

Prácticas de contaminación ambiental asociada al uso de tecnología

Adaptadas para Educación Ambiental

Leonel Zúniga



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS

**Manual de
Laboratorio**

Derechos Reservados

Prácticas de contaminación ambiental asociada al uso de tecnología

Adaptadas para Educación Ambiental



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS

Rectora de la UNAH

Julieta Castellanos

Vicerrectora Académica

Belinda Flores

Director de la Editorial Universitaria

Evaristo López Rojas



Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Facultad de Ciencias
Escuela de Biología

Prácticas de contaminación ambiental asociada al uso de tecnología

Adaptadas para Educación Ambiental

Leonel Zúniga

© Editorial Universitaria
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Primera edición, agosto de 2017
ISBN: 978-99979-0-082-1

Autores

Leonel Zúniga

Corrección

Suny Arrazola

Diseño y realización gráfica

Rony Amaya Hernández

Todos los derechos reservados® 2017.

Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones establecidas en las convenciones internacionales y leyes nacionales, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio, incluyendo la reprografía y el tratamiento informático, sin la autorización del autor y de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Ciudad Universitaria, Tegucigalpa, M.D.C.

Presentación

El avance de la tecnología y, especialmente, de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) ha traído grandes beneficios a la humanidad. Sin embargo, es necesario conocer cuáles pueden ser algunos riesgos asociados al uso de tecnologías específicas. El objetivo de este documento es brindar al estudiantado experiencias prácticas, que fortalecerán la comprensión de temas específicos sobre la contaminación ambiental.

La elaboración de este manual es el resultado de varios años de labor docente, revisión bibliográfica, investigación y evaluación de equipos especializados. No podemos más que agradecer a todas aquellas personas que, de una manera u otra, colaboraron con la validación y revisión de esta obra, así como a todos los nombres consultados que han sido tomados como referencia.

La problemática ambiental es muy compleja y diversa, debido en gran parte a la gran variedad de agentes contaminantes que el mismo hombre ha creado o liberado al ambiente. La contaminación por ruido, y la contaminación por radiaciones son sólo ejemplos importantes de la temática de la contaminación ambiental.

Utilizar medidores de contaminantes específicos, junto al conocimiento y comprensión de los límites de seguridad de cada contaminante, ofrecerá una experiencia valiosa que capacitará para enfrentar científicamente los retos que la problemática ambiental implica.

Es imperativo que en este siglo 21 la población en general pueda tener una mayor comprensión de los contaminantes a los que se expone diariamente. Agradezco a Dios poder poner a la disposición de la sociedad hondureña este documento que servirá para crear conciencia sobre esta temática.

DEGT-UNAH

Índice

Práctica de contaminación por ruido.....	9
Bibliografía.....	17
Práctica “A”	19
Práctica “B”	23
Práctica “C”	25
Práctica “D”	27
Discusión en grupo	29
 Práctica de contaminación por radiaciones.....	 31
Bibliografía	41
Práctica “A”	45
Discusión en grupo	53
 Anexo.....	 57

DEGT-UNAH

Práctica de contaminación por ruido

Objetivo general

Mediante el desarrollo de esta práctica, el estudiantado valorará el papel del ruido como parte de la contaminación atmosférica en su propio entorno.

Introducción

Ruido y tecnología móvil

Es bien conocido que la exposición a sonidos de altos niveles, puede causar efectos negativos en la salud, como la pérdida de la capacidad auditiva. La exposición puede ser en cualquier momento del día, en el trabajo, después del trabajo, en un concierto o mediante el uso de audífonos. La contaminación por ruido constituye uno de los mayores costos sociales y ambientales asociados con el tráfico vehicular (Garret, 2014).

Investigaciones han mostrado que los Reproductores Personales de Audio o Reproductores Portátiles de Audio (*personal listening devices PLDs*) son capaces de liberar niveles suficientemente altos como para causar pérdida de la audición (Levey, Levey, y Filgor, 2011; Peng, Tao, y Huang, 2007). Ejemplos de estos reproductores son los MP3, Ipods, y los teléfonos móviles utilizados como reproductores.

La sobreexposición a Reproductores Personales de Audio puede causar al menos una pérdida temporal de la audición y otros signos de daños en el sistema auditivo. El problema con la exposición a estas nuevas tecnologías es que lleva años de exposición para que un daño sea detectable, y es hasta hace muy poco tiempo que se ha vuelto común el uso sostenido de estos dispositivos. Algunos estudios han demostrado que la capacidad auditiva de los usuarios de Reproductores Personales de Audio, en general es menor que la de los no usuarios. Al inicio del uso el daño puede ser sutil, pero a medida pasa el tiempo, es irreversible.

El concepto de ruido puede ser relativo en algunos casos. Para comprender esto último es necesario entender la diferencia entre Ruido y Sonido. El Sonido se define

como la vibración mecánica de las moléculas de un gas, de un líquido, o de un sólido (aire, agua, paredes, etc.) que se propaga en forma de ondas, y que puede ser percibido por el oído humano (Escuela Colombiana de Ingeniería, s.f.; Valera, Pol, y Vidal, 2017); mientras que el **Ruido** es todo sonido no deseado (Environmental Protection Agency, 2017), que produce daños fisiológicos y/o psicológicos. Por ejemplo, para un joven escuchar música a alto volumen puede no resultar molesto, pero si para un adulto, provocando en este último efectos negativos.

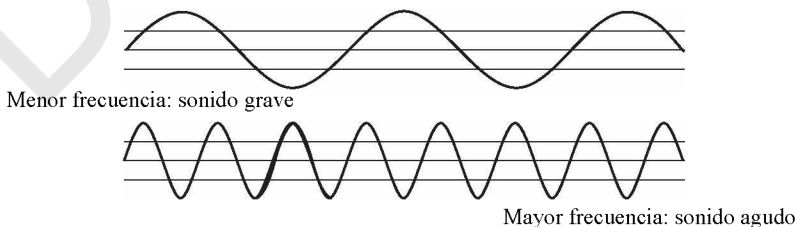
Características básicas de los sonidos y su medición

Como expresamos anteriormente, el sonido es la vibración mecánica de las moléculas de un gas, de un líquido, o de un sólido (aire, agua, paredes, etc.) que se propaga en forma de ondas, y que puede ser percibido por receptores sensoriales como el oído humano. La velocidad del sonido en el aire es de 340 metros/segundo, en el agua es de 1,600 metros/segundo, y en el acero es de 5,100 metros/segundo.

Dos características importantes de las ondas sonoras son la **frecuencia** y la **intensidad**.

La **frecuencia**, medida en Hertz, se define como la cantidad de ondas o ciclos por segundo. Un ciclo por segundo equivale a 1 Hertz (Hz). Los seres humanos somos sensibles a los sonidos con frecuencias comprendidas entre 20 ciclos por segundo y 20,000 ciclos por segundo (20 Hz- 20,000 Hz). Por debajo de 20 Hz se llaman infrasonidos y por encima de los 20,000 Hz, ultrasonidos. La frecuencia de un sonido determina su tono. Cuanto más alta sea la frecuencia más alto será el tono.

La sensibilidad del oído humano depende fuertemente de la frecuencia de los sonidos. El oído humano percibe los sonidos especialmente graves y agudos como menos intensos y los sonidos medios como más intensos. Por lo anterior, el ruido suele medirse en decibelios con ponderación A (dBA).



La intensidad del sonido es la magnitud de la sensación audible que produce dicho sonido, es decir, que tan fuerte o débil percibimos ese sonido en nuestro oído. Físi-

camente, la intensidad del sonido se define como la potencia acústica por unidad de área. Se puede medir con un decibelímetro. El deciBelio (dB) es una unidad que se utiliza para medir la intensidad del sonido y otras magnitudes físicas. Un decibelio es la décima parte de un belio (B), unidad que recibe su nombre por Graham Bell, el inventor del teléfono. Cero (0) deciBelios es considerado el umbral de la audición, 120 deciBelios es considerado el umbral del dolor (Olmo y Nave, 2001). La escala de decibelios es logarítmica, por lo que un aumento de tres decibelios en el nivel de sonido representa una duplicación de la intensidad del ruido.



Decibelímetro convencional (EXTECH, 2014)

Una conversación en voz baja representa intensidades del sonido de alrededor de 30-40 decibeles, mientras que una conversación normal se mantiene cerca de los 50-55 decibeles a un metro de distancia de la fuente. Las personas que hablan en voz alta o a gritos, pueden generar intensidades de 75 u 80 dB. Ruido de fondo de 70db provoca que la comunicación verbal sea extremadamente difícil.

Anteriormente mencionamos que el oído humano percibe los sonidos especialmente graves y agudos como menos intensos y los sonidos medios como más intensos, por lo que el ruido suele medirse en decibelios con ponderación A (dBA), que toma en cuenta esta característica del oído humano (Miyara, 2015). En el caso de ruidos con impactos muy diferenciados (martillazos, disparos, etc.) la evaluación del potencial efecto requiere la medición del nivel máximo de presión acústica alcanzado (nivel de pico) utilizando lo que se conoce como ponderación C (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006).

