema Nacional de Información de Energía y otra versión en formato TXT, a la cual se puede acceder a través de la red X.25 de RENACYT.

Para mayor información: Centro de Información de la Energía. Calle 20 No. 4111 e/ 18A y 47, Playa, Ciudad de La Habana.

Teléf.: 227527 E-mail: alvarado@cien.energia.inf.cu