

Actividad de la clase sincrónica 1.

Irradiación de trabajadores en una planta de esterilización.

En este primer encuentro les proponemos empezar a pensar juntos/as una situación problemática.

Para comenzar les pedimos que se presenten compartiendo nombre y apellido junto con la carrera en la que se inscribieron.

Es importante que cada uno escriba en el documento sus propios datos así tenemos registro de su participación.

Nombre	Apellido	DNI	Carrera
Ezequiel	Giacomazzo	44713012	Biotechnología
Lilen	Leyes	42076207	Tecnicatura universitaria en aplicaciones nucleares
Marcos Alejandro	Benitez	36043167	Lic.Desarrollo de software
Julian	Penna	46571974	Programacion
Agustina	Victorino	42567994	Ingeniera en alimentos

La resolución de problemas es una habilidad esencial en cualquier contexto, desde el aula hasta el mundo laboral y la vida cotidiana. En esta materia, exploraremos estrategias, enfoques y técnicas que nos permitirán abordar problemas de manera sistemática y creativa. La resolución de problemas no solo se trata de encontrar respuestas, sino de desarrollar un proceso de pensamiento crítico que nos permita abordar cualquier situación con confianza y eficacia.

Nota: Al final de este documento se encuentra información necesaria para interpretar todo esto, unidades utilizadas, etc. ¡Leamos con atención y discutamos hasta entender esa información que vamos a necesitar!

Situación Problemática:

Una empresa de irradiación industrial, Lim. π -to2, nos pide realizar un estudio que evalúe posibles riesgos laborales para cada trabajador y que hagamos recomendaciones. La empresa trabaja principalmente en la esterilización de implantes y prótesis de uso médico quirúrgico.

En la instalación se trabaja principalmente con fuentes emisoras de rayos gamma y la dosis promedio anual para los empleados es de **15 mSv** estando expuestos 6hs por día hábil. Nos indican que los trabajadores de la planta cuentan con distintas medidas de radioprotección ya que durante sus horas de trabajo están expuestos de cuerpo completo.

Analizaremos los datos extraídos de los contadores de radiación de **uno** de sus empleados para hacer recomendaciones para ese empleado (algo que seguramente haríamos con toda la planta en la realidad):

El empleado **P319** (¡tenemos información anonimizada!) recibió en 2020 una dosis efectiva de **19 mSv**, en 2021 **28 mSv**, en 2022 **17 mSv** y en 2023 **11 mSv**. En 2024, al 6 de marzo, lleva acumulada una dosis efectiva de **12 mSv** y en los registros se señala una exposición inesperada de **600 mGy** distribuido en partes iguales en cara, brazos y piernas. Por el tipo de radiación gamma específico, se sabe que los efectos no van más allá de la superficie (piel y ojos).

Encarar la siguiente actividad a partir de la información proporcionada (ojo, ¡no se olviden de leer y entender los apéndices!):

1. Nuestro encargo es “evaluar” y “hacer recomendaciones” algo que, dicho así nomás, parece poco específico. Intentemos hacer un **planteo claro** del problema. ¿Qué tipo de información podríamos tener que entregarle a la empresa una vez resuelto el “problema” que concierne a este trabajador?
2. ¿Qué necesitamos averiguar? ¿Qué información de la que nos dan es relevante para ese fin?
3. ¿Hay información faltante? ¿Cómo podemos suplirla o estimarla?
4. Intentemos resolver el problema como quedó planteado en 1 y hacer las recomendaciones correspondientes.

Frente a un desafío complejo, suele ser beneficioso descomponerlo en componentes manejables. Estos componentes más pequeños, que podemos llamar **subproblemas**, permiten un enfoque más sistemático y centrado para encontrar una solución al problema general. En este contexto, comprender y abordar eficazmente cada subproblema se vuelve crucial para idear una estrategia integral y exitosa de la resolución de problemas.

5. Teniendo en cuenta la definición de subproblema, intenten reconocer algunos de los que se encontraron en el camino a la conclusión.

Información adicional:

Te dejamos una página web para que sigas explorando acerca de las radiaciones que nos acompañan en la vida cotidiana

<https://www.argentina.gob.ar/cnea/destacados/las-radiaciones-en-la-vida-cotidiana/los-efectos-de-la-radiacion-en-las-personas>

Algunas definiciones:

Radiación: Fenómeno de la liberación de energía en forma de partículas o de ondas electromagnéticas.

Radiación Ionizante: Es el término usado para describir la emisión de energía, tanto en forma de ondas electromagnéticas como de partículas subatómicas, capaces de causar la ionización de la materia. (Es la que al interaccionar con la materia, directa o indirectamente, extrae electrones de sus átomos.)

Tipos de Radiación Ionizante:

Neutrones: Proceden de reacciones de fisión o de reacciones nucleares con otras partículas. Pueden ser muy penetrantes debido a que no tienen carga. Son capaces de producir elementos radiactivos al interaccionar con elementos estables. (¡Este es el tipo de radiación peligrosa emitida durante los accidentes de Chernobyl o Fukushima y por las bombas atómicas!)

Radiación Alfa: Son partículas de carga positiva, análogas a un núcleo de Helio, altamente ionizantes pero pierden su energía en un corto trayecto, son completamente detenidas por una delgada hoja de papel.

Radiación Beta: Son partículas del tamaño de un electrón, con carga positiva o negativa. Tienen un alcance de unos 100 centímetros en el aire.

Radiación Gamma: Pertenece a la gran familia de las radiaciones electromagnéticas, que incluye ondas de radio, luz visible, etc, en forma de *photones*. En el rango de menor energía dentro de los tipos de radiación gamma se distingue en ocasiones un tipo de radiación llamada de *rayos X*, que reconocemos por sus usos en medicina.

Magnitudes dosimétricas:

Dosis Absorbida (D):

La **dosis absorbida (D)** es la energía absorbida/depositada por la radiación al incidir en la masa de un cuerpo. La unidad es el gray (Gy).

La dosis absorbida no nos entrega información del daño que la radiación genera sobre un tejido vivo. Para tener en cuenta la micro distribución de la energía depositada, se define la magnitud de **dosis equivalente (H)**, la cual se calcula multiplicando la dosis absorbida (D) causada por una determinada radiación, por un *factor de ponderación por tipo de radiación* (W_r), que expresa la eficacia de ese tipo de radiación para causar daño biológico en un órgano o tejido. La unidad de este factor W_r es el sievert sobre gray (Sv/Gy) lo que se deduce de que la unidad de dosis equivalente es el sievert (Sv).

$$H = D \cdot W_r$$

Dosis Efectiva (E):

A igualdad de dosis y micro distribución de energía, la probabilidad de inducción de un fenómeno perjudicial es distinto según el tejido que se considere. Por esta razón, la **dosis efectiva (E)**, se define como la suma de las *dosis recibidas* por ciertos órganos (H), multiplicadas por sus correspondientes *factores de ponderación por tipo de tejido* (W_t). La unidad de la dosis efectiva es el sievert (Sv).

$$E = H_1 W_{t_1} + H_2 W_{t_2} + \dots + H_n W_{t_n}$$

Regulación nacional:

Por seguridad de los trabajadores, la **regulación en Argentina** impone un límite de dosis de 100 mSv en cinco años y un máximo de 50 mSv anual para la exposición ocupacional durante la operación normal de una instalación o la realización de una práctica.

Tablas:

Tipo de Radiación Ionizante	W_r
Alfa	20
X, Gamma y Beta	1

Órganos o Tejidos	W_t
Colon	0.12
Esófago	0.05
Gónadas	0.20
Hígado	0.05
Hueso (superficial)	0.01
Mama	0.05
Médula Ósea	0.12
Piel	0.01
Pulmón	0.12
Tiroides	0.05
Vejiga	0.05
Resto (suprarrenales, cerebro, intestino, músculo, páncreas, bazo, timo, útero, globos oculares)	0.05

1) Planteamiento del Problema: Exposición Elevada a Radiación en un Trabajador.

El tipo de información que podríamos entregarle a la empresa una vez resuelto el "problema" que concierne a este trabajador probablemente abarcaría varios puntos.

Primero podría ser referida a *¿Qué sucedió para que el trabajador haya sufrido la exposición inesperada?*.

Cómo evitar o cómo reducir las probabilidades de que esto le suceda a otros trabajadores o trabajadoras, puede ser también un dato relevante. Esto en función de evaluar posibles riesgos y actuar desde la prevención.

2) Los datos relevantes que podemos encontrar son la exposición anual registrada para el trabajador:

2020: 19 mSv

2021: 28 mSv

2022: 17 mSv

2023: 11 mSv

2024 (hasta el 6 de marzo): 12 mSv

Normativa vigente en Argentina:

Límite máximo permitido anual: 50 mSv.

Límite máximo acumulado en 5 años: 100 mSv

En el caso del trabajador, en 5 años lleva 93 mSv de exposición. Si bien no supera los 100 mSv establecidos en Argentina, si continuará a este ritmo durante este año si podría superarlo.

Condiciones laborales:

Exposición de 6 horas diarias.

Medidas de radioprotección implementadas (aunque no detalladas en la información recibida).

El dato de la exposición inesperada de **600 mGy** también es relevante.

Se podría acercar como recomendación revisar las distintas medidas de radioprotección para evaluar si son apropiadas o no para el tipo de exposición.

3) La información faltante para evaluar los posibles riesgos serían:

Saber con qué medidas de radioprotección cuentan los trabajadores, contar con mayores testimonios de distintos contadores de radiación de empleados, además de saber el puesto que ocupan en la empresa y evaluar mediante una proyección en base a nuevos estudios.

Por otro lado, información faltante y relevante es la dosis efectiva y la dosis equivalente, para suplir este faltante se calcula primero la equivalente ($H=0,600 \text{ GY} \times 1 \text{ SV/GY}$) que da como resultado que la eficacia de la radiación fue de 0,600 sv para causar daño en los tejidos. La dosis efectiva ($E=0,600 \text{ sv} \times 0,01 \text{ t1} + 0,600 \text{ sv} \times 0,05 \text{ t2}$) da como resultado que la probabilidad de inducción de la radiación Gamma para los tejidos de la piel y globos oculares fue de 0,036 sv. Estos son datos cuantitativos relevantes para la empresa.

4) Presentación de un informe de la situación individual. ¿Qué falló? ¿Cómo prevenirlo?

Plan de evaluación de las medidas de protección en la fábrica para revisar su pertinencia.
Estado de salud del trabajador tras la exposición. Detallar claramente los datos cuantitativos señalados anteriormente, exposición en mSv máxima en 5 años, fórmulas para calcular dosis efectiva, etc.

5) Subproblemas identificados:

-Un estudio determinado en solo una persona no permite evaluar las medidas de protección y/o efectos secundarios de la radiación, por lo que lo estudiado será referido a un solo trabajador.

-Falta de información clave que se tuvo que calcular

-Determinar la dosis absorbida a partir de la dosis efectiva anual.

-Calcular la dosis equivalente a partir de la dosis absorbida y el tipo de radiación.

-Calcular la dosis efectiva total del empleado.

-Evaluar el riesgo para la salud del empleado en función de las dosis recibidas.

-Determinar la dosis equivalente para la exposición de 600 mGy.

-Evaluar el riesgo de la exposición de 600 mGy, en los organos afectados.

-Realizar un informe claro y conciso para la empresa.

-Proporcionar recomendaciones prácticas y viables para la empresa.

En conclusión sería que se conoce que según el calculo esta llegando casi a los 50 msv en el año 2024 si sigue asi de expuesto

Si a esto se le agrega la radiación gamma 600 mgy en cara brazos y piernas se va a pasar.

Cálculos:

La fórmula para calcular la dosis efectiva (E) en un órgano es:

$$E = H * Wt$$

Donde:

E = Dosis efectiva (mSv)

H = Dosis equivalente (47 mSv)

Wt = Factor de ponderación del tejido

Aquí están los cálculos para cada órgano:

Esófago:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.05 = 2.35 \text{ mSv}$$

Gónadas:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.20 = 9.4 \text{ mSv}$$

Hígado:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.05 = 2.35 \text{ mSv}$$

Hueso (superficial):

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.01 = 0.47 \text{ mSv}$$

Mama:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.05 = 2.35 \text{ mSv}$$

Médula Ósea:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.12 = 5.64 \text{ mSv}$$

Piel:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.01 = 0.47 \text{ mSv}$$

Pulmón:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.12 = 5.64 \text{ mSv}$$

Tiroides:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.05 = 2.35 \text{ mSv}$$

Vejiga:

$$E = 47 \text{ mSv} * 0.05 = 2.35 \text{ mSv}$$

Resumen de resultados:

Esófago: 2.35 mSv

Gónadas: 9.4 mSv

Hígado: 2.35 mSv

Hueso (superficial): 0.47 mSv

Mama: 2.35 mSv

Médula Ósea: 5.64 mSv

Piel: 0.47 mSv

Pulmón: 5.64 mSv

Tiroides: 2.35 mSv

Vejiga: 2.35 mSv

2.35 mSv (Esófago) + 9.4 mSv (Gónadas) + 2.35 mSv (Hígado) + 0.47 mSv (Hueso) + 2.35 mSv (Mama) + 5.64 mSv (Médula Ósea) + 0.47 mSv (Piel) +

5.64 mSv. Esos 33.37 sería la dosis en msv que reciben todos sus órganos efectivamente al año (Pulmón) + 2.35 mSv (Tiroides) + 2.35 mSv (Vejiga) = 33.37 mSv