



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Alimentación: Contaminantes radioactivos.

Trabajo de Fin de Grado

Autoras: Bonilla Martín, Laura

Jiménez Franco, María Dolores

Titulación: Grado en Educación Infantil

Curso: 2017/2018

Tutor: López Peñas, Miguel Ángel

Departamento: Zoología

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen y palabras claves	1
Resumen	1
Palabras claves	1
Abstract.....	2
Keywords.....	2
Justificación.....	3
Marco teórico.....	4
Contaminantes.....	11
Radiactividad.....	21
Aparato SOEKS	24
Funcionamiento	25
Estudio	27
Resultado y conclusión de estudio	30
Conclusión.....	38
Referencias bibliográficas	39
Anexos	42
Anexo A.....	42
Anexo B	43
Anexo C.....	44
Anexo D.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	25
Figura 2.....	30
Figura 3.....	32
Figura 4.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	6
Tabla 2	7
Tabla 3	7
Tabla 4	8
Tabla 5	9
Tabla 6	10
Tabla 7	27
Tabla 8	29

Resumen y palabras claves

Resumen

Este trabajo de fin de grado se ha elaborado para tomar conciencia de la importancia que tiene una buena alimentación y nutrición para el desarrollo óptimo del ser humano, concretamente en la etapa infantil, teniendo en cuenta que existen diferentes tipos de contaminantes radiactivos presentes en los alimentos que comemos. Dicho trabajo consta de dos partes; la recopilación y contraste de información de una dieta saludable para escolares; y la elaboración de un estudio sobre el nivel de radiactividad presente en los alimentos servidos en un comedor escolar, que puede darse debido al absentismo sobre seguridad nuclear en este ámbito. Para llevar a cabo dicho estudio, hemos comprobado a partir de un aparato Geiger; disponible en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla; las medidas de radiación existentes en los alimentos ofrecidos por un catering a un comedor de una escuela de verano. Las medidas se han representado en una gráfica de distribución en base a dos variables: el tipo de alimento y la medición radiactiva resultante de estos. Los resultados extraídos han confirmado que algunos de los alimentos se encuentran bajo el umbral de peligrosidad radiactividad. Sin embargo, afirmamos en base a diferentes estudios, que dichos resultados no informan con exactitud el peligro y consecuencias que puede conllevar la radiactividad a largo plazo para el ser humano.

Palabras claves

Radiactividad, Contaminante, Alimentación, Comedor escolar, Aparato Geiger.

Abstract

This senior thesis has been elaborated on become aware of the importance of a healthy diet and nutrition for optimal development of the human being, specifically in the children's stage. It is considered to be different types of radioactive contaminants that are present at food which we could eat. This paper has two main purposes: the report and the different information of a healthy diet for schoolchildren; and an analysis of the radioactivity level which is present at food served in a school canteen. It could be due to the absenteeism about nuclear safety in this area.

We have checked from a Geiger device to realize this project; which is available at the Faculty of Educational Sciences in Seville; the radiation has been measured in food which has been offered by a catering in a canteen of a summer school. The measures have been represented in a distribution graph based on two variables: the type of food and the resulting radioactive measurement. The extracted results have been proved that some food is under the threshold of dangerousness radioactivity. However, we could affirm basing on different studies, that these studies do not inform exactly the danger and consequences which could develop the radioactivity for the human being in long time

Keywords

Radioactivity, Contaminant, Diet, School Canteen, Geiger system.

Justificación

Nuestro Trabajo de Fin de Grado se ha realizado con la finalidad de poder mostrar la radiactividad que presentan algunos alimentos y los riesgos que supone para el ser humano. Para ello, hemos recabado información de la importancia de la alimentación centrada en la etapa infantil y también hemos realizado un estudio en el comedor de la Escuela de Verano en el C.E.I.P. La Alunada situado en El Viso del Alcor.

En los niños/as de esta edad una alimentación adecuada es imprescindible para que se desarrollen de manera saludable. Hemos considerado importante realizar una investigación sobre la radiactividad en los alimentos ya que percibimos que existe un absentismo sobre la presencia de algunos contaminantes en los alimentos, centrándonos en los contaminantes radioactivos. En definitiva, sensibilizar ante los riesgos de este tipo de contaminantes aunque aceptamos que las autoridades sanitarias deben ejercer un control efectivo de los mismos. Por este motivo hemos realizado un estudio para dar respuestas a los interrogantes que se nos han planteado como si la producción de alimentos viene determinada por la calidad, o más bien porque sea un producto rentable; si la contaminación genera sustancias indeseables que no pueden reconocerse a simple vista y pasan inadvertidas; si existen investigaciones que nos determinen la cantidad de contaminantes radioactivos en los alimentos y nos ofrezcan el conocimiento de las enfermedades que estos provocan. (García *et al*, 2002, p. 69).

Las palabras claves han sido extraídas del Tesauro de la UNESCO. La realización de este trabajo de fin de grado se ha llevado a cabo casi en su total plenitud de forma conjunta por las dos autoras, sólo realizándose de forma individual el estudio en el comedor, que se ha repartido en días alternos.

Marco teórico

“Nunca alimentarse de forma saludable ha tenido la dimensión e importancia que tiene ahora. Hemos entrado en el nuevo milenio con un reto en salud pública que hubiera sido difícil de imaginar hace unas décadas.” (Dapcich *et al*, 2004, p. 9)

Este cambio de enfoque hacia una alimentación saludable, proviene por la preocupación de las Administraciones Públicas a causas de enfermedades provocadas por la alimentación. Llegando a proponer retos como el desarrollo de la Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad (NAOS) en el año 2005, basada en organismos sanitarios internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), que tiene como objetivo una alimentación saludable acompañado de actividad física con el fin de prevenir la mortalidad que viene dada por las enfermedades alimentarias (Marcos *et al*, 2014; Martínez, Blanco y Nomdedeu, 2005).

En el año 2011, la Estrategia NAOS fue consolidada e impulsada por la Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición. Hedo, E. B. (2011). Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición.(BOE núm. 160, de 6 de julio de 2011). Actualidad Jurídica Ambiental, (5), 16-17.

Para el desarrollo de este tema tendremos que definir en primer lugar varios conceptos que nos van hacer entender que es la alimentación y la nutrición, ya que la mayoría de personas conocemos la existencia de dichos términos pero no entendemos la diferencia que existe entre ambos.

- Alimentación: es el acto mediante el cual proporcionamos a nuestro organismo los distintos alimentos.
- Nutrición: son los procesos del organismo mediante el cual se absorben las sustancias nutritivas de los alimentos.

- Nutrientes: sustancias presente en los alimentos, necesarias para un funcionamiento adecuado de nuestro organismo.
- Alimentos: Sustancias que comen los seres vivos para subsistir (Real Academia Española, 1992).
- Dietética: es la ciencia que utiliza los conocimientos nutricionales para la planificación y preparación de las comidas regulando la dieta tanto para la salud como para ciertas enfermedades.

Para consolidar estos conceptos hacemos referencia a otro autor exponiendo otro tipo de definiciones, García (2007) en su obra *Alimentación Saludable*:

- Alimentación: es el acto voluntario y consciente por el que se incorpora alimentos al organismo. Es, por tanto, una práctica educable y puede ser modificada (p.13).
- Alimento: es cualquier sustancia animal, vegetal o mineral, en estado sólido, líquido o gaseoso, que, por sus características, componentes, preparación y estado de conservación, puedes ser utilizada en la nutrición humana (p.14).
- Nutrición: es el conjunto de procesos mediante los que el organismo recibe, transforma e incorpora a sus células ciertas sustancias químicas, los nutrientes, que aportan la energía y materia necesarias para el mantenimiento de la vida (p.15).
- Nutrientes: son los elementos que se deben incluir en la alimentación para salvaguardar la totalidad de las actividades cotidianas. Los nutrientes se ingieren a través de los alimentos y se clasifican en:
 - Carbohidratos
 - Lípidos
 - Prótidos (proteínas)
 - Vitaminas
 - Sales minerales
 - Agua (p.15).

Para concluir, decir que entendemos la alimentación saludable, como la práctica de la ingesta de alimentos que contengan los nutrientes necesarios para la dieta sana de cada persona, exenta de riesgo para la salud.

Actualmente, el mundo dispone de una amplia gama de variedad de productos. Para llevar a cabo una alimentación saludable lo primordial es contar con unos hábitos alimentarios.

Estos tienen origen por:

- Factores extrínsecos: la familia y el papel de sus miembros, organización escolar y laboral, recursos económicos, de conocimientos, actitudes y tiempo disponible, así como la valoración social y el reconocimiento de los propios alimentarios.
- Factores intrínsecos: personalidad, valores, credibilidad de las recomendaciones que hacen las instituciones, además de los líderes sociales y personas que simbolizan el éxito.

La familia es el factor más influyente en la formación y el mantenimiento de los hábitos alimentarios, decide:

1. Qué comer
2. Qué cantidad
3. Cómo prepararlo
4. Tiempo que se emplea en comer
5. Frecuencia en las comidas

La familia de hoy tiene más problemas para organizar una convivencia organizada y diseñar menús que respondan al concepto de saludable. Al trabajar ambos adultos en el mercado laboral se recurre cada vez más a la compra y consumo de productos precocinados. El problema de estos alimentos no son tantos los conservantes como que estos productos

suelen estar cargados de grasas, sal o azúcar en cantidades proporcionadas. Además muchas de las comidas se realizan fuera de casa siendo las empresas de restauración quienes deciden la oferta debido a las largas jornadas de trabajo y horarios escolares.

La responsabilidad de la familia en la formación de hábitos saludables se ha confiado a las empresas de catering que atienden a guarderías infantiles, comedores escolares y laborales. Un tercio del total de las necesidades nutricionales diarias se llevan a cabo en estos centros. El sector de la restauración infantil gracias al apoyo de las administraciones sanitarias y de estrategias como la anteriormente nombrada, NAOS, realizan planes de dietas que contribuyen a la formación de una educación alimentaria saludable.