Estándares internacionales y nacionales

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud los niveles de ruido en zonas residenciales durante el horario nocturno deben mantenerse abajo de 40 decibelios para evitar alteraciones del sueño, menos de 30 decibelios (dBA) en los dormitorios durante la noche para un sueño de buena calidad, y menos de 35 dBA en las aulas para permitir una buena enseñanza y condiciones de aprendizaje (European Commission, 2010; Wold Health Organization Europe, 2009; World Health Organization Europe, 2017; World Health Organization, 2017). Colombia estableció en el 2006 un máximo de ruido de 45 dB en la noche y de 55 en el día en hogares geriátricos (Universidad Nacional de Colombia, 2007). Algunos estudios sugieren un aumento de riesgo a ciertas enfermedades cardiovasculares por una exposición a niveles de ruido al aire libre superiores a 65-70 dBA.

Un sonido de 70 dB puede producir efectos psicológicos negativos en tareas que requieren concentración y atención, mientras que entre 80 y 90 dB puede producir reacciones de estrés, cansancio y alteración del sueño. Los ruidos entre 100 y 110 dB o mayores, denominado “umbral tóxico”, pueden llegar a ocasionar lesiones del oído medio.

A continuación se presentan algunos valores máximos de ruido recomendados para recintos específicos:

Criterio de ruido de fondo	Niveles recomendados (dB)
Estudio de sonido o radiodifusora, Estudio de televisión.	15-25
Salón escolar de música, teatro de ópera.	20-30
Sala de conferencias, auditorios y salones de reunión, juzgados o tribunales, estudio de filmación cinematográfica, área de lactantes,	25-30
Hogar, recámaras.	25-35
Bibliotecas, salón de clases escolar, oficinas privadas ejecutivas.	30-35
Restaurante.	30-40
Hospital.	30-45
Oficina general de mecanografía y contabilidad.	40-45

Adaptado de: *Normas y especificaciones para estudios proyectos construcción e instalaciones* (Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa de México, 2011).

Se puede reducir la intensidad del ruido que recibe un recinto al aumentar la distancia entre este y el emisor. Una distancia de 6 m para una reducción de 3 dB, 12 m para 6 dB, 24 m para 9 dB y así sucesivamente (ICONTEC, 2006).

De acuerdo al Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de Estados Unidos (NIOSH), el nivel máximo recomendado como seguro de exposición al sonido durante 8 horas diarias es de 85 dBA (National Institute for Occupational Safety and Health, 1998).

Entre los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores y trabajadoras, el ruido es uno de los más frecuentes, y sin embargo es de los menos temidos. Aunque las lesiones profesionales abundan en la sociedad, normalmente no se les da importancia, debido a su aparición de forma lenta pero progresiva.

De acuerdo a la Directiva Europea Sobre Ruido ningún trabajador en Europa debe estar expuesto en su trabajo a niveles diarios (8 horas) por encima de 87 decibelios dBA (Agencia Europea Para La Seguridad Y La Salud En El Trabajo, 2005). La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos (OSHA, por su sigla en inglés) establece un Límite de Exposición Permisible (PEL) para el ruido de 90 dBA en 8 horas con un estándar de tipo de cambio de 5 dBA (OSHA, 2011).

El estándar de tipo de cambio en 5dBA significa que cuando el nivel de ruido aumenta en 5 dBA, la cantidad de tiempo que una persona puede estar expuesta se reduce a la mitad. Por ejemplo, una persona que está expuesta a niveles de ruido de 95 dBA puede estar expuesta durante sólo 4 horas para estar dentro Límite de Exposición Permisible (PEL). Otros países establecen un estándar de tipo de cambio de 3 dBA.

La Secretaría de Trabajo y Seguridad Social del Estado de Honduras establece mediante el Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales el nivel máximo admisible para ruidos de carácter continuo en los lugares de trabajo en 85 decibelios de presión sonora medido en la escala A (dBA) y a la altura de la cabeza (Secretaría de Trabajo y Seguridad Social, 2004).

El artículo 354 del mismo reglamento establece que la exposición diaria de los trabajadores a ruidos continuos o intermitentes no deberá exceder los límites permisibles equivalentes que se fijan en la siguiente tabla:

Tiempo de exposición permitido por jornada (horas)	Nivel medio de presión sonora medido en la escala A (Decibelios)
8	85
4	90
2	95
1	100
0.50	105
0.25	110
0.13	115

Efectos de la contaminación por ruido

Los efectos que produce la contaminación por ruido están en función de la intensidad, las frecuencias emitidas y el tiempo de exposición al que nos sometemos.

Premisa importante:

- Regla de igual energía: dos sonidos producen el mismo efecto si el producto de la intensidad por el tiempo de exposición es el mismo. La regla de igual energía nos dice que dos ruidos producen el mismo efecto si al reducir en 3 dB el nivel de presión sonora de uno de ellos, se dobla el tiempo de exposición. Es decir, 73 dB durante una hora producen el mismo efecto que 70 dB durante dos horas (basado en un estandar de cambio de 3dBA).

Algunas de las principales fuentes de contaminación por ruido son:

- Uso de audífonos con reproductores musicales.
- Actividades lúdicas (locales de música y diversión).
- Tráfico vehicular (incluyendo el uso del claxon).
- Tráfico aéreo.
- Actividad industrial.
- Construcción.

Puede dividirse los efectos que produce la contaminación por ruido en dos grupos: *no auditivos* y *auditivos* (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2004).

- Efectos no auditivos. Algunos ejemplos: Trastornos respiratorios, digestivos o visuales, hipertensión, ataques al corazón, depresión, cambios en los niveles hormonales. Elevados niveles de ruido pueden provocar trastornos del sueño, irritabilidad y cansancio. El ruido disminuye el nivel de atención y aumenta el tiempo de reacción del individuo frente a estímulos diversos por lo que favorece la ocurrencia de accidentes en áreas industriales y sitios de construcción.
- Efectos auditivos: Hipoacusia.

Se denomina **hipoacusia** a la pérdida significativa o total de la capacidad auditiva, cualquiera sea el grado de esta. La exposición continua a sonidos de alta intensidad es una causa de hipoacusia (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU., 2017). Cuantos más fuertes sean los sonidos, más rápidamente progresará la pérdida de la

audición. La mayoría de las personas afectadas por exposición a ruidos altos no advierten la pérdida progresiva de su capacidad auditiva hasta que experimentan problemas para comunicarse con otras personas. La hipoacusia se mide en dB y se considera severa si la pérdida se encuentra entre 60 y 80 dB y profunda si la pérdida es mayor de 80 dB (Caro, 2006).

De acuerdo al Centro de Control de Contaminantes de Estados Unidos (Center For Disease Control and Prevention, 2017), la Hipoacusia ocupacional es la enfermedad relacionada con el trabajo más común en los Estados Unidos. Aproximadamente 22 millones de trabajadores estadounidenses están expuestos a niveles peligrosos de ruido en el trabajo, y más de 30 millones están expuestos a productos químicos algunos de los cuales son ototóxicos. Además de perjudicar la calidad de vida de los trabajadores, la pérdida de la audición implica un alto costo económico para la sociedad.

El ruido y los niños

El ruido es un factor de riesgo para la salud de los niños y repercute negativamente en su aprendizaje. Los niños educados en un ambiente ruidoso pierden atención a las señales acústicas y sufren perturbaciones en su capacidad de escuchar, generando un retraso en el aprendizaje. El ruido dificulta la comunicación verbal, favoreciendo el aislamiento y una menor socialización. La exposición al ruido afecta al sistema respiratorio, disminuye la actividad de los órganos digestivos, acelerando el metabolismo y el ritmo respiratorio, provoca trastornos del sueño, irritabilidad, fatiga psíquica (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2004).

DEGT-UNAH

Bibliografía

- Agencia Europea Para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (2005). El Ruido en el Trabajo [Archivo PDF]. *Revista de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo*. Obtenido de https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/es/publications/magazine/8/Magazine__8_-_El_ruido_en_el_trabajo.pdf
- Berglund, B., Lindvall, T., y Schewela, D. (1999). *Guidelines for Community Noise* [archivo PDF]. London: World Health Organization,. Obtenido de <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. (2017). *Hipoacusia*. NIH. Recuperado el 2017, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003044.htm>
- Caro, J. (2006). *Hipoacusia* [archivo doc]. Santiago de Chile: Universidad Catolica de Chile. Obtenido de <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/Otorrino/TemasEstaciones/Hipoacusia2006.doc>
- Center For Disease Control and Prevention. (2017). *Noise And Hearing Loss Prevention*. Recuperado el 2017, de <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/>
- Environmental Protection Agency. (2017). *Clean Air Act Overview–Title IV– Noise Pollution*. Obtenido de <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/title-iv-noise-pollution>
- Escuela Colombiana de Ingeniería. (s.f.). *Niveles de ruido: protocolo Laboratorio de Condiciones de Trabajo [archivo PDF]*. Recuperado el 2017, de <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>
- European Commission. (2010). *WHO recommends setting night noise limits at 40 decibels*. Recuperado el 2017, de http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/202na3_en.pdf
- EXTECH. (2014). *Manual del usuario, Medidor digital de nivel de sonido, Modelo 407730*. Recuperado el 29 de junio de 2017, de http://www.extech.com/resources/407730_UMsp.pdf
- Garret, M. (2014). *Encyclopedia of Transportation: Social Science and Policy*. Los Angeles, Estados Unidos: SAGE Publications.
- ICONTEC. (2006). *Norma Técnica Colombiana NTC 4595, Ingeniería Civil y Arquitectura, Planeamiento y diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares* [archivo PDF]. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional. Obtenido de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf
- Instituto Nacional de Infraestructura Educativa de México. (2011). *Acondicionamiento Acustico* [archivo PDF]. México: INIFIED. Obtenido de http://www.inifed.gob.mx/doc/NORMAS_TECNICAS/VOLUMEN_3/Volumen_3_Tomo_IV_Acondicionamiento_Acustico.pdf

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2006). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los al trabajadores ruido*. España: Ministerio del Trabajo e Inmigración. Recuperado el 2013, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf
- Levey, S., Levey, T., y Filgor, B. (2011). Noise Exposure Estimates of Urban MP3 Player Users. *Journal Of Speech, Language, And Hearing Research*, 54(1), 263-277. Obtenido de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=7597ecd3-e4bd-4d37-83>
- Miyara, F. (2015). Niveles sonoros. Rosario: laboratorio de acústica y electroacústica Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura UNR. Obtenido de <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/niveles.htm>
- National Institute for Occupational Safety and Health. (1998). *Occupational Noise Exposure, Revised Criteria 1998. Criteria For A Recommended Standard* [archivoPDF]. Cincinnati: Centers for Disease Control and Prevention . Obtenido de <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/pdfs/98-126.pdf>
- Olmo, M., y Nave, R. (2001). *Intensidad del Sonido*. Obtenido de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/sound/intens.html>
- OSHA. (2011). OSHA Fact Sheet, Laboratory Safety Noise [Archivo PDF]. Washington D.C.. Obtenido de <https://www.osha.gov/Publications/laboratory/OSHAfactsheet-laboratory-safety-noise.pdf>
- Peng, J.-H., Tao, Z.-Z., y Huang, Z.-W. (2007). Risk of Damage to Hearing from Personal Listening Devices. *Journal of Otolaryngology*, No 3 June : pp 181-185. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/af7b/7a6681c6b31861f77f217c195a5c47098a47.pdf>
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (2004). *Guía n° 1 contaminación acústica* [archivo PDF]. Santiago. Obtenido de http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/cra/fisica/NM1/RF1S_001.pdf
- Secretaría de Trabajo y Seguridad Social . (2004). Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales, Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04 [archivo PDF]. Obtenido de <http://observatoriorh.org/sites/observatoriorh.org.honduras/files/webfiles/marco%20legal/ihss/REGLAMENTOGENERAL%20DE%20MEDIDAS%20PREVENTIVAS%20STSS%20053-04.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia. (2007). Estudio del ruido en aulas [archivo PDF]. Medellín: oficina de planeación. Obtenido de <http://www.medellin.unal.edu.co/dirplanea/documentos/Estudio-RuidoAulas.pdf>
- Valera, S., Pol, E., y Vidal, T. (2017). *Psicología Ambiental, Elementos básicos*. Obtenido de http://www.ub.edu/psicologia_ambiental/uni4/4920.htm
- World Health Organization Europe. (2009). *Night noise guidelines for europe*. Copenhagen. Obtenido de http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf
- World Health Organization. (2017). *WHO night noise guidelines for Europe*. Obtenido de <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/policy/who-night-noise-guidelines-for-europe>
- World Health Organization Europe. (2017). *Health topics, environment and health, noise, data and statistics*. Obtenido de <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/noise/data-and-statistics>

Práctica “A”

Obligatoria

Número de grupo: _____

Integrantes:

1. Nombre _____

Cuenta n.º _____

2. Nombre _____

Cuenta n.º _____

3. Nombre _____

Cuenta n.º _____

4. Nombre _____

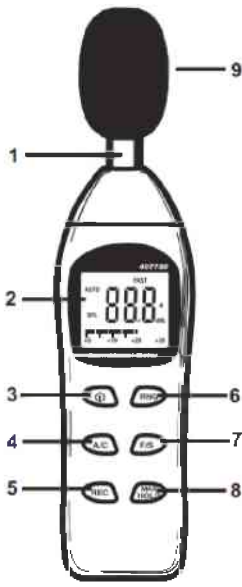
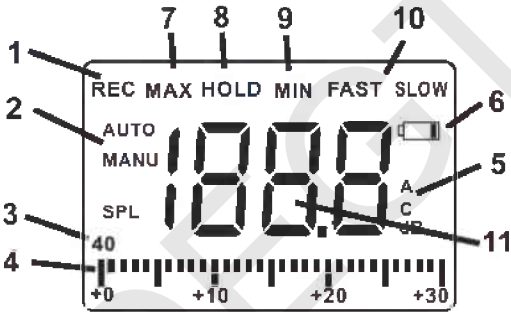
Cuenta n.º _____

5. Nombre _____

Cuenta n.º _____

Práctica: Debe dividirse a los estudiantes de la clase en grupos de 5. Utilizando un decibelímetro por grupo, mida la intensidad del sonido dentro de un aula de la UNAH o el sitio que el docente indique. El decibelímetro indicado en esta práctica puede tomar lecturas desde los 40 dB hasta 130 dB.

1. Revise el funcionamiento correcto del decibelímetro y familiarícese con sus partes más importantes:

	1. Micrófono 2. Pantalla LCD 3. Botón de encendido 4. Botón de selección de ponderación 5. Botón de grabado Min/Max 6. Botón selector del Rango 7. Botón selector del tiempo de respuesta 8. Botón selector de retención del valor máximo 9. Pantalla de viento
	1. Ícono de registro 2. Rango auto o manual 3. Indicador de rango 4. Gráfico de barras 5. Ponderación A o C 6. Ícono batería baja 7. Indicador de nivel máximo 8. Indicador retención 9. Indicador mínimo 10. Respuesta rápido o lento 11. (Lecturas)

2. Encienda el medidor presionando el botón de encendido. El medidor comenzará a mostrar lecturas del nivel de sonido. Mantenga el medidor a distancia del cuerpo.
3. Vea la medición en la pantalla del medidor. Para una lectura básica el medidor debe estar en el modo de rango automático, respuesta lenta y ponderación A.
4. Registre los valores de los primeros 20 minutos de la clase, en intervalos de 5 minutos cada uno. Anote los datos que se le piden a continuación.

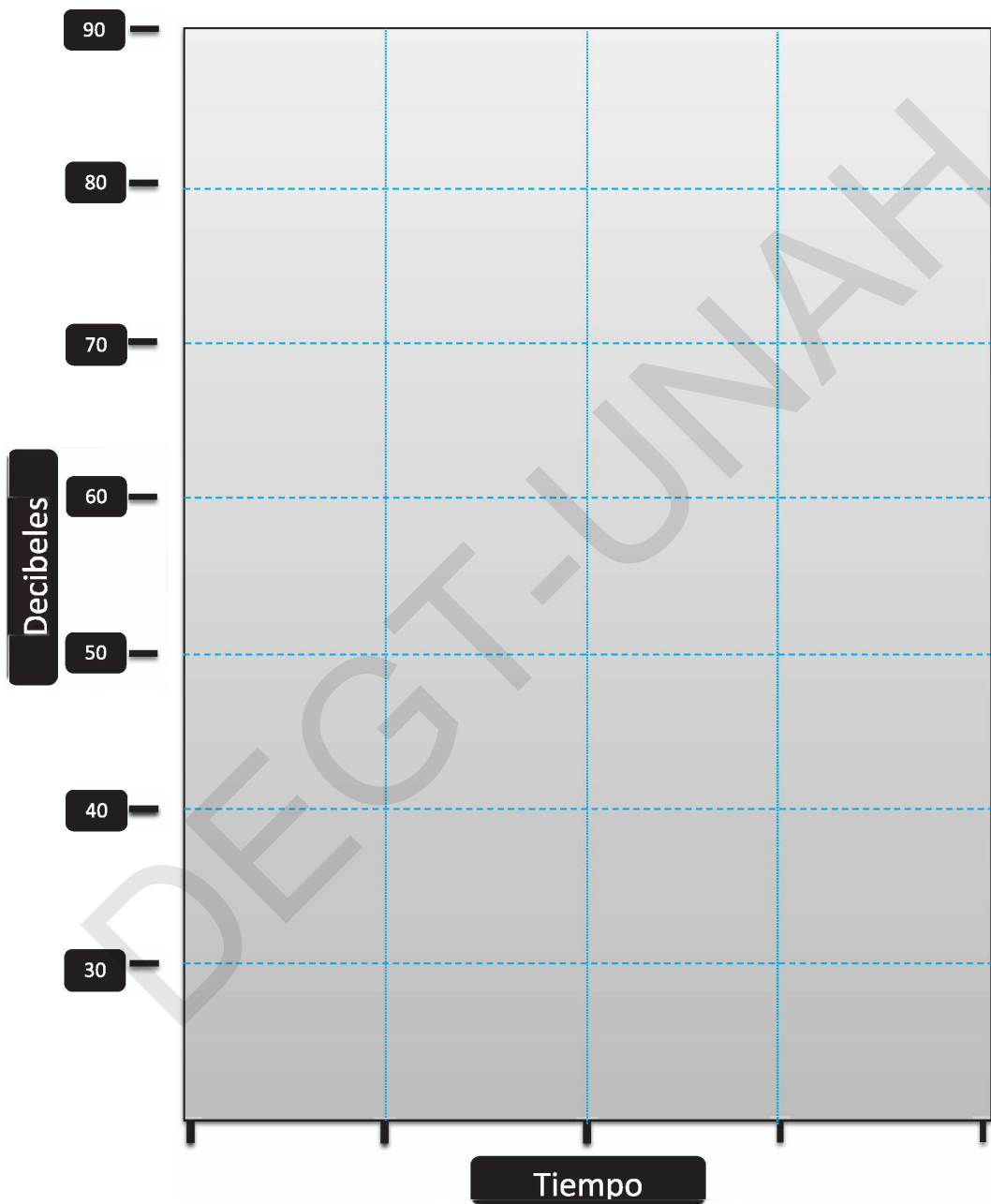
Edificio, nivel y aula: _____

Hora de inicio: _____

Valores registrados:

0 _____ dBA	5min _____ dBA	10min _____ dBA
15min _____ dBA	20min _____ dBA	

Haga una gráfica con los datos anteriores:



Práctica “B”

Opcional

Número de grupo: _____

Integrantes:

1. Nombre _____
Cuenta n.º _____
2. Nombre _____
Cuenta n.º _____
3. Nombre _____
Cuenta n.º _____
4. Nombre _____
Cuenta n.º _____
5. Nombre _____
Cuenta n.º _____

Práctica: Debe dividirse a los estudiantes de la clase en grupos de 5. Utilizando un decibelímetro por grupo (siguiendo los pasos 1-3 de la Práctica A), mida la intensidad del sonido de un audífono conectado a un reproductor personal de audio, reproduciendo música al más alto volumen posible. Anote el valor más alto registrado:

Lectura decibeles (intensidad del sonido): _____ dBA

Ahora, manipulando el control del volumen del reproductor reduzca la intensidad del sonido hasta los 85 dBA. Identifique el sitio aproximado del control del volumen de ese reproductor a partir del cual la intensidad es menor a los 85 dBA:

40% _____ 50% _____ 60% _____ 70% _____ 75% _____

80% _____ 90% _____ 100% _____

DEGT-UNAH

Práctica “C”

Opcional

Número de grupo: _____

Integrantes:

1. Nombre _____
Cuenta n.º _____
2. Nombre _____
Cuenta n.º _____
3. Nombre _____
Cuenta n.º _____
4. Nombre _____
Cuenta n.º _____
5. Nombre _____
Cuenta n.º _____

Práctica: Debe dividirse a los estudiantes de la clase en grupos de 5. Utilizando un decibelímetro por grupo, mida la intensidad del sonido del claxon de un automóvil, ubicándose a diez pasos de distancia del frente de este (siga los pasos 1-3 de la Práctica A). Anote los datos que se le piden a continuación:

Lectura decibeles (intensidad del sonido)

Marca del automóvil: _____

Modelo: _____ Año: _____

Lectura a 10 pasos: _____ dBA

Numero de grupo: _____

DEGT-UNAH

Práctica “D”

Opcional

Número de grupo: _____

Integrantes:

1. Nombre _____
Cuenta n.º _____
2. Nombre _____
Cuenta n.º _____
3. Nombre _____
Cuenta n.º _____
4. Nombre _____
Cuenta n.º _____
5. Nombre _____
Cuenta n.º _____

Práctica: Debe dividirse a los estudiantes de la clase en grupos de 5, ubicándose la mitad de los grupos en un extremo del aula, y la otra mitad al otro extremo, dejando un espacio o franja entre ellos. Utilizando un decibelímetro por grupo, los grupos de un extremo deberán medir la intensidad del ruido generado por los grupos del otro extremo, quienes deberán conversar entre ellos primero a una intensidad normal, y luego en voz alta (siga los pasos 1-3 de la Práctica A). Luego, los grupos deben intercambiar funciones y realizar las mismas mediciones.

Lectura decibeles

Intensidad del ruido (conversación normal):_____ dBA

Intensidad del ruido (conversación alta voz):_____ dBA

DEGT-UNAH

Discusión en grupo

1. Con base a los datos obtenidos en el desarrollo de las actividades de medición compare estos resultados con los valores de referencia que se le proveen en la introducción de esta guía:

.....

.....

.....

.....

2. Enumere las fuentes de ruido a la que cada uno de los miembros de su grupo se expone diariamente en la ciudad de Tegucigalpa. Hagan una lista de esas fuentes:

.....

.....

.....

.....

3. Después de contestar la pregunta anterior y de hacer las mediciones de la parte práctica, ¿cuál de las fuentes enumeradas expone a las personas a intensidades muy altas de contaminación por ruido?

.....

.....

.....

.....

4. Haga una lista de tipos de trabajo u ocupación laboral en las que las personas se exponen de forma continua a contaminación por ruido en la ciudad de Tegucigalpa.

.....

.....

.....

.....

5. Si hiciera un estudio de contaminación por ruido por el despegue y aterrizaje de aviones en un aeropuerto ¿a quiénes incluirían en su población de estudio?

.....

.....

.....

.....

6. Investigue qué es una audiometría.

.....

.....

.....

.....

DEGT-UNAH

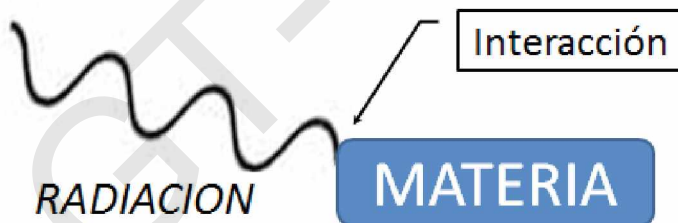
Práctica de contaminación por radiaciones

Objetivo

Mediante el desarrollo de esta práctica, el estudiantado valorará el papel de las radiaciones como parte de la contaminación atmosférica en su propio entorno.

Introducción

La **radiación** es energía que viaja a través de un medio en forma de ondas o partículas de alta velocidad (Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU, 2016). Un aspecto importante sobre este tema desde la perspectiva ambiental es que todos los tipos de radiación interactúan con la materia pero de formas diferentes.

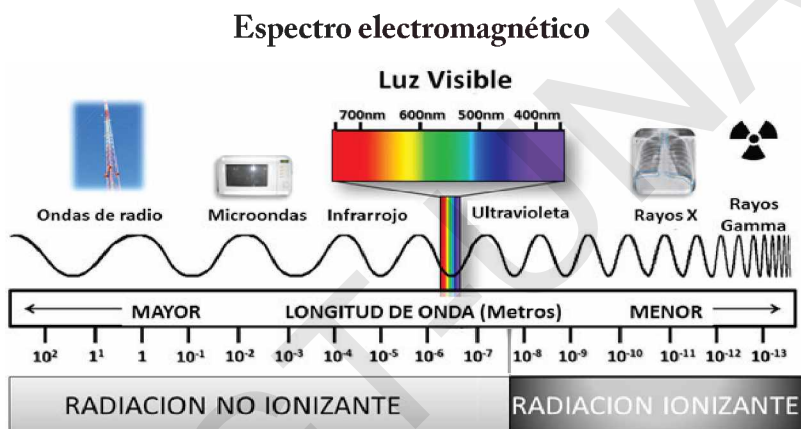


Las radiaciones se pueden clasificar en dos grupos: **ionizantes y no ionizantes**. Se les llama radiaciones ionizantes a aquellas que son capaces de producir iones al interactuar con los átomos de un material. Es el tipo de radiación más perjudicial a la salud humana. Existen dos tipos de radiación ionizante, una de naturaleza electromagnética (**rayos X, rayos gamma**) y otra, constituida por partículas (**partículas alfa, partículas beta**). Existen materiales con átomos de núcleos inestables que espontáneamente emiten energía, fenómeno conocido como **radioactividad**. La radioactividad es parte de la radiación ionizante. Los materiales radioactivos emiten **partículas alfa, partículas beta y rayos gamma**.

Se les llama radiaciones no ionizantes a aquellas que no producen iones al interactuar con los átomos de un material. Son consideradas menos perjudiciales que la radiación

ionizante, pero existe mucha discusión en la actualidad sobre el nivel de riesgo que implica a la salud humana. Las radiaciones no ionizantes incluyen a la radiación ultravioleta (UV), la luz visible, la luz infrarroja (IR), las microondas y las radiofrecuencias (RF), que también son de **naturaleza electromagnética**.

Las radiaciones de **naturaleza electromagnética** están formadas por la combinación de campos eléctricos y magnéticos, que se propagan a través del espacio en forma de ondas portadoras de energía. La radiación electromagnética comprende una variedad extraordinariamente amplia de emisiones que incluyen a los rayos gamma, los rayos X, rayos ultravioletas, la luz visible, la radiación infrarroja, las microondas y las ondas de radio.

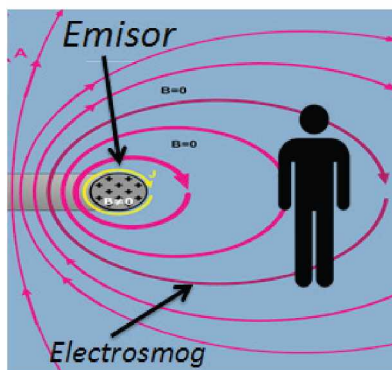


Los diferentes tipos de radiaciones pueden representar un considerable riesgo para la salud de las personas, por lo que se debe controlar adecuadamente cada exposición.

Electrosmog

Se le llama electrosmog a la contaminación ambiental de la atmósfera por campos electromagnéticos CEM (o EMF, por sus siglas en inglés) y campos eléctricos generados por instalaciones y aparatos eléctricos. Es considerada la contaminación del siglo 21.

Hoy en día aumenta la incertidumbre sobre la seguridad a la exposición a campos electromagnéticos, y sus efectos en la salud humana. Por ejemplo, en el año 2011, OMS vinculó el uso excesivo de celulares a un mayor riesgo de desarrollar un tipo de cáncer cerebral.



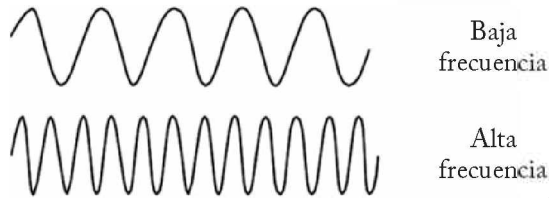
De acuerdo a lo publicado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), organismo dependiente de la OMS, el uso de celulares tiene un impacto importante en el surgimiento específico de gliomas (International Agency For Research on Cancer, 2011), un tipo de tumor cerebral maligno. Para emitir esa información, la agencia se basó en un estudio que detectó hasta el 2004 un incremento de un 40% en el riesgo de glioma entre usuarios intensivos: aquellos que utilizan su teléfono celular por más de 30 minutos diarios.

Existen estudios que encuentran vínculos entre la incidencia de efectos negativos en la salud incluso cáncer y la exposición a campos electromagnéticos (Dode, y otros, 2011; Gómez-Perretta, Navarro, Segura, y Portolés, 2013; Kroll, Swanson, Vincent, y y Draper, 2010; Santini, Santini, Le Ruz, Danze, y Seigne, 2003; Shahbazi-Gahrouei, Karbalae, Moradi, y Baradaran-Ghahfarokhi, 2014; Wolf y Wolf, 2004; Commission Of The European Communities, 2008; SCENIHR, 2007; Michelozzi, y otros, 2002), así como otros que encuentran vínculos entre el uso de celulares y efectos adversos a la salud (Coureau, y otros, 2014; Hamzany, y otros, 2013; Hardell y Carlberg, 2015; Hilly, y otros, 2013; Lerchl, y otros, 2015; Mortazavi, y otros, 2015; Mortazavi, y otros, 2012; Nittby, y otros, 2008), aunque la discusión sobre este tema continúa. El conocimiento del público en general de los efectos de estas radiaciones puede ser muy reducido (European Comission, 2007). Hay países en Latinoamérica que cuentan con normativas de exposición a CEM (Skvarca y Aguirre, 2006).

Algunas de las fuentes comunes de exposición por electrosmog son las siguientes: Cables de alto voltaje, antenas de radiodifusión, antenas de TV difusión, antenas base de telefonía celular, antenas de internet inalámbrico (wifi), celulares (teléfonos móviles), dispositivos móviles de conexión inalámbrica wifi y *bluetooth* (tabletas, computadoras portátiles o *laptops*) y hornos microondas.

Las fuentes de electrosmog varían en cuanto a la frecuencia de sus campos electromagnéticos generados. La frecuencia se define como la cantidad de ondas o ciclos

por segundo. Un ciclo por segundo equivale a 1 Hz. Es muy importante conocer la frecuencia a la que opera un emisor de CEM, ya que para medir sus intensidades se debe utilizar un medidor que reconozca dichas frecuencias.



Frecuencias de las fuentes comunes de CEM

- **Torres y cables de alta tensión:** 50-60 Hz
- **Antenas de radio difusión:** La radio comercial local más usada, hasta la llegada de Internet, es la frecuencia modulada o FM. Las emisoras que trabajan en FM, más del 90%, utilizan la parte del espectro que va de los 87 MHz a los 107 MHz.
- **Antenas de difusión de televisión analógica:** VHF 30 MHz - 300 MHz. UHF 300 MHz - 3 GHz.
- **Antenas de difusión de televisión digital:** 300 MHz - 3 GHz.
- **Antenas base de telefonía móvil:** 450 - 2700 MHz
- **Telefonía móvil:** 800 MHz, 900 MHz, 1,800 MHz y 2.6 GHz (4G)
- **Antenas de internet wifi:** 2,4 GHz, Sin embargo, algunos ruteadores o puntos de acceso pueden utilizar la banda de los 5 GHz.
- **Dispositivos bluetooth:** La mayoría de corto alcance 2,4 GHz.
- **Hornos microondas:** 2,45 GHz

Para medir campos electromagnéticos se puede utilizar medidores de campos electro-magnéticos (o EMF Meter en inglés) (AlphaLab, 2014), como los siguientes:

TriField Metter 100xe (tomado de AlphaLab, 2014)	Extech RF EMF Meter (tomado de Extech, 2014)
 The image shows a TriField Meter Model 100XE. It is a handheld device with a yellow face and a black dial. The dial has three scales: a top scale for magnetic field (0-100 milligauss), a center scale for magnetic field (0-3 milligauss), and a bottom scale for radio/microwave (mW/cm²). The device has a large black dial with a silver needle and a battery test button. The text on the device includes 'TriField® METER Model 100XE', 'TOP SCALE: magnetic field (0-100 milligauss) or electric field (multiply by 10 to get volts/meter)', 'CENTER: magnetic field (0-3 milligauss)', 'BOTTOM: radio/microwave (mW/cm² - info front of box)', 'Made in USA', 'MAGNETIC (0-100 range)', 'MAGNETIC (0-3 range)', 'ELECTRIC', 'RADIO/MICROWAVE', and 'Battery Test OFF'.	 The image shows an Extech RF EMF Meter. It is a handheld device with a black body and an orange spherical top. The top has a diagram showing the X, Y, and Z axes. The device has a digital display showing '022.2' and '0.0'. Below the display are buttons for 'ALARM', 'MODE', 'UNIT', and a large green power button. The text on the device includes 'EXTECH RF EMF Meter'.

Unidades utilizadas para medir CEM

- **Intensidad del campo eléctrico**
 - Voltios por metro (V/m)
- **Densidad de potencia o**
 - Watts por metro cuadrado (W/m²)
 - Mili watts por centímetro cuadrado (mW/cm²)
- **Intensidad del campo magnético**
 - Amperes por metro (A/m)
- **Densidad de flujo magnético**
 - (T) Teslas o (G) Gauss

Celulares e índice SAR

Los celulares, tabletas y cualquier dispositivo wifi, transfieren información mediante la emisión de campos electromagnéticos del grupo de las radiofrecuencias. Se les llama **radiofrecuencias** (RF), a las radiaciones electromagnéticas con frecuencias que van entre los 9 kHz y los 300 GHz, es decir, aquellas comprendidas entre la radiación infrarroja y las radiaciones de onda larga en el espectro electromagnético.

A los teléfonos móviles se les denomina también “celulares” porque para su funcionamiento, es necesario que el usuario se encuentre dentro del rango de alcance de una antena o estación base de telefonía móvil. Cada antena o estación base tiene un rango limitado de alcance. A la zona de alcance de una estación base se le llama célula. Lo anterior implica que deben haber suficientes estaciones base en una ciudad para brindar una amplia cobertura de telefonía móvil.

Cuando tenemos iniciado un celular, emite una señal débil que le permite ser detectada por la antena o estación base más cercana. Lo anterior implica un campo electromagnético débil. Sin embargo, cuando generamos o recibimos una llamada, el celular emite en muchas direcciones un campo electromagnético pulsátil intenso que le permite transferir a la estación base nuestra conversación en forma de datos. De igual forma ocurre cuando nos conectamos a internet por nuestro celular. Lo anterior implica que nuestro cuerpo absorbe parte de la energía de esa emisión electromagnética.

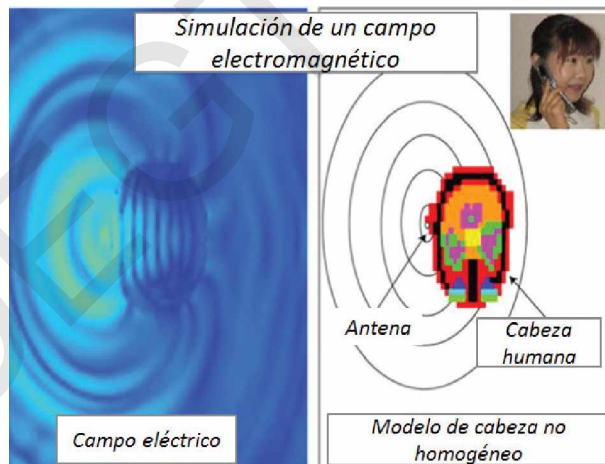


Diagrama: Universidad de Toyama, Japón.

El **índice SAR** (*Specific Absorption Rate*) o tasa de absorción específica (TAE), es una medida de la potencia de radiación electromagnética que penetra al cuerpo humano. Este índice es utilizado como una medida de la cantidad de energía que recibe el cuerpo humano al exponerse a dispositivos móviles como celulares, tabletas, com-

putadoras portátiles y otros. En Estados Unidos se permite que los móviles presenten un valor de SAR máximo de 1,6 W/Kg (medidos en 1 gramo de tejido corporal) (Federal Communications Commission, 2016), mientras que en Europa se exige un límite de 2 W/Kg (promediados en 10 gramos de tejido corporal).

Los celulares cumplen con los límites SAR siempre y cuando se utilicen a la “distancia operativa” del cuerpo, especificada en el manual del mismo celular. En algunos celulares la distancia operativa es de 1.5 a 2 centímetros. La cantidad de energía de Radio Frecuencias que una persona recibe en su cuerpo depende de factores como:

- El modelo de celular que utilice. Los teléfonos varían en la cantidad de energía que emiten.
- La distancia entre el celular y el cuerpo durante su uso. Si la persona usa el altavoz o un dispositivo manos libres, recibirá menos radiación. Separar 30-40 centímetros el celular de la cabeza, (como al enviar o recibir mensajes) implica una menor exposición a las radiofrecuencias (World Health Organization, 2014).
- La distancia y obstáculos entre el usuario y la estación base o antena de telefonía celular más cercana. A mayor distancia u obstáculos (metales o concreto) el celular requerirá emitir más energía para conseguir una señal adecuada.
- Movimiento. Los celulares emitirán mayor energía si nos estamos desplazando durante una llamada, esto para conectarse de una célula a otra.
- Tiempo. A mayor tiempo de exposición mayor cantidad de energía recibida.
- La cantidad de señales de telefonía celular activas en la célula en la que nos encontramos. La saturación de una antena puede favorecer que nuestro celular aumente la energía emitida para obtener una buena señal.

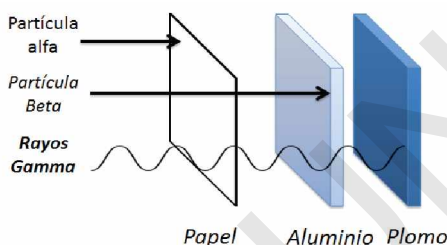
Sin embargo, un problema del índice SAR, es que sólo refleja el promedio de energía absorbida por gramos de tejido corporal, pero no refleja qué partes del cuerpo reciben mayor radiación electromagnética por su cercanía al emisor electromagnético. En este punto es importante identificar en qué parte del teléfono móvil se encuentran las antenas tanto de conexión a la red celular como la red wifi. Algunos celulares poseen la antena de conexión a la red wifi en la parte superior, y la antena de conexión a la red celular en la parte inferior. Otros celulares poseen una posición inversa.

El SAR normalmente es medido en laboratorios especializados que utilizan maniqués de adultos diseñados con este propósito. Sin embargo ya se encuentra a la venta medidores de SAR (Maschek, 2017).

Radioactividad y gas radón

La radioactividad es un tipo de radiación. La radioactividad es “la emisión espontánea de energía por cierto tipo de materiales cuyos átomos poseen núcleos inestables”. A esto átomos con núcleos inestables se les llama *radionúclidos*. En la naturaleza se encuentran algunos materiales radiactivos como el uranio, torio, radio y el radón. La energía emitida por radioactividad puede ser de tres tipos: *partículas alfa*, *partículas beta* y *rayos gamma*. Cada tipo tiene un poder diferente de penetración.

Poder de penetración de la radioactividad



La exposición de los seres humanos a las fuentes naturales de radioactividad es una característica continua e inevitable de la vida en la tierra. Para medir el peligro biológico de la radioactividad se pueden utilizar varias unidades de medida, como el “Sievert” (Teixidó, 2011). El **sievert** es una medida de la dosis equivalente de radiación, que representa la dosis de radiación absorbida por el tejido vivo, corregida por un factor de ponderación relativo al efecto de los rayos “X” en el tejido vivo. Normalmente recibimos al año entre 2,4 y 3 mili Sievert de radioactividad natural. El valor de exposición a **radioactividad natural** por hora **se encuentra entre 0.05 microsievert por hora y 0.2 microsievert por hora** ($0.05\text{--}0.2\ \mu\text{Sv/h}$). Un valor de 1.25 microsievert por hora puede implicar un riesgo real de cáncer (QUARTA, 2017).

Sin embargo, existen fuentes artificiales de radioactividad que pueden provocar un incremento de exposición. Muchas exposiciones a fuentes de radiación natural se modifican por la acción humana. Por ejemplo, al medio ambiente se liberan materiales radiactivos en el procesamiento de minerales, en actividades como la producción de fertilizantes fosfatados y la utilización de combustibles fósiles.

Para medir la radioactividad en **sievert** se puede utilizar un contador Geiger-Muller, que detecta radiación beta y gamma. En la fotografía siguiente se muestra un medidor portátil de radioactividad, como el que se usará en la práctica:



Contador Geiger-Muller

El gas radón es una de las principales fuentes de exposición a radioactividad natural (Consejo de Seguridad Nuclear de España, 2012). Se trata de un gas radioactivo que proviene de la descomposición natural del uranio, el cual se encuentra en casi todos los tipos de suelo. El radón asciende desde el suelo al aire y se infiltra en las viviendas a través de las grietas y otros agujeros en los cimientos de las mismas. Cuando el radón queda atrapado en el hogar, puede alcanzar niveles altos. Niveles altos de gas radón están asociados al desarrollo de cáncer de pulmón. Cualquier vivienda puede tener problemas de radón ya sea nueva o antigua, con o sin sótano, tenga alta o pobre ventilación. Algunas veces el radón se infiltra a los hogares a través del agua de pozo. Aunque los materiales de construcción no causan problemas de radón por sí mismos, estos pueden emitir radón en algunas casas (Environmental Protection Agency, 2012).

El riesgo proviene principalmente al respirar aire que contiene radón y sus productos de desintegración. La desintegración radioactiva del radón implica la emisión de partículas alfa. Cuando se inhala, las partículas alfa de su desintegración radiactiva golpean directamente el sensible tejido pulmonar causando daño, lo que puede provocar cáncer de pulmón. Sin embargo, como es un gas, la mayor parte es exhalado. La dosis de radiación proviene en gran parte de los productos de desintegración del radón. Estos ingresan a los pulmones en partículas de polvo que se alojan en las vías respiratorias de los pulmones. Estos radionúclidos se descomponen rápidamente, emitiendo radiación al tejido pulmonar provocando daños, produciendo otros radionúclidos que siguen dañando el tejido pulmonar. En Estados Unidos se considera que el radón en el aire interior es la segunda causa principal de cáncer de pulmón (Environmental Protection Agency, 2012).

La **cantidad de radón en el aire se puede medir en picocuries por litro de aire** o “pCi/L”. De acuerdo a EPA (Environmental Protection Agency, EEUU) se estima que el nivel promedio de radón en el aire interior (bajo techo) es de alrededor de 1.3 pCi/L, y normalmente en el aire exterior es de 0.4 pCi/L. **EPA estima un valor**

máximo de gas radón DE 4 pCi/L, valor a partir del cual se deben tomar medidas para su reducción (Environmental Protection Agency, 2012).

Para medir el nivel de este gas en el sótano de un edificio u hogar, se puede utilizar un medidor acumulativo de radón (24-48 horas de registro) como el que se muestra en la siguiente fotografía:



Bibliografía

- AlphaLab. (2014). *Trifield 100XE Meter Model TF100XE Instructions*. West Salt Lake City: AlphaLab, Inc. Recuperado el 2014, de <http://www.trifield.com/UserFiles/TF100XE%202015.pdf>
- Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU. (2016). *Exposición a la radiación*. Bethesda: NIH. Recuperado el 2017, de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/radiationexposure.html>
- Commission Of The European Communities. (2008). *Report from the Commission on the application of council recommendation of 12 july 1999 (1999/519/ec) on the limitation of the exposure of the general public to electromagnetic fields (0 hz to 300 ghz) second implementation report 2002-2007* [archivo PDF]. Brussels. Obtenido de http://ec.europa.eu/health/archive/ph_risk/documents/risk_rd03_en.pdf
- Consejo de Seguridad Nuclear de España. (2012). *Guía de Seguridad 11.2 Control de la exposición a fuentes naturales de radiación* [archivo PDF]. Madrid. Obtenido de <https://www.csn.es/documents/10182/896572/GS%2011-02%20Control%20de%20la%20exposición%20a%20fuentes%20naturales%20de%20radiación>
- Coureau, G., Bouvier, G., Lebailly, P., Fabbro-Peray, P., Gruber, A., Leffondre, K., ... Baldi, I. (2014). Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occupational and environmental medicine*, 71(17), 514-522. Obtenido de <http://oem.bmj.com/content/early/2014/05/09/oemed-2013-101754>
- Dode, A., Leão, M., de AF Tejo, F., Gomes, A., Dode, D., Dode, M., . . . Caiaffa, W. (2011). Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil. *Science of the total environment*, 409(19), 3649-3665. Obtenido de <http://www.emrsa.co.za/documents/brazilresearch.pdf>
- Environmental Protection Agency. (2012). *A Citizen's Guide to Radon The Guide to Protecting Yourself and Your Family from Radon* [archivo PDF]. Washington D.C. Obtenido de https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-02/documents/2012_a_citizens_guide_to_radon.pdf
- European Comission. (2007). *Electromagnetic Fields Fieldwork October - November 2006* [archivo PDF]. Recuperado el 2014, de http://ec.europa.eu/health/ph_determinants/environment/EMF/ebs272a_en.pdf

- Extech. (2014). *User's Guide RF EMF Strength Meter Model 480836* [archivo PDF]. Wilsonville: FLIR Systems, Inc. Obtenido de <http://www.extech.com/resources/480836.pdf>
- Federal Communications Commission. (2016). *Specific Absorption Rate (SAR) for Cellular Telephones*. Washington, DC . Recuperado el 2014, de <http://www.fcc.gov/encyclopedia/specific-absorption-rate-sar-cellular-telephones>
- Gómez-Perretta, C., Navarro, E. A., Segura, J., y Portolés, M. (2013). Subjective symptoms related to GSM radiation from mobile phone base stations: a cross-sectional study. *BMJ open*, 3(12), e003836. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24381254>
- Hamzany, Y., Feinmesser, R., Shpitzer, T., Mizrachi, A., Hilly, O., Hod, R., ... y Nagler, R. M. (2013). Is Human Saliva an Indicator of the Adverse Health Effects of Using Mobile Phones? *Antioxidants & Redox Signaling.*, 18(6): 622-627. doi:<https://doi.org/10.1089/ars.2012.4751>
- Hardell, L., & Carlberg, M. (2015). Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma—Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997–2003 and 2007–2009. *Pathophysiology*, 22 (1) 1 - 13. Obtenido de [http://www.pathophysiologyjournal.com/article/S0928-4680\(14\)00064-9/abstract](http://www.pathophysiologyjournal.com/article/S0928-4680(14)00064-9/abstract)
- Hilly, O., Silva, V., Mizrachi, A., Ariel, O., Raiter, A., y Hauptman, Y. (2013). Effect of non-ionizing electromagnetic radiation at mobile phone frequency on human thyroid cells. World congress on thyroid cancer. Obtenido de http://thyroidworldcongress.com/wp-content/uploads/2013/07/O022_Mizrachi.pdf
- International Agency For Research on Cancer. (2011). *IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields As Possibly Carcinogenic To Humans. PRESS RELEASE No.28*. World Health Organization. Obtenido de http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf
- Kroll, M., Swanson, J., Vincent, T., y Draper, G. (2010). Childhood cancer and magnetic fields from high-voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *British journal of cancer*, 103(7), 1122-1127. *British Journal of Cancer*, 103(7), 1122. doi:10.1038/sj.bjc.6605795
- Lerchl, A., Klose, M., Grote, K., Wilhelm, A. F., Spathmann, O., Fiedler, T., y Clemens, M. (2015). Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochemical and biophysical research communications*, 459(4), 585-590. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006291X15003988>
- Maschek. (2017). *ESM-120 SAR meter*. Verona: Maschek Elektronik Germany. Recuperado el 2017, de <http://www.maschek.de/uk/frameset.php?p=produkte>
- Michelozzi, P., Capon, A., Kirchmayer, U., Forastiere, F., Biggeri, A., Barca, A., y Perucci, C. A. (2002). Adult and Childhood Leukemia near a High-Power Radio Station in Rome, Italy. *American Journal of Epidemiology*, 155(12), 1096-1103.

- Mortazavi, S. M., Habib, A., Ganj-Karimi, A. H., Samimi-Doost, R., Pour-Abedi, A., y Babaie, A. (2015). Alterations in TSH and thyroid hormones following mobile phone use. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 34(4), 299-300. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3243874/>
- Mortazavi, S. M., Rouintan, M. S., Taeb, S., Dehghan, N., Ghaffarpanah, A. A., Sadeghi, Z., y y Ghafouri, F. (2012). Human short-term exposure to electromagnetic fields emitted by mobile phones decreases computer-assisted visual reaction time. *Acta neurologica belgica*, 112(2), 171-175.
- Nittby, H., Grafström, G., Eberhardt, J. L., Malmgren, L., Brun, A., Persson, B. R., y Salford, L. G. (2008). Radiofrequency and extremely low-frequency electromagnetic field effects on the blood-brain barrier. *Electromagnetic biology and medicine*, 27(2), 103-126. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18568929>
- QUARTA. (2017). *Quick Start Guide Radiation Detector RD1503+*. Wilmington: Quarta-Rad Inc. Obtenido de <http://quartarad.com/wp-content/uploads/2016/02/radex-rd1503-plus-quick-eng.pdf>
- Santini, R., Santini, P., Le Ruz, P., Danze, J. M., y Seigne, M. (2003). Survey study of people living in the vicinity of cellular phone base stations. *Electromagnetic Biology and Medicine*, 22(1), 41-49.
- SCENIHR. (2007). *Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health* [archivo PDF]. Brussels: European Commission. Obtenido de http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_007.pdf
- Shahbazi-Gahrouei, D., Karbalaee, M., Moradi, H. A., y Baradaran-Ghahfarokhi, M. (2014). Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: a report from Isfahan, Iran. *Electromagnetic biology and medicine*, 33(3), 206-210.
- Skvarca, J., y Aguirre, A. (2006). Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 20(2-3), 205-212. doi:<https://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892006000800017>
- Teixidó, C. M. (2011). *Nuclear -3. ¿Cómo se mide la radiactividad y cuáles son sus efectos?* Barcelona: Investigación y Ciencia. Recuperado el 2017, de <http://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/24/posts/nuclear-3-cmo-se-mide-la-radiactividad-y-cules-son-sus-efectos-10297>
- Universidad de Toyama. (2014). *Electric and Electronic Engineering*. Recuperado el 2014, de <http://enghp.eng.u-toyama.ac.jp/eng/departament/index.html>
- World Health Organization. (2014). *Electromagnetic fields and public health: mobile phones*. Recuperado el 2017, de www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/

Wolf, R., y Wolf, D. (2004). Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station. *International Journal of Cancer*, 1(2), 123-128. Obtenido de http://www.powerwatch.org.uk/news/20050207_israel.pdf

DEGT-UNAH

Práctica “A”

Obligatoria

Número de grupo: _____

Integrantes:

1. Nombre _____

Cuenta n.º _____

2. Nombre _____

Cuenta n.º _____

3. Nombre _____

Cuenta n.º _____

4. Nombre _____

Cuenta n.º _____

5. Nombre _____

Cuenta n.º _____

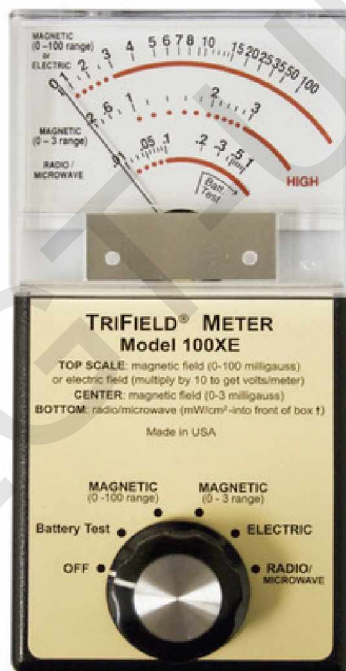
Actividad 1

Medición de la energía liberada por un horno microondas

(radiación no ionizante)

Práctica: Debe dividirse a los estudiantes de la clase en grupos de cinco. Utilizando un medidor de campos electromagnéticos por grupo, mida la radiación liberada por un horno microondas. El medidor de campos electromagnéticos indicado en esta práctica (**TriField Metter 100xe**) puede tomar lecturas de campos magnéticos y eléctricos en el rango de 40 Hz – 100 KHz y lecturas de microondas de radio (RF) en el rango de 50 MHz – 3 GHz (3000 MHz).

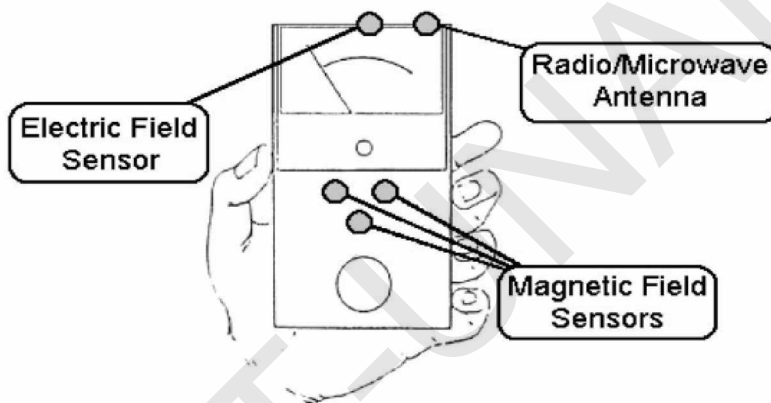
1. Revise el funcionamiento correcto del medidor de campos electromagnéticos y familiarícese con sus partes más importantes:



2. Mueva la perilla a *battery test* (prueba de la batería) y confirme que la aguja se mueva hasta el rango de prueba (*battery test*).
3. Mueva la perilla a la opción *radio/microwave*. La opción anterior toma lecturas de **densidad de potencia** en una escala de 0.01 a 1 mili watts por centímetro cuadrado (mW/cm^2).



4. Sostenga el medidor de la forma correcta para evitar interferir en la lectura.



No cubra la parte superior del medidor. Esto evita que la mano escude campos eléctricos o microondas (su mano no escuda los campos magnéticos.)

5. Acerque el medidor hacia el microondas. Encienda el microondas sin ningún contenido en su interior, mueva el medidor lentamente alrededor del borde de la compuerta hasta encontrar un punto en el cual la lectura se acerque al valor de 0.5 mW/cm^2 , considerado un valor alto de exposición. Recuerde tomar la lectura de la escala correspondiente a radio microondas. Anote el valor máximo.
6. Esta actividad nos permite apreciar que al utilizar un microondas, podemos exponernos a radiación electromagnética si nos mantenemos frente a este aparato durante su funcionamiento.

Lectura: _____ mW/cm^2)

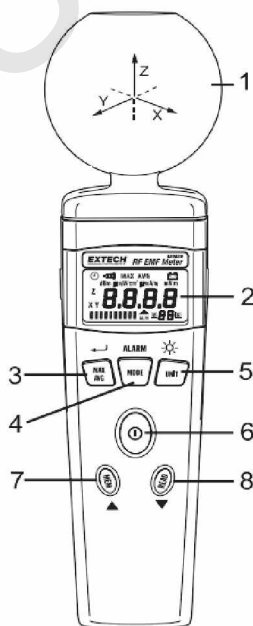
Actividad 2

Medición de la radiación emitida por un celular (radiación no ionizante)

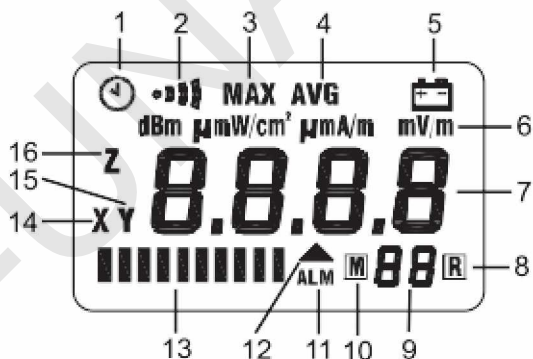
Práctica: Utilizando un medidor de campos electromagnéticos por grupo, mida la radiación liberada por un teléfono celular. En esta práctica se medirá la intensidad del campo eléctrico emitido. El medidor de campos electromagnéticos indicado en esta práctica (**Extech RF EMF Meter**) es un dispositivo de banda ancha para el seguimiento de la radiación de alta frecuencia en los rangos específicos de 900MHz, 1800MHz y 2.7GHz. Otras mediciones se pueden realizar, para fines de referencia solamente en el rango de 50 MHz a 3,5 GHz.

1. Revise el funcionamiento correcto del medidor de campos electromagnéticos y familiarícese con sus partes más importantes:

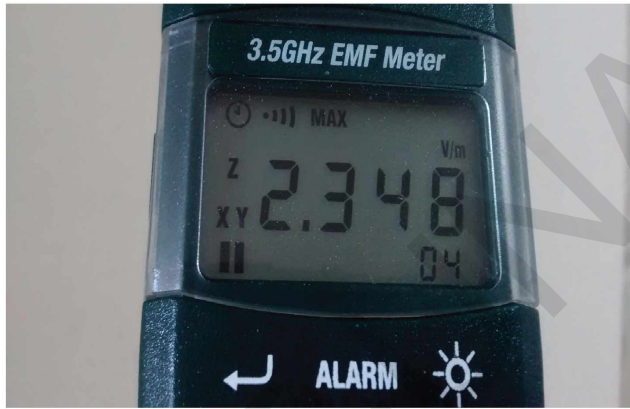
1. Sensor de campo electromagnético.
2. Pantalla LCD.
3. **MAX-AVG** botón de tipo de lectura (instantánea, promedio y máxima) e ingreso o *enter*.
4. **MODE** botón de modo y alarma.
5. **UNIT** botón de selección de unidades de lectura.
6. Botón de encendido.
7. Botón de memoria.
8. Botón de lectura de datos.



1. Función de apagado automático.
2. Función de sonido audible de encendido/apagado.
3. MAX: Valor máximo medido mostrado.
MAX AVG: Valor máximo promedio mostrado.
4. AVG: Valor promedio mostrado.
5. Indicador de batería baja.
6. Unidades:
Intensidad de campo eléctrico: mV / m y V / m ;
Intensidad de campo magnético: $\mu\text{A}/\text{m}$ y mA/m ;
Densidad de poder: $\mu\text{W}/\text{m}^2$, mW/m^2 , W/m^2 , $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ y mW/cm^2 :
7. Valor de medición mostrado por el modo seleccionado y las unidades seleccionadas.
8. Indicación del modo manual de memoria de datos.
9. Número de memoria de datos
10. Valor medido almacenado a la indicación de memoria.
11. Función de alarma y configuración.
12. ▲: Aparece cuando la función de alarma está activada y el valor instantáneo medido excede el límite de valor indicado.
13. Gráfico de barras analógico de cada eje (X, Y o Z) mide indicación de rango dinámico para observar tendencias.
14. X: Eje X valor medido indicado.
15. Y: Eje Y valor medido indicado.
16. Z: Eje Z valor medido indicado.



2. Toque el botón de encendido. Notará en la pantalla del medidor cómo cambian los valores. Para continuar con la práctica y evitar un efecto sumatorio es necesario apagar todos los celulares cercanos al medidor, y dejar iniciado únicamente el celular que se utilizará para esta actividad.
3. Con el botón UNIT seleccione mV/m (mili voltios por metro). En esta opción se medirá intensidad de campo eléctrico. Con el botón MAX active la opción “máximo” en la pantalla. Con el botón MODE asegúrese de que se esté midiendo los 3 ejes (Z-X-Y)



4. Coloque el medidor sobre un extremo del celular (con los datos, *wifi* y *bluetooth* apagado). Observe detenidamente el valor más alto registrado y anótelo en la tabla del inciso 6.



5. Apague el medidor, reinicielo, y configúrelo nuevamente siguiendo los pasos del inciso 3. Coloque el medidor sobre un extremo del celular (con los datos, WIFI y Bluetooth apagado). Genere una llamada con el celular a otro celular que no se encuentre cerca del lugar donde realice esta práctica. Observe detenidamente el

valor más alto registrado.

6. Puede realizar esta misma práctica midiendo los valores del celular al activar o desactivar los datos, el *wifi* y el *bluetooth*. Anote los valores registrados en la siguiente tabla.

	Llamada red celular	Datos red celular	wifi	bluetooth
Inactivo				
Activo				

7. Lo más importante en esta actividad es que usted pueda apreciar cómo al generar una llamada, navegar por internet con los datos de la red de telefonía o a través de una red *wifi* implica exponer su cuerpo a una mayor radiación electromagnética.

Actividad 3

Medición de la radioactividad natural (radiación ionizante)

Utilice un **dosímetro de radioactividad RADEX RD1503** (mide radioactividad por partículas beta y rayos gamma).

Tome la siguiente lectura:

Seleccione un lugar en las instalaciones de la UNAH. Encienda el medidor y espere a que se complete el 4to ciclo antes de anotar el valor (anote el valor máximo).

Lectura: _____ $\mu\text{Sv/h}$ (microsievert por hora)

Ubicación: _____

Actividad 4

Medición de la concentración de gas radón

(radiación ionizante)

Utilice un **medidor acumulativo de radón**. Este dispositivo mide la concentración de gas radón en picocuries por litro de aire o “pCi/L”. Desplácese al sitio donde se encuentra instalado y anote el valor registrado.

Lectura: _____ pCi/L (picocuries por litro de aire)

Ubicación: _____

Discusión en grupo

1. Al considerar los escapes de ondas electromagnéticas ¿qué recomendaría usted a los usuarios de horno microondas al calentar sus alimentos?

.....

.....

.....

.....

2. ¿Conocía y entendía el índice SAR de los celulares, antes de realizar esta práctica?
¿Conocía el índice SAR de su celular?

.....

.....

.....

.....

3. ¿Qué documento podría brindarle información sobre el índice SAR de un celular en particular?

.....

.....

.....

.....

4. ¿Ha experimentado alguna molestia en su cuerpo después de una llamada de larga duración utilizando un celular? Explique.

.....

.....

.....

.....

5. ¿Ha experimentado alguna molestia en su cuerpo al portar el celular en las bolsas del pantalón o camisa? Explique.

.....

.....

.....

.....

6. Mencione el nombre de una aplicación para celulares que le advierta de la exposición elevada a radiofrecuencias.

.....

.....

.....

.....

7. Investigue cuál es el límite de seguridad recomendado de un enrutador (*router*) wifi casero.

.....

.....

.....

.....

8. Escriba un ejemplo de la distancia mínima a la que se debe usar un celular para que este cumpla con los límites de exposición a radiofrecuencias.

.....

.....

.....

.....

9. En relación a la radiación ionizante, ¿cómo se ioniza un átomo?

.....

.....

.....

.....

10. El valor registrado de radioactividad en el medidor RADEX, ¿está dentro del rango normal de radioactividad natural? ¿