Estos planes de dieta se basan en una ración modelo, dieta que cubra las necesidades nutritivas de la población, debido a que no existe un alimento que contenga todos los nutrientes esenciales para nuestro organismo. Cada alimento contribuye a nuestra nutrición de manera específica y cada nutriente tiene una función única en nuestro cuerpo, cómo llevar a cabo nuestras tareas diarias, que el organismo realice sus funciones correctamente y para que se regeneren los tejidos. En el caso de los niños/as la dieta además necesita proporcionarles la energía y los nutrientes adecuados para que creen más células, tejidos, huesos, en conclusión, para que se desarrollen de manera óptima.

Una alimentación inadecuada puede producir trastornos en el organismo, y si esto ocurre durante las etapas de crecimiento, puede tener consecuencias adversas en el desarrollo del niño/a.

En la escuela la estructura y planificación de los menús debe ser suficiente, variada, agradable y adaptada a las características y necesidades de los niños/as. Las funciones del comedor escolar pueden resumirse en:

- Promocionar una comida que responda a los criterios nutricionales.
- Potenciar la variedad e identidad gastronómica de la zona y los aspectos culturales de la alimentación.
- Promover hábitos higiénicos y de comportamiento.
- Adecuar las comidas a los alimentos de temporada, según la época del año.
- Evitar las combinaciones de platos de difícil aceptación.
- Adecuar las combinaciones de platos de manera que no resulten ni demasiados densos ni demasiados ligeros.
- Cuatro de los cinco postres de la semana deben ser fruta, dejando un día reservado a lácteos.
- Aportar variedad de texturas, sabores, olores y formas para despertar el interés de los niños/as y estimular sus ganas de comer.
- Utilizar procedimientos variados de preparación: cocidos, hervidos al vapor, horneados, fritos, etc. Sin abusar de ninguno, existiendo una relación de frecuencia.

El menú de los comedores debe aportar entre un 30% y 35% de las necesidades energéticas diarias.

Según la Consejería de Educación (2012), en colaboración con la Consejería de Salud y Bienestar Social, con la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, pone a disposición de los centros educativos andaluces un completo conjunto de programas destinados a la promoción de Hábitos de Vida Saludable entre el alumnado. Entre ellos podemos destacar:

- Alimentación saludable.

Programa sobre Alimentación para la Educación Infantil y Primaria. Su finalidad es dar a conocer al alumnado la gran importancia de una buena alimentación y el

ejercicio físico para su salud, proporcionando al profesorado información y recursos para trabajar en el aula este aspecto tan importante para la salud de la población escolar y general.

- Plan de consumo de fruta.

Es un programa creado por la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente dirigido al alumnado de Educación Infantil y Primaria. Su finalidad es incrementar y consolidar la proporción correcta de frutas y hortalizas en la etapa infantil, contribuyendo a una mejora de los hábitos alimenticios.

Tabla 1*Raciones recomendadas para la población infantil*

Alimentos	Recomendaciones	Peso de ración
Arroz, cereales, pasta y patatas	2-3 raciones/día	40-70 g de arroz, pasta 30 g de cereales 80-150 g de patatas
Pan	2-4 raciones/día	25-50 g de pan
Frutas	≥ 2-3 raciones/día	80-50 g de frutas, verduras y hortalizas
Verduras y hortalizas	≥ 2-3 raciones/día	
Lácteos	2-4 raciones/día	100-200 g de leche 125 g de yogur 20-60 g de queso
Legumbres	2-3 raciones/semana	35-50 g de legumbres
Pescados	≥ 4 raciones/semana	50-85 g de pescados
Carnes	3-4 raciones/semana	50-85 g de carnes
Huevos	3 raciones/semana	1 huevo

Nota: Tomada de Perseo, P. (2008, p.15). Guía de comedores escolares. *Ministerio de sanidad y consumo.*

Tabla 2*Estructura ideal de un menú saludable*

Primer plato	Segundo plato	Guarnición	Postre	Complemento
Verduras y hortalizas	Carne o Pescado o Huevos	Patatas, pasta, arroz, legumbres, maíz, etc.	Fruta	Lácteo
Patatas, pasta, arroz, legumbres, maíz, etc.	Carne o Pescado o Huevos	Verduras y hortalizas	Fruta	Lácteo

Nota: Tomada de Perseo, P. (2008, p.30). Guía de comedores escolares. *Ministerio de sanidad y consumo.*

Tabla 3*Tamaño recomendado de raciones para la población infantil en el comedor escolar:*

Alimento	Plato principal	Guarnición
Verduras y hortalizas	80-150 g	20-40 g
Patatas	80-150 g	20-38 g
Pasta	40-70 g	10-18 g
Arroz	40-70 g	10-18 g
Legumbres	35-50 g	9-12 g
Pan	25-50 g	
Carne	Sin huesos	50-85 g
	Con huesos	65-110 g
Pescado (limpio y sin espinas)	50-85 g	
Huevos	64 g	
Fruta	80-150 g	
Lácteos	Leche 100-200 g	
	Yogur 125 g	
	Queso 20-60 g	

Nota: Tomada de Perseo, P. (2008, p.30). Guía de comedores escolares. *Ministerio de sanidad y consumo.*

Tabla 4*Composición y variedad de los menús en el comedor escolar*

Grupo de alimentos y alimentos	Frecuencias	Nº de procesos culinarios distintos por grupo que se ofertan al mes	Nº de recetas diferentes por grupo que se ofertan al mes	Nº de alimentos distintos por grupo que se ofertan al mes
Fruta	4-5 ración/semana	-	-	4
Verduras y hortalizas	1 vez/día	3-4	No repetir en 2 semanas	4-5
Pan	1 ración/día	-	-	1-2
Patatas, pasta, arroz, legumbres, maíz, etc.	1 vez/día	3-4	No repetir en 2 semanas	6-8
Carnes y derivados	5-8 ración/mes	2-3	No repetir en 2 semanas	3-4
Pescado, moluscos y crustáceos	5-8 ración/mes	2-3	No repetir en 2 semanas	3-4
Huevos	4-7 ración/mes	2	No repetir en 2 semanas	-
Lácteos	Complemento	-	-	-
Agua	Diaria	-	-	-

Nota: Tomada de Perseo, P. (2008, p.32). Guía de comedores escolares. *Ministerio de sanidad y consumo.*

Tabla 5*Menú ejemplo otoño- invierno*

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1 a S E M A N A	Judías Pintas con arroz	Acelgas rehogadas con zanahorias y patatas	Crema de legumbre	Arroz tres delicias	Sopa de ave con fideos
	Tortilla de champiñón con tomate	Rotti de pavo	Empanadillas de atún con ensalada variada	Filete de merluza empanado con ensalada	Albóndigas de ternera a la jardinera con guisantes
	Provenzal	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca
	Pudding de manzana				
2 a S E M A N A	Paella mixta	Judías verdes y patatas salteadas con jamón	Tallarines con salsa de tomate gratinados	Patatas con bacalao	Menestra de verduras con huevo duro
	Filete de pescado azul al horno con champiñones	Hamburguesa a la plancha con cebolla frita y gajos de tomate natural	Filete de pollo empanado con ensalada de remolacha	Tortilla de queso con zanahoria rallada	Potaje castellano
	Fruta fresca	Fruta fresca	Yogur	Fruta fresca	Fruta fresca
3 a S E M A N A	Crema de espinacas	Sopa de cocido	Patatas estofadas	Lentejas con arroz y chorizo	Arroz con salsa de tomate
	Pollo asado con patatas fritas	Cocido completo	Bacalao empanado con ensalada verde	Lechuga, tomate natural, maíz y aceitunas	Huevo fritos con verduras salteadas
	Macedonia	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca
4 a S E M A N A	Menestra de verduras rehogada	Arroz con judías verdes, guisantes y pimientos	Pasta de colores en salsa de atún	Patatas guisadas con calamares	Garbanzos con verduras
	Escalope con patatas panadera	Tortilla de jamón con ensalada y queso	Filete de merluza a la romana con ensalada de lechuga	Jamoncitos de pollo en pepitoria y ensalada variada	Figuritas de merluza y empanadillas de atún con ensalada de tomate
	Macedonia	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca

Nota: Tomada de Perseo, P. (2008, p.36). Guía de comedores escolares. *Ministerio de sanidad y consumo.*

Tabla 6*Menú ejemplo primavera - verano*

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1ª SEMANA	Panaché de verduras	Espirales gratinados	Gazpacho con picatostes	Ensalada de lentejas	Ensalada variada
	Escalopín de ternera estofado con patatas	Filete de merluza en salsa verde con guisantes	Tortilla de patatas con queso y ensalada	Jamoncitos de pollo al horno con patatas	Arroz con salsa de tomate y huevo
	Lácteo	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca
2ª SEMANA	Crema de calabacín	Ensalada de arroz	Garbanzos con espinacas	Ensalada de lechuga, queso fresco, maíz y aceitunas	Puré de patatas al gratén
	Filetes rusos a la plancha con patatas fritas	Tortilla de champiñón con lechuga	Atún con salsa de tomate	Fideuá (o pasta) a la marinera	Muslos de pollo al chilindrón
	Fruta fresca	Fruta fresca	Macedonia en almíbar	Yogur	Fruta fresca
3ª SEMANA	Espaguetis a la carbonara	Judías verdes con salsa de tomate	Ensalada campera	Paella de verduras	Lentejas con puerros y zanahoria
	Huevos guisados con salsa de tomate y champiñones rehogados	Cabezada de lomo con puré de patata	Rabas de calamar con aros de cebolla	Pavo al ajillo con tomate asado	Filete de pescado a la andaluza con lechuga
	Yogur	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta Fresca
4ª SEMANA	Crema de zanahorias y patata	Arroz a la jardinera de verduras	Ensalada de pasta de colores	Judías blancas en vinagreta	Ensalada mixta con atún y picatostes
	Pechuga de pollo rebozada con ensalada de maíz	Filete de rosada en salsa	Tortilla de calabacín con zanahoria rehogada	Buñuelos de bacalao con ensalada	Estofado de magro con patatas
	Fruta fresca	Yogur	Fruta fresca	Fruta fresca	Fruta fresca

Nota: Tomada de Perseo, P. (2008, p.37). Guía de comedores escolares. *Ministerio de sanidad y consumo.*

Contaminantes

Calvo y López (2011) afirman que a lo largo de la historia los seres humanos han calificado a los alimentos en “buenos o malos” en función a una tradición, una experiencia o una percepción colectiva. Esta idea puede estar equivocada debido a que todos los alimentos tienen su lugar en la dieta, excepto en situaciones de enfermedad. Por lo que no nos encontramos ante alimentos buenos ni malos, sino a patrones de consumo adecuados o inadecuados.

En la sociedad actual no se come por hambre, sino más bien por apetito, comemos aquello que nos gusta que no tienen relación alguna con lo que necesitamos. La población no tiene en cuenta los riesgos de sus malos hábitos alimentarios, ya que particularmente los jóvenes, piensan que las consecuencias les pasaran a otros o que las interpretan a largo plazo.

Aún así, el interés actual por la alimentación y por los alimentos que ingerimos, viene dado mayoritariamente por el miedo a evitar enfermedades, ya existe el hecho de que muchos problemas de salud vienen dados por la forma de comer. Y no solo un inadecuado hábito alimentario, en la naturaleza ya existen contaminantes que pueden alterar los alimentos, y de esa forma en cadena, al ser humano.

Los elementos metales tóxicos están naturalmente en el medio ambiente, y con el acentuado desarrollo cada vez más intenso de los procesos tecnológicos industriales, se expulsa más residuos al entorno natural. Diariamente se arrojan dichos residuos a ríos, lagos, mar, etc. Contribuyendo en gran medida a la contaminación metálica del ambiente. Como consecuencia directa los alimentos que animales y seres humanos ingerimos resultaran afectados por esta contaminación que se define como bio-acumulativa (Servan-Schreiber, 2009, p. 129).

Según Mondéjar (2017) en su tesis doctoral la contaminación ambiental en el derecho alimentario afirma que antes del año 1930, prácticamente no existían los contaminantes actuales, pues dicha aparición va ligada de forma indisoluble al desarrollo industrial, al desarrollo científico, la ciencia biológica, la química y la biotecnología.

A diferencia de lo que ocurre con los contaminantes naturales, los contaminantes químicos al entrar en contacto con los alimentos y ser consumidos tanto por animales como por el ser humano tienen un efecto acumulativo en el organismo, impidiendo que se formen moléculas antioxidantes y antiinflamatorias, y produciendo moléculas pro oxidantes y pro inflamatorias que pueden dar lugar a enfermedades de diverso tipo que pueden aparecer de forma inmediata, a corto o largo plazo.

El rápido crecimiento urbano e industrial ha ocasionado enormes desechos residuales potencialmente nocivos que han sido vertidos y diluidos en la atmósfera, en el agua o en los suelos, esperando que se biodegradasen naturalmente.

Con el desarrollo de los combustibles fósiles y el incremento del número de vehículos aumentó la emisión de humos a la atmósfera. Del mismo modo el crecimiento de la industria, y en particular la industria química, generó nuevas sustancias químicas tóxicas, al igual que sucede actualmente con el desarrollo de la biotecnología y la nanotecnología, que hacen que la generación de nuevos contaminantes siga en aumento.

Sin embargo, para poder afirmar si una sustancia es contaminante ha de superar un análisis por los organismos (internacionales, comunitarios y nacionales) encargados de velar por la protección ambiental (p. 283).

De entre los distintos tipos de contaminantes que pueden afectar a los alimentos, se analizan las sustancias químicas más comunes que aparecen en la alimentación y en ocasiones también al medio ambiente.

- Mercurio.

Principalmente contamina el pescado y el marisco. Puede provocar alteraciones del desarrollo normal del cerebro de los lactantes, y en mayor grado puede causar modificaciones neurológicas en los adultos. El Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) estableció los niveles estimados de mercurio (Hg) y metilmercurio (MeHg) en relación a la ingesta de pescado consumido en España. En este caso es la Unión Europea la que marca los límites máximos de Hg. El Hg presente en el pescado procede del mar, por lo que la disminución de la contaminación marina es una medida primordial para gestionar el riesgo sanitario existente (p. 268 y 269).

- Cadmio.

El Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) expone que se debería de disponer de información más precisa para realizar un estudio más adecuado sobre la ingesta de Cd en la población española. En relación a los datos existentes en la mayoría de los alimentos, se concluye que la mayor parte de las muestras analizadas se encontraron por debajo de los límites máximos establecidos a nivel europeo y se podría considerar que la ingesta de Cd en la población española se encuentra dentro de los límites recomendados actualmente (p. 269 y 270).

- Plomo.

La filtración de plomo constituye un grave riesgo para la salud ya que puede provocar un retraso en el desarrollo mental e intelectual de los niños/as y causar enfermedades cardiovasculares e hipertensión en la población adulta. El Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) determina que existen unos niveles idénticos en la población europea, en cuestión a la absorción de plomo asociado al consumo de carne de caza silvestre. La medida más adecuada, según el Comité, sería hacer recomendaciones específicas sobre el consumo y la preparación de este tipo de alimentos, para reducir al máximo el riesgo de efectos tóxicos así como promover el cambio y/o la eliminación de la munición de plomo por otras alternativas actuales (p. 270).

- Dioxinas y Policlorobifenilos.

Son sustancias muy tóxicas que pueden aparecer en los alimentos debido a ser contaminados bien debido a procesos naturales o procesos industriales, pudiendo producir alteraciones en la visión, hepatotoxicidad, depresión del sistema inmunológico y son cancerígenas. Pueden encontrarse principalmente en la carne, los huevos, los productos lácteos, el pescado y el marisco. Existe una extensa normativa aplicable a estas sustancias (p. 270 y 271).

- Acrilamida.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) en base a unos estudios realizados en animales expresa que esta sustancia puede ser un probable carcinógeno para los humanos, aunque no está comprobado que puede aplicarse esto a las personas. Se encuentra en alimentos determinados tras su preparación o procesado

a altas temperaturas, como por ejemplo, al cocerlos, asarlos o freírlos. Los más expuestos al efecto de la Acrilamida son los niños/as debido a su peso corporal. Los alimentos más importantes que contribuyen a la acción de dicha sustancia son las patatas fritas, el café, las galletas, las galletas saladas, el pan crujiente y el blando. La forma de cocinar los alimentos tiene un impacto sustancial en el nivel de Acrilamida al que se exponen los humanos (p. 274 y 275).

- Nitratos.

El Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) de 18 de mayo de 2011, indica que los nitratos se encuentran en el medio ambiente, apareciendo en el aire, los alimentos (principalmente hortalizas y frutas) y el agua. También son utilizados como fertilizantes y aditivos alimentarios. Los humanos nos exponemos principalmente a estas sustancias a través de la ingesta diaria de hortalizas. Las hortalizas con concentraciones relativamente elevadas son la rúcula, la lechuga y las espinacas (p. 275- 277).

- Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

La contaminación de estas sustancias puede producirse durante los procesos de ahumado, calentamiento y secado de los alimentos o por contaminación medioambiental, concretamente, en peces. Es preciso fijar niveles máximos para los productos de la pesca, ya que están expuesto a un alto nivel de contaminación medioambiental, debido a los vertidos de hidrocarburo de los barcos (p.277 y 278).

- Micotoxinas y Sustancias tóxicas.

- Ocratoxina A.

La Ocratoxina (OTA) es una micotoxina presente en numerosos productos vegetales. Su presencia es persistente a los procedimientos de cocinado habituales, para que desaparezca su contenido se requiere temperaturas superiores a los 250°C durante varios minutos, por ello que los alimentos crudos y procesados pueden estar contaminados de ella. En numerosas ocasiones se observó un contenido muy elevado de OTA en especias, como el pimentón (p. 278 y 279).

- Otros contaminantes.

- Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).

Son productos químicos que poseen ciertas propiedades tóxicas y son resistentes a la degradación, acumulándose tanto en el medio terrestre como acuático. Son perjudiciales tanto para la salud humana como para el medio ambiente y pueden ser transportados por aire, agua e incluso por aves migratorias, por lo que es problema transfronterizo y necesita de medidas de carácter internacional (p. 279).

- Fertilizantes nitrogenados.

Son sustancias que dejan en la tierra nitratos, que pasan al agua y a los alimentos, principalmente a las verduras; pueden afectar a la hemoglobina, alteración del tiroides, destrucción de las vitaminas A, tiamina (B1) y

riboflavina (B2), y provocar reacciones parecidas a las alérgicas y al cáncer (p. 279 y 280).

- Plaguicidas o pesticidas.

Son sustancias destinadas a combatir las plagas de las plantas, pero pueden producir toxicidad en los seres vivos a través del consumo de agua, los alimentos y el ambiente. Un plaguicida afectará de modo negativo sobre la salud humana cuando el grado de exposición supere los niveles considerados seguros. La exposición puede ser directa (agricultor que realiza la fumigación) o indirecta (consumidor o personas expuestas al mismo por la transmisión de las partículas existentes en el aire). La contaminación tiene lugar cuando se produce una sobreutilización de los mismos pasando a contaminar aguas, suelos o aire, teniendo además consecuencias para el medio ambiente (flora y fauna, pérdida de biodiversidad, empobrecimiento de suelos, etc.). Debido a la contaminación de las aguas y los suelos se fijan planes de acción nacionales con objeto de reducir los riesgos en la salud humana y en el medio ambiente. En fin de asegurar que la utilización de estas sustancias químicas es segura para los consumidores se establecen los Límites Máximos de Residuos (LMR), que se define como “el límite legal superior de concentración de un residuo de plaguicida en alimentos o piensos. Estos representan la cantidad máxima de un residuo que es posible encontrar en un producto alimentario de origen vegetal, aunque eso no significa que si se supera el LMR exista un riesgo para la salud pero con su cumplimiento tampoco se asegura que no se puedan producir efectos tóxicos en los humanos a largo plazo (p.280 y 281).

- Fármacos y hormonas.

Las sustancias utilizadas en animales para tratar y prevenir procesos patológicos y subidas de peso, como antibióticos, anabolizantes, antiparasitarios... provocan que existan rastros de residuos aunque sean en concentraciones bajas en los alimentos (p. 281).

- Tóxicos en los transgénicos.

Los alimentos transgénicos son alimentos modificados de forma genética, para hacerlos resistentes a las plagas de insectos, o incrementar las cosechas o para soportar condiciones meteorológicas adversas... Un ejemplo de transgénico sería la bollería industrial ya que contiene azúcar de maíz. (p.281 y 282).

- Radón.

El radón es un gas radiactivo que no tiene color ni olor, proviene de la descomposición natural del uranio, un elemento que se encuentra en casi todos los tipos de suelo, incluso en la roca y el agua. En general, el radón se mueve hacia arriba, a través del suelo, hasta el aire que respiramos. Comparado con el radón que entra en la vivienda a través del suelo, el que entra a través del agua es una fuente de riesgo mucho menor. El gas radón puede entrar en una vivienda a través del agua de pozo o vertiente. Cuando se usa agua para una ducha o para tareas domésticas, partículas de radón penetran en el aire que respiramos. Las investigaciones sobre el radón sugieren que, aunque en menor escala, también existe riesgo de contaminación si se traga agua con un alto contenido de radón. Habitualmente el agua corriente provista por los servicios públicos no presenta problemas, sin embargo si se ha detectado la presencia de

radón en aguas de pozo, depósitos o vertientes. Se estima que en EE.UU. de 15 a 22.000 personas fallecen de cáncer provocados por el radón (García et al, 2002, p. 71).

La cantidad media de radón por metro cúbico de aire en las casas de España es de 24 Bq, es decir, la cantidad de radón es tal que 24 átomos se desintegran cada segundo en cada metro cúbico de aire (Dorado, 2010, p. 13).

- Isótopos radiactivos.

El incidente de Chernobyl ha demostrado la rapidez con la que los isótopos se introducen la cadena de alimentos; aumentando los niveles de radiación casi de forma inmediata. La contaminación radioactiva produce unas cosechas con un aumento de radiactividad durante años y los animales alimentados con estos pastos contaminados con isótopos, como estroncio-90, lo acumularán en sus tejidos, y pasará a los carnívoros cuando sean comidos por estos. Hay diferentes tipos de isótopos radiactivos, a continuación explicaremos aquellos que pueden influir peligrosamente en la salud:

- El plutonio, con una vida media de 24.000 años, es el isótopo más peligroso producido por un reactor nuclear.
- El yodo radioactivo, I-131, compite con el suministro del yodo normal de la dieta, y se concentra y acumula en la glándula tiroides. El yodo radioactivo tiene una vida media corta de unos 8 días y supone una amenaza para las personas directamente expuestas a un escape radioactivo. La concentración y almacenamiento de este isótopo incrementa el riesgo de mutación de las células tiroideas, y el

incremento de cáncer. También puede provocar el deterioro rápido de la función tiroidea.

- Estroncio-90 se acumula en la cadena de alimentos desde los experimentos con armas radiactivas, y se concentra en los esqueletos de animales y peces. La lenta acumulación de este isótopo con una vida media de unos 20 años, puede anticipar un incremento de las mutaciones en huesos y médula ósea, aumentando la incidencia de cánceres óseos y leucemias. Los suplementos de calcio podrían competir con estroncio-90 y reducir su almacenamiento.
- El calcio-45 también es producido por la fisión nuclear; con una vida media de 164 días, aunque menos preocupante supone un motivo adicional para la suplementación de la población expuesta a la contaminación radioactiva.
- Cesio-137, con una vida media de 33 años, también es preocupante, ya que se distribuye por todo el organismo, sustituyendo al potasio (García et al, 2002, p. 74).

Radiactividad

El descubrimiento de los rayos X por Roentgen en 1896 y el del Radio por los esposos Curie en 1898, hizo que la radiactividad se popularizará por su uso en las aplicaciones médicas. Seguido a esto, vino un periodo en el que éste término quedó olvidado hasta 1945, con las explosiones atómicas de Hiroshima y Nagasaki con las que volvió a un primer plano. En 1973 con la crisis del petróleo y la limitación de fuentes energéticas, surgió la necesidad de utilizar la energía nuclear (Ruipérez, 1979, p. 7).

Según Hewitt (1998) la radiactividad forma parte de nuestro entorno, es la fuente de calor de la Tierra y mantiene su interior fundido. Hay que evitar en medida de lo posible exponerse a cualquier tipo de radiación. La mayor parte de la radiación a la que estamos expuestos es de origen natural, de bajo nivel radiactivo y es inevitable su exposición. Esta radiación existe antes que la especie humana, por ello es una radiación que tolera nuestro organismo. La mayor parte de la radiación a la que estamos expuestos está compuesta por núcleos atómicos provenientes del Sol, las estrellas y otros objetos astronómicos, es llamada radiación cósmica. El campo magnético de la Tierra y la atmósfera son los que nos protegen en mayor parte de este tipo de radiación. A mayor altitud la radiación es más intensa.

Kane y Sternheim (1991) afirman que existen tres tipos de radiactividad α (alfa), β (beta) y γ (gamma).

- Las partículas alfa están cargadas de forma positiva y su penetración en la materia es de poca intensidad.
- Las partículas beta, están cargadas de forma negativa teniendo mayor penetración en la materia.
- Los rayos gamma son neutros y penetran profundamente en la materia. Se pensó que podrían sustituir a los rayos X, pero es tal su capacidad de penetración que atravesaba

los huesos y no daba ninguna información interesante. Es la más peligrosa de todas las radiaciones.

Hacia principios del siglo XX, se advirtió que tanto los rayos X como la radiación nuclear podían provocar quemaduras en la piel, pero aún no se sabía que también podían producir cáncer. “Cuando la radiación atraviesa células vivas, esta incide en las estructuras de las moléculas alterándolas o perjudicándolas, pudiendo llevar a un mal funcionamiento o la destrucción de las células. En último grado puede producir hasta la muerte del organismo” (Kane y Sternheim, 1991, p. 723). Las células que están reproduciéndose, en crecimiento o multiplicándose son más sensibles a las radiaciones, hecho descubierto por Bergonie y Tribondeau, en 1906. Esto fue utilizado para luchar contra las células cancerígenas, mediante radioterapia, ya que dichas células se reproducen con mayor rapidez que las células sanas, por lo tanto, tienen mayor nivel de vulnerabilidad a la radiación.

Expone Mans (2011) que en el Sistema Internacional de unidades se define el becquerel (Bq) como la unidad de actividad radioactiva, esto es equivalente a 1 desintegración atómica por segundo. Antes dicha unidad se denominaba curie (Ci).

Estas unidades no dan información sobre la cantidad total de dosis absorbida por un cuerpo. Por eso se ha definido el gray (Gy), como unidad para medir la dosis absorbida de radiación ionizante. Anteriormente se usaba otra unidad de medida denominada, rad.

No incide de igual manera una dosis de radiación recibida a través de rayos gamma o X, que la misma dosis recibida pero a través de neutrones protones o radiación alfa que tienen efectos más nocivos. Debido a esto, se tuvo que inventar otra unidad, denominada sievert (Sv), que hace referencia a la dosis equivalente de radiación ionizante. Precedentemente se usaba otra unidad, designada rem.

1 Sv = 100 rem

“En protección radiológica es más frecuente hablar de la milésima parte de esta unidad, el miliSievert (1 mSv = 0,001 Sv) y de la millonésima parte de esta unidad, el microSievert (1 μ Sv= 0,000.001 Sv)” (Dorado, 2010, p. 13).

Como menos profundidad en el estudio se ha definido otra unidad de dosis radiactiva: la dosis equivalente en plátanos (BED o Banana Equivalent Dosis). Se ha determinado que los plátanos contiene una cierta cantidad de potasio, una pequeña parte del cual es potasio-40, sustancia radiactiva. También son moderadamente radiactivas las judías, los huevos, las pipas, los aguacates y las nueces que provienen de Brasil.

Según Kane y Sternheim (1991), hasta los años veinte nos se establecieron las primeras medidas desde el gobierno sobre las exposiciones a la radiación. El Consejo Nacional de Protección de la Radiación de los Estados Unidos estableció unos límites de la dosis máxima permisible (DMP) para aquellas personas que estuvieran expuestas a cualquier fuente de radiación artificial, exceptuando las de carácter médico. La DMP ha sido bajada en reiteradas ocasiones a medida que se han ido conociendo nuevos efectos perjudiciales de la radiación. La DMP para los trabajadores relacionados con la radiación es de 2 y 5 rems (Dorado, 2010, p. 12). No se permite que ningún dispositivo o actividad productora de radiación, como relojes, aparatos de TV o reactores nucleares, produzca por sí solo más que una pequeña parte de la DMP.

La radiación tiene centenares de aplicaciones en la agricultura y en la industria. Esta se ha utilizado para producir mutaciones en las plantas, lo que ha permitido conseguir variedad mejoradas de muchos tipos de cosechas. En agricultura, los investigadores añaden indicadores radiactivos a los fertilizantes antes de suminístraselo a las plantas, para saber la cantidad de fertilizantes que absorben estas, para saber cuánto fertilizante se debe usar.

Aparato SOEKS

Para medir la radiactividad en los alimentos, el departamento de zoología de la Universidad de Sevilla nos ha ofrecido el aparato en concreto mediante el servicio de préstamo. El aparato utilizado para la realización del estudio es denominado, contador Geiger Soeks-01M. Puede alimentarse mediante 2 pilas AAA alcalinas o recargables, también se puede cargar mediante su puerto Mini USB en una conexión a un ordenador o alimentador. Cuenta con autonomía de utilización sin interrupción de 10 horas. Las dimensiones de este aparato son 105x43x18mm y su peso es de 53 gramos. Consta con una pantalla de 128*160 pixels de color TFT.

El contador de radiactividad ofrece para su utilización la elección de dos idiomas: el ruso y el inglés. Este aparato detecta la radiación beta y gamma, la unidad de medida de radiación puede ser indicada en microR/h (Roentgen o Rem) o microSv/h (Sievert) y dichos valores de medición se pueden mostrar en modo numérico y gráfico. El rango en el que este aparato mide la radiación es 0.03 – 100 mSv/h o 3 – 10000 mR/h. La toma de medida se efectúa cada 20 segundos y los niveles de radiación se pueden clasificar en:

- Si es inferior a 40 mcR/h, la pantalla indicará “NORMAL RADIACIÓN” en fondo verde.
- Si es entre 40 y 120 mcR/h, indicará “HIGH RADIACIÓN” sobre un fondo amarillo.
- Si es superior a 120 mcR/h, indicará “DANGEROUS RADIACIÓN” sobre un fondo rojo lo que indica un nivel peligroso de radiactividad.

Da la posibilidad de programar un valor límite que al ser sobrepasado el aparato avisa con una señal acústica o visual (PCE Ibérica S.L., 1999).

Figura 1

Aparato Geiger Soeks- 01M



PCE Ibérica S.L. (1999). Recuperado de: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-radiacion/contador-geiger-Soeks-01M.htm>

Funcionamiento

En primer lugar, tras encender el aparato y seleccionar el menú “measure”, pasado unos segundos se efectuará la medida y el nivel de peligrosidad de radiactividad en el ambiente. Seguidamente acercamos el aparato a algunos metros del objeto que queremos medir (en nuestro caso, del alimento) y efectuaremos una primera medida. A continuación se acerca lo más posible al alimento y se efectúa una segunda medida. Por último se hace la diferencia

entre las dos medidas para obtener el nivel de radiactividad, conviene repetir varias veces la medición y calcular la media para mayor precisión.

Estudio

Tabla 7

Menú agosto escuela de verano

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES 1	JUEVES 2	VIERNES 3
		Macarrones Merluza con ensalada Pera	Potaje alubias Queso fresco con ensalada Pera	Crema de verduras Bacalao con guisantes Yogurt
LUNES 6	MARTES 7	MIÉRCOLES 8	JUEVES 9	VIERNES 10
Lentejas Merluza con ensalada Ciruela	Arroz con tomate y atún Salchichas Nectarina	Potaje garbanzos Tilapia con ensalada Nectarina	Ensalada de pasta Empanada de pollo Melocotón	Puré de verduras Filete de cerdo con zanahoria y ensalada Yogurt
LUNES 13	MARTES 14	MIÉRCOLES 15	JUEVES 16	VIERNES 17
Garbanzos con bacalao Ensalada Melocotón	Crema de verduras Salchichas guisadas con cebolla Plátano		Macarrones Tilapia con guisantes Plátano	Sopa de arroz Varitas de merluza con ensalada Yogurt
LUNES 20	MARTES 21	MIÉRCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24
Lentejas Albóndigas de ternera con tomate y judías verdes Nectarina	Patatas guisadas con verduras Bacalao con tomate y ensalada Melocotón	Potaje de garbanzos Tortilla francesa con ensalada Manzana	Arroz tres delicias Merluza con ensalada Melocotón	Crema de verduras Lomo a la Sajonia con zanahoria Pera
LUNES 27	MARTES 28	MIÉRCOLES 29	JUEVES 30	VIERNES 31
Macarrones Pollo con ensalada Melocotón	Lentejas Pollo con guisantes Manzana	Arroz con tomate y atún Tortilla de patatas Plátano		

Nota: Tomada Catering Luis Sosa Rodríguez

Hemos efectuado un estudio durante 1 mes, concretamente en el mes de agosto, en el comedor que servía la comida en la Escuela de Verano que se lleva a cabo en El Viso del Alcor. La unidad de medida utilizada para este estudio ha sido microSv/h (Sievert).

Tabla 8

Estudio, menú agosto escuela de verano

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES 1	JUEVES 2	VIERNES 3
		Macarrones 0.14 Merluza con ensalada 0.11 Pera 0.12	Potaje alubias 0.12 Queso fresco con ensalada 0.11 Pera 0.12	Crema de verduras 0.12 Bacalao con guisantes 0.13 Yogurt 0.15
LUNES 6	MARTES 7	MIÉRCOLES 8	JUEVES 9	VIERNES 10
Lentejas 0.13 Merluza con ensalada 0.11 Ciruela 0.12	Arroz con tomate y atún 0.13 Salchichas 0.17 Nectarina 0.10	Potaje garbanzos 0.11 Tilapia con ensalada 0.12 Nectarina 0.10	Ensalada de pasta 0.14 Empanada de pollo 0.13 Melocotón 0.11	Puré de verduras 0.11 Filete de cerdo con zanahoria y ensalada 0.13 Yogurt 0.15
LUNES 13	MARTES 14	MIÉRCOLES 15	JUEVES 16	VIERNES 17
Garbanzos con bacalao 0.13 Ensalada 0.12 Melocotón 0.15	Crema de verduras 0.13 Salchichas guisada con cebolla 0.13 Plátano 0.15		Macarrones 0.14 Tilapia con guisantes 0.13 Plátano 0.15	Sopa de arroz 0.11 Varitas de merluza con ensalada 0.11 Yogurt 0.09
LUNES 20	MARTES 21	MIÉRCOLES 22	JUEVES 23	VIERNES 24
Lentejas 0.13 Albóndigas de ternera con tomate y judías verdes 0.12 Nectarina 0.12	Patatas guisadas con verduras 0.13 Bacalao con tomate y ensalada 0.13 Melocotón 0.14	Potaje de garbanzos 0.12 Tortilla francesa con ensalada 0.15 Manzana 0.16	Arroz tres delicias 0.12 Merluza con ensalada 0.11 Melocotón 0.14	Crema de verduras 0.12 Lomo a la Sajonia con zanahoria 0.13 Pera 0.14
LUNES 27	MARTES 28	MIÉRCOLES 29	JUEVES 30	VIERNES 31
Macarrones 0.14 Pollo con ensalada 0.14 Melocotón 0.12	Lentejas 0.15 Pollo con guisantes 0.11 Manzana 0.13	Arroz con tomate y atún 0.11 Tortilla de patatas 0.11 Plátano 0.13		

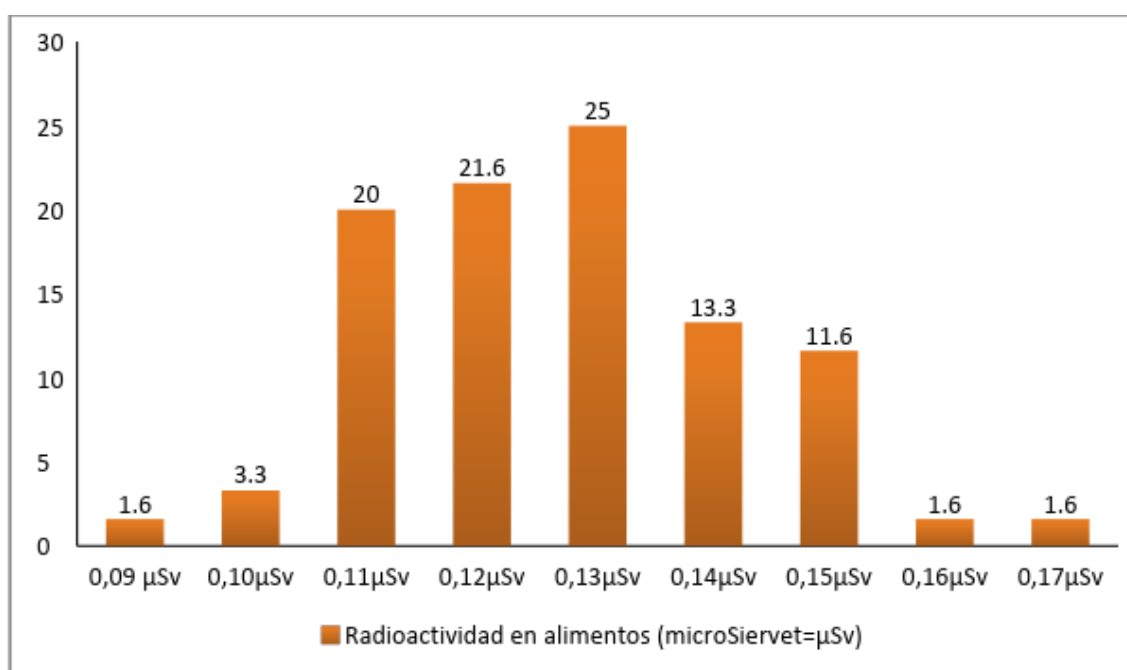
Nota: Elaboración propia.

Resultado y conclusión de estudio

Tras la investigación realizada en el comedor, hemos comprobado que los alimentos que brinda el catering a los escolares se encuentran bajo el umbral de radiactividad considerado como peligroso para el ser humano. Dichas medidas se pueden observar en la siguiente gráfica:

Figura 2

Gráfica sobre la radiactividad en los alimentos



Nota: Elaboración propia.

Para poder comprender la tabla debemos volver a mencionar que las medidas de radiactividad en los alimentos se han llevado a cabo a partir del contador Geiger Soeks-01M., tomando como unidad de medida el microSiervet(μSv):

$$1 \mu\text{Sv (microSiervet)} = 0,000.001 \text{ Sv}$$

$$1 \text{ mSv (miliSiervet)} = 0,001 \text{ Sv}$$

$$1 \text{ Sv (Siervet)} = 100 \text{ rem}$$

1 Rem= 1.000.000 microR

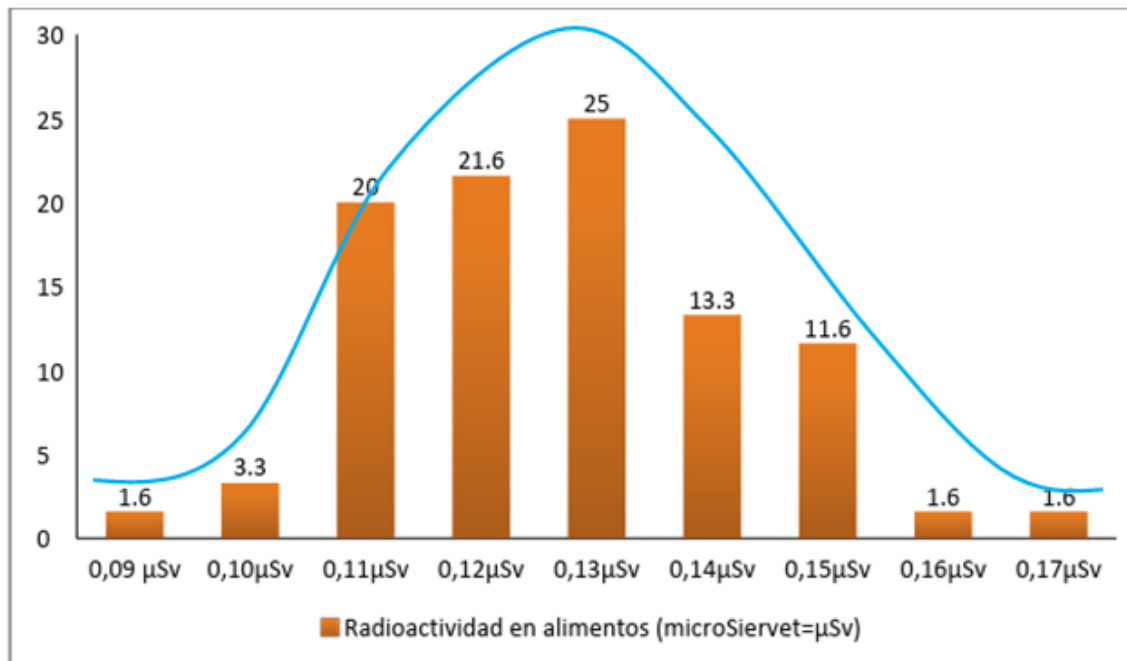
1 μ Sv= 100 microR

Para conocer los niveles de radiación se pueden clasificar en:

- * Si es inferior a 40 mcR/h, la pantalla indicará “NORMAL RADIACIÓN” en fondo verde.
- * Si es entre 40 y 120 mcR/h, indicará “HIGH RADIACIÓN” sobre un fondo amarillo.
- * Si es superior a 120 mcR/h, indicará “DANGEROUS RADIACIÓN” sobre un fondo rojo lo que indica un nivel peligroso de radiactividad.

Una vez indicados los niveles y medidas sobre la radiactividad, se puede validar que todas las medidas realizadas en los alimentos se encuentran bajo el nivel de radiación alto, siendo inferiores a 40 mcR/h. Por lo que la contaminación radioactiva no afecta a los alimentos ofrecidos de dicho comedor.

Nos parece interesante mencionar que la gráfica representada anteriormente consiste en un diagrama de barras que relaciona el carácter cualitativo “tipo de alimento” en el eje horizontal, con la variable “medidas de radiactividad” determinadas experimentalmente indicadas sobre el eje vertical. Distribuidas las muestras de menor a mayor nivel radiactivo, podemos apreciar que el referido diagrama sigue un perfil de tipo normal, “campana” o de Gauss de forma aproximada. Algunos alimentos muestran en un extremo valores reducidos en las medidas y en el extremo opuesto otros alimentos mostraron los valores mayores. El nivel de radiactividad está claro que depende de la composición de cada alimento, y probablemente del origen dónde fueron elaboradas o procesadas sus materias primas como tipo de suelo para alimentos vegetales, medio marino, etc.

Figura 3*Gráfica campana de Gauss*

Nota: Elaboración propia.

Interpretamos que los alimentos que miden radiactividad de 0,13 μSv son los más comunes de la tabla, por ese motivo se encuentran en la zona central de la curva. En los extremos los menos comunes midiendo en uno 0,09 μSv y en el otro 0,17 μSv. Los alimentos referentes a cada medida son los siguientes:

1. 0,09 μSv: Yogurt
2. 0,10 μSv: Nectarina
3. 0,11 μSv:
 - Varitas de merluza
 - Sopa de arroz
 - Pollo con guisantes
 - Arroz con tomate y atún
 - Tortilla de patatas

Potaje de garbanzos

Puré de verduras

4. 0,12 μ Sv:

Pera

Melocotón

Ciruela

Potaje de alubias

Crema de verduras

Tilapia

Albóndigas de ternera con tomate y judías verdes

Arroz tres delicias

Ensalada

5. 0,13 μ Sv:

Bacalao con guisantes

Lentejas

Filete de cerdo con zanahoria

Garbanzos con bacalao

Empanada de pollo

Crema de verduras

Salchichas guisadas con cebolla

Tilapia con guisantes

Lentejas

Bacalao con tomate

Patatas guisadas con verduras

Lomo a la sajonia con zanahoria

Manzana

Plátano.

6. 0,14 μ Sv:

Macarrones

Ensalada de pasta

Melocotón

Pera

Pollo

7. 0,15 μ Sv:

Yogurt

Melocotón

Plátano

Tortilla francesa

8. 0,16 μ Sv: Manzana.

9. 0,17 μ Sv: Salchichas.

Algunos de los alimentos analizados fueron medidos conjuntamente, debido a que la muestra que el catering nos proporcionaba venía en ocasiones ya mezclada. Por lo que aparecen en la lista anterior ambos alimentos con la misma medida, como en el caso de las patatas guisadas con verduras o los garbanzos con bacalao.

Según Martínez (2003) en la actualidad, tanto en el ámbito nacional como en el internacional dudamos de un sistema seguro y eficiente de vigilancia y comunicación sobre seguridad de los alimentos. Estos sistemas tienen deficiencias o no cubren todos los nuevos elementos de adulteración o contaminación alimentaria, en nuestro caso las medidas y control de la radiactividad en los alimentos no cubre la suficiente demanda. Si no se vigila adecuadamente toda la cadena alimentaria pueden pasar inadvertidos determinados riesgos.

Los alimentos pueden ser medio de transporte para diversos productos químicos implicados en sus procesos de producción e incluso podrían ser vehículo de agentes de tipo físico, como podría ser una contaminación por un elemento radiactivo. Esta situación está favorecida por la “globalización” de las industrias alimentarias y el origen exótico y no controlado sanitariamente de determinadas materias primas.

“Los sistemas de vigilancia alimenticia, en Europa en general y en España en particular, son consistentes, no obstante es tan compleja y dispersa la cadena alimentaria que no es posible asegurar una vigilancia completa y una consiguiente seguridad total” (Martínez, 2003, p. 176)

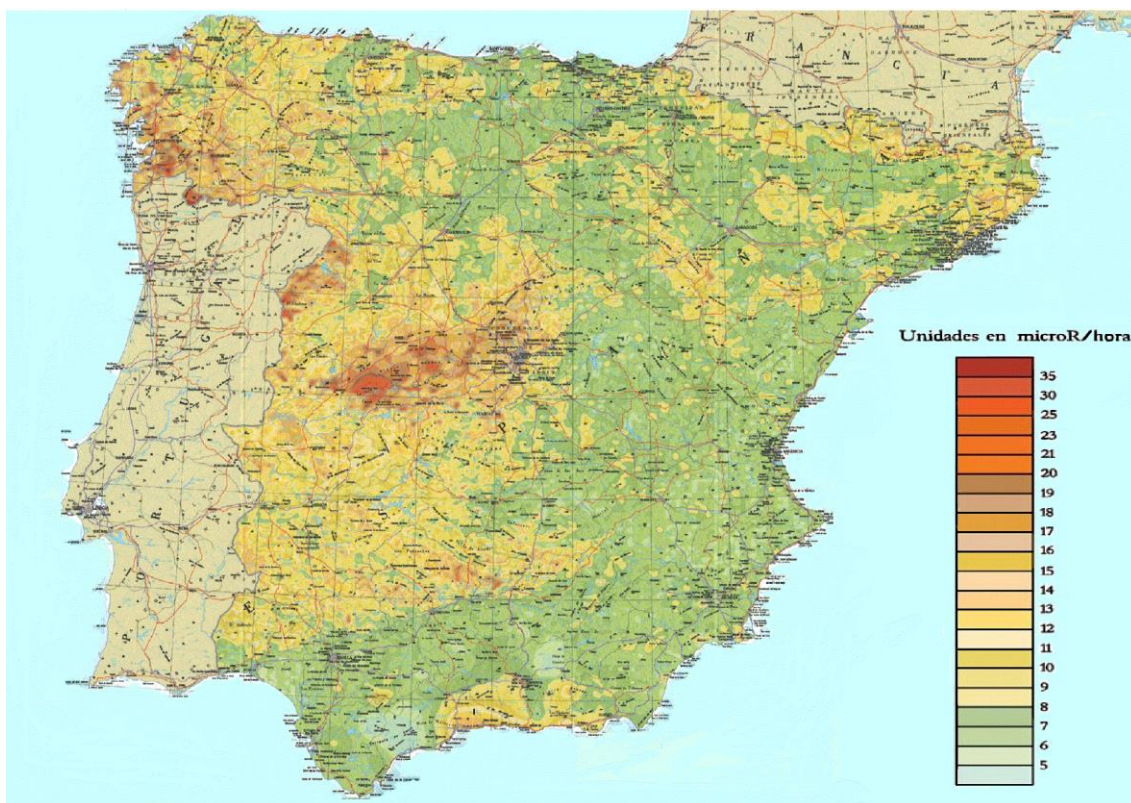
En el caso de la contaminación radiactiva que hemos analizado a través del estudio y control de alimentos de un comedor escolar podemos comprobar cómo las medidas se encuentran bajo el umbral de peligrosidad para el ser humano. Estos datos pueden explicarse principalmente, debido a que distancia de la zona que investigamos se encuentra fuera del radio afectado por actividad nuclear, o de cementerio de residuos radiactivos. A continuación, mostramos un mapa de España donde se muestra la radiación gamma natural, en el cual podemos observar las poblaciones con alta radiactividad sombreadas de color rojo, degradando el color hasta llegar a las zonas de baja radiactividad sombreadas de color verde, como se puede comprobar en la escala de la parte posterior derecha. Dichas medidas de radiación natural se muestran mediante unidades en microSiervet.

Este mapa es el resultado de un proyecto de I+D de colaboración entre el CSN y ENUSA que evalúa los niveles de radiación gamma natural en España. Satisface las directrices del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de la Unión Europea sobre la conveniencia de disponer de mapas de radiación natural para poder evaluar niveles de radiación y sus posibles incrementos respecto del fondo natural.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), único organismo competente en España en esta materia, establece los principios, criterios y normativa que regulan la seguridad nuclear. Su actividad reguladora abarca todas las fases de la vida de las instalaciones nucleares: ubicación, proyecto, control y correcto funcionamiento, y desmantelamiento, incluidas las actividades del ciclo del combustible nuclear, que se lleva a cabo en España.

Figura 4

Mapa de radiactividad natural en España



Consejo de seguridad Nacional (s.f). Recuperado de: <https://www.csn.es/mapa-de-radiacion-gamma-natural-marna-mapa>

Comprobando los resultados obtenidos a través del estudio con el aparato Geiger, algunos alimentos presentan datos por debajo del umbral de radiactividad considerada como peligrosa para el ser humano. Los datos coinciden con los del mapa para la zona de Sevilla, debido a que dicha zona se encuentra sombreada de color verde, lo que significa que este foco de

población se sitúa fuera de la zona afectada por radiactividad natural. Cabe destacar que dichos resultados no pueden resultar seguros con exactitud, ya que algunos de los alimentos en los que se ha llevado a cabo el estudio, probablemente no sean autóctonos de la región de Sevilla. Por lo que tal estudio, no puede demostrar la asociación entre riesgo y exposición.

Tal como se señala en el informe CiMA (Científicos por el Medio Ambiente), los efectos sobre la salud y el medio ambiente producidos por las radiaciones ionizantes de las centrales y el conjunto de la actividad industrial nuclear son de muy compleja evaluación debido, entre otras razones, a la dificultad de estudiar su incorporación en la cadenas tróficas, la reconstrucción de las dosis de exposición de las poblaciones objeto de estudio, así como por la variedad de las respuestas biológicas que se producen. No obstante, existe una notable evidencia científica de los múltiples riesgos para la salud y el medio ambiente asociados a la exposición a radiaciones ionizantes como resultado de los centenares de accidentes e incidentes nucleares producidos en todo el mundo durante más de cincuenta años, que han ocasionado miles de víctimas y afectados. (Farré y Arnal, 2011, pp. 27- 28)

Farré y Arnal (2011) afirman que desde el punto de vista científico, no es posible en la actualidad estimar una dosis por debajo de la cual las radiaciones ionizantes no produzcan efectos patológicos. Es importante señalar que, en este caso, la relación causa-efecto no es de tipo lineal, sino que depende de múltiples factores: la intensidad y la naturaleza de la fuente de radiación, la dosis total recibida, la duración temporal de la exposición, la edad de la población expuesta o la susceptibilidad individual, etc. Puede decirse, por tanto, que no existe una dosis de radiación que sea segura. Aún así, es preciso aplicar el principio de precaución que puede invocarse cuando es urgente intervenir ante un posible peligro para la salud humana, animal, vegetal o biológica en general, o cuando se requiere proteger el medio ambiente.

¿Pero cómo controlar o proponer medidas de prevención si la solución no esté en nuestras manos?

Conclusión

A modo de conclusión, según Gutiérrez (2009) el espanto que provoca el tema nuclear pasa desapercibido por las campañas que proponen los gobiernos en la construcción de nuevas centrales nucleares debido a la necesidad y demanda de energía para afrontar la crisis. Recordamos Chernóbil y Fukushima como algo ya pasado, sin reconocer que las secuelas de la catástrofe continúan siendo iguales o mayores que al principio de dichos sucesos.

La estrategia del «lobby» nuclear implica un cambio en la actuación y en el mensaje, las actuaciones económicas han seguido una estrategia más elaborada. En lugar de proponer proyectos de nuevas centrales nucleares en los países industrializados, donde se construyó la mayor parte del parque nuclear de los años setenta y ochenta, y donde existen amplios sectores sociales con información sobre los impactos de la energía nuclear, las propuestas se concentran en las denominadas economías «emergentes» o «de crecimiento rápido»; se trataba de conseguir compromisos de construcción de centrales en países pobres con expectativas de crecimiento económico (China, India, Rusia, Corea, etc.), para presionar luego al resto con un mensaje de urgencia sobre la necesidad de construir nucleares para «no perder el tren», usando el recurso al «atraso», la «falta de competitividad». (Gutiérrez, 2009, p.4)

Sería deseable que los organismos competentes informasen mejor a la población sobre el estado de los controles en materia de este tipo de contaminación evitando así cualquier grado de alarma social.

Referencias bibliográficas

- Consejería de Educación, Cultura y Deporte. (2012). Los programas de Hábitos de Vida Saludable en Andalucía. *Andalucía Educativa*. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/web/revista-andalucia-educativa/contacto/-/noticia/detalle/programas-educativos-para-la-promocion-de-habitos-de-vida-saludable-1>
- Dapcich, V., Salvador Castell, G., Ribas Barba, L., Pérez Rodrigo, C., Aranceta Bartrina, J., & Serra Majem, L. (2004). *Guía de la alimentación saludable*. Madrid, España: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.
- De la Lengua Española, R. A. (1992). *Diccionario de la real academia de la lengua española*. Madrid, España: RAE. Recuperado de <http://dle.rae.es/srv/search/search?w=alimentos>
- Farré, E. R., & Arnal, S. L. (Marzo, 2011). ¿Por qué Chernóbil no fue la última advertencia? *Rebelión. org*. Recuperado de <http://www.attacmadrid.org/wp/wp-content/uploads/Chern%C3%B3bil-Arnal.pdf>
- García, J. O., i Tortajada, J. F., Martín, A. O., Andreu, J. L., Conesa, A. C., & i Castell, J. G. (2002). Contaminantes medio-ambientales en la alimentación. *Pediatr Integral, volumen (5)*, 69-71. Recuperado de <http://www.afanion.org/documentos/Contaminantes%20medioambientales%20en%20la%20alimentaci%C3%B3n.pdf>
- García, Puy. (2007). *Alimentación saludable. Alimentarse bien para vivir mejor*. Madrid, España: Dastin Export, S.L.
- Guerrero, J.G. (2010). *PCE Ibérica S.L.* Albacete: PCE Instruments. Recuperado de <https://www.pce-iberica.es/hoja-datos/hoja-datos-contador-geiger-soeks-01m.pdf>
- Gutiérrez, M. M. (2009). Un análisis de la ofensiva pro nuclear. *Crisis y respuestas en la red: anuario de movimientos sociales*. Recuperado de <http://fundacionbetiko.org/wp-content/uploads/2012/11/Un-an%C3%A1lisis-de-la-ofensiva-pro-nuclear.pdf>
- Hedo, E. B. (2011). Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición.(BOE núm. 160, de 6 de julio de 2011). *Actualidad Jurídica Ambiental*, (5), 16-17.

Recuperado de <http://www.actualidadjuridicaambiental.com/legislacion-al-dia-estado-seguridad-alimentaria/>

- Hewitt, P. G. (1998). *Física conceptual*. Naucalpan de Juárez, México: Addison- Wesley Iberoamericana
- Kane, J. W., & Sternheim, M. M. (1991). *Física*. Barcelona, España: Ed. Reverté, S. A.
- Mans, C. (2011). ¿Cómo se mide la radiactividad y cuales son sus efectos? *Investigación y ciencia*. Recuperado de <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/24/posts/nuclear-3-cmo-se-mide-la-radiactividad-y-cules-son-sus-efectos-10297> “Consulta: octubre de 2018”
- Marcos, A., Toledano, F. L., del Moral, A. A. M., de Victoria Muñoz, E. M., Martínez, G. P., Segura, C. P.,... & Casamayor, P. B. (2014). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) sobre objetivos y recomendaciones nutricionales y de actividad física frente a la obesidad en el marco de la Estrategia NAOS. *Revista del Comité Científico de la AESAN, volumen (19)*, 95-209. Recuperado de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/RECOMENDACIONES_ACTIVIDAD_FISICA.pdf
- Martínez, C. V., Blanco, A. I. D. C., & Nomdedeu, C. L. (2005). *Alimentación y nutrición: manual teórico-práctico*. Madrid, Buenos aires: Ediciones Díaz de Santos.
- Martínez, L. M. V. (2003). Riesgos sanitarios. *Cuadernos de estrategia*, (120), 161-196.
- Mondéjar, R. (2017). *La contaminación ambiental en el derecho alimentario* (Tesis doctoral). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/83599304.pdf>
- Perseo, P. (2008). *Guía de comedores escolares*. España: Ministerio de sanidad y consumo. Recuperado de http://www.vnutritionconsulting.com/files/guia%20comedores%20escolares_%20programa%20perseo.pdf
- Ruipérez, L. G. (1979). *Radiactividad y medio ambiente*. Oviedo, España: Universidad de Oviedo.

Servan-Schreiber, D. (2008). *Anticancer. A way of life*. Pozuelo de Alarcón, Madrid: Espasa Calpe, S.A

Anexos

Anexo A



Alimentación:

El contador Geiger puede alimentarse mediante 2 pilas AAA alcalinas o recargables.

Desde el menú hay que indicar el tipo de pilas para su correcto control de carga.

Se pueden cargar mediante su puerto Mini USB en una conexión a un ordenador o alimentador. (La longitud máxima del cable Mini USB es de 3m. Cable no proporcionado.)

ATENCIÓN:

no conectar el contador Geiger al ordenador si hay pilas no recargables en el interior.

Para encender el GEIGER mantener el botón central presionado hasta que la pantalla se enciende. Para apagar el GEIGER mantener el mismo botón presionado.

Indicaciones de la pantalla (parte superior)

1/ Indicador de posición

2/ Diagrama que muestra la radiactividad durante los minutos anteriores. El diagrama se desplaza de derecha a izquierda y la altura de las barras indican el nivel de la radiación. Pueden ser azules, amarillas o rojas.

3/ Indicador USB

4/ Indicador batería

5/ Indicador de actividad



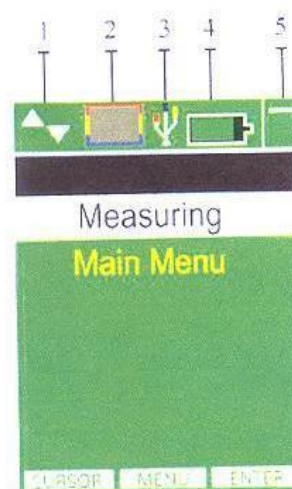
La lista supera el límite inferior de la pantalla



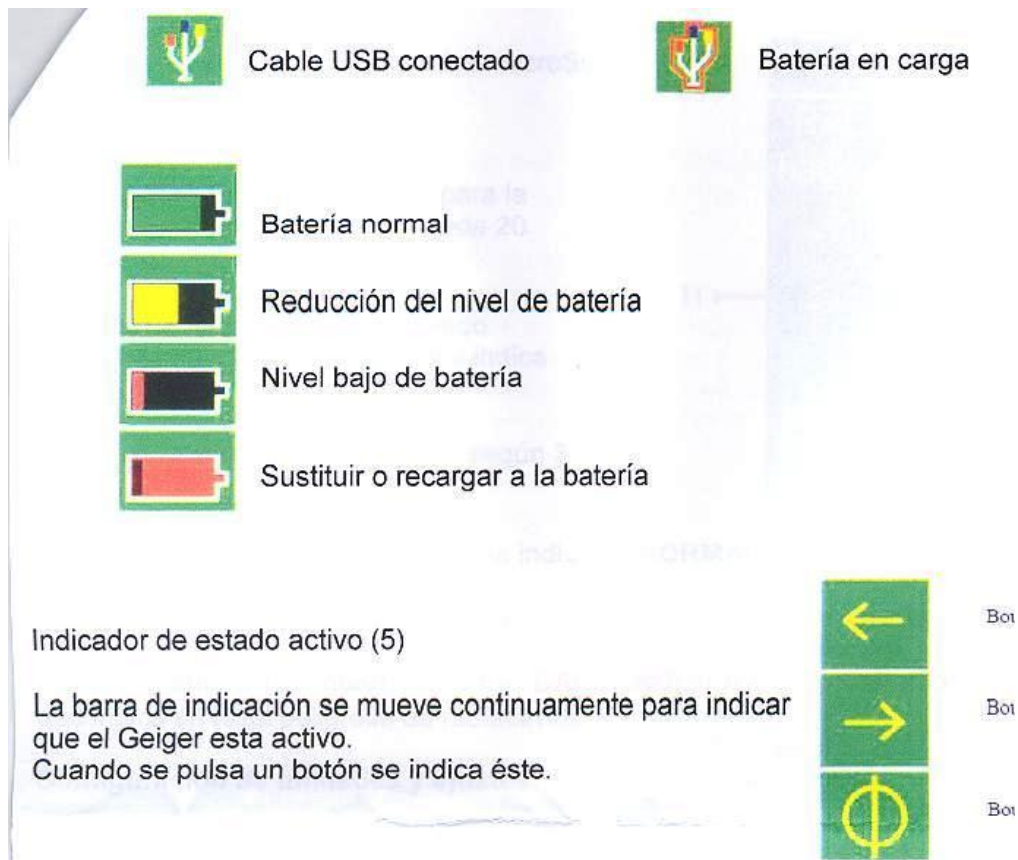
La lista supera el límite superior de la pantalla



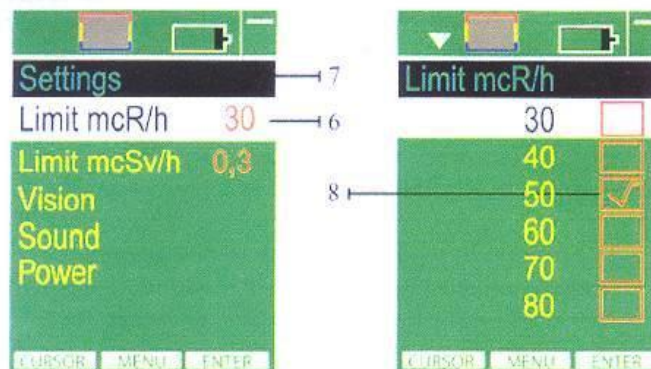
La lista supera el límite inferior y superior de la pantalla



Anexo B



Pantalla de navegación



La línea seleccionada aparece en fondo blanco.

7/ Indicación de la opción en la cual se se encuentra, aparece en fondo negro

8/ Indicación de selección mediante un signo de confirmación.

Anexo C

Pantalla de medida

Unidad de medida en microR/h o microSv/h

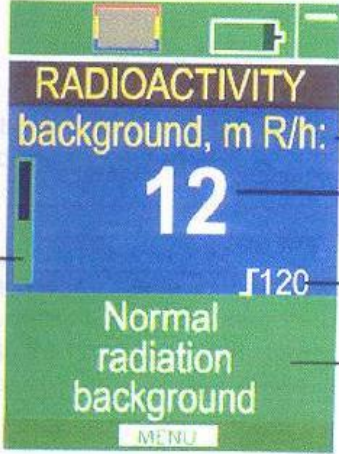
10/ Nivel de alarma activado.

11/ Indicador del próximo plazo para la medida. La medida se efectúa cada 20 segundos.

12 Nivel de radiación actual medido. En la primera medición la pantalla indica "MEASURING"

13 Mensaje relativo a la radiación según 3 niveles:

- Si es inferior a 40 mcR/h, la pantalla indicará "NORMAL RADIACIÓN" en fondo verde
- Si es entre 40 y 120 mcR/h, indicará "HIGH RADIACIÓN" sobre un fondo amarillo
- Si es superior a 120 mcR/h, indicará "DANGEROUS RADIACIÓN" sobre un fondo rojo lo que indica un nivel peligroso de radiactividad.



The image shows a handheld radiation detector's display screen. At the top, there are icons for signal strength, battery level, and a small menu icon. Below these, the word 'RADIOACTIVITY' is displayed in yellow on a black background. Underneath, 'background, m R/h:' is shown in white on a blue background, with the number '12' in large white digits. A vertical bar on the left side of the screen indicates the current radiation level, with a '11' label pointing to it. To the right of the '12', there is a '120' label with a bracket indicating a threshold. At the bottom of the screen, the text 'Normal radiation background' is displayed in white on a green background, with a '13' label pointing to it. A 'MENU' button is visible at the very bottom.

Configuración de unidades y ajustes:

Elección de la unidad de medida entre el Roentgen y el Sievert (100 Roentgen = 1 Sievert)

Idioma: Selección entre el ruso y el inglés

- Nivel mcR/h: Nivel de la alarma en microR/h
- Nivel mcSv/h: Nivel de la alarma en microSv/h
- Visión: Ajuste de las opciones de la pantalla: Ajuste de la luminosidad (LOW = bajo; MEDIO = medio; HIGH = alta)
- Ajuste del tiempo de la retro iluminación (de 1 a 15 minutos) o Always: Selección YES es siempre activo y sobre N se regula según los minutos)
- Tema: Elegir el color de fondo del aparato (GREEN = verde; GRAY = gris; BLUE = azul; WHITE = blanco)
- Sound: Ajuste de las opciones acústicas. Activar el sonido (YES = sí; N = no)
- Sound Tone: Elección del BIP sonoro según 4 posibilidades
- Keypad Tone: Poner el sonido al pulsar los botones (YES = sí; N = no)
- Alarm Sound: Poner el sonido cuando el nivel de alarma se alcanza (YES = sí; N = no)
- Volumen: Ajuste del nivel sonoro (LOW = bajo; MEDIO = medio; HIGH = alto)
- Power: Ajuste de las opciones de alimentación: Poner YES cuando se utilizan pilas recargables o NO cuando se utilizan pilas alcalinas.
- AutoOff: Ajuste del tiempo para la parada automática del aparato (de 1 a 60 minutos)
- AlwaysOn: Selección para la parada del aparato (YES = no se activa automático y sobre N se activa la parada automática según AutoOff, min)

Anexo D

Uso del contador Geiger:

1/Medición de la radiactividad ambiente.

Encender el aparato y seleccionar el menú MEASURE. Esperar unos segundos para que el aparato efectúe la medida y dé el valor así como el nivel de peligrosidad.

2/Medición de la radiactividad de un objeto.

Es necesario en primer lugar ponerse a algunos metros del objeto (lejos de paredes y baldosas) y efectuar una primera medida de referencia. A continuación se pone lo más cerca posible del objeto y se efectúa una segunda medida. Se hace la diferencia entre las dos medidas para tener el nivel de radiactividad del objeto, conviene repetir varias veces la medición y calcular la media para mayor precisión.

3/Medición de la radiactividad de un líquido.

El procedimiento es el mismo que para la medida de un objeto. Es necesario poner el GEIGER sobre el recipiente abierto que contiene el líquido. Para proteger el GEIGER de un contacto con líquido se aconseja envolverlo de una bolsa de plástico.

Características técnicas:

Nivel de indicación en mcSv/h de 0.03 hasta 100 (nivel normal hasta 0,30 mcSv/h)

Nivel de indicación en mcR/h de 3 hasta 10000 (nivel normal hasta 30 micro Rems/hora)

Energía de la radiación gamma de 0.1 MeV

Tiempo de medida cada 20 segundos.

Indicación a la pantalla digital y gráfica

Alimentación 2 pilas AAA o 2 acumuladores recargables Nivel de tensión 1.9V -3.5V

Autonomía de utilización sin interrupción 10 horas

Dimensiones 105x43x18mm

Peso (sin alimentación) 53 gramos.

Pantalla de 128*160 pixels, Color TFT

Temperatura de utilización de -40°C a +60°C. Humedad máxima 90% a +25°C

Para mas información sobre radiactividad: <http://redradxarrad.wordpress.com/>

<https://www.facebook.com/redrad.redvigilanciaradiactiva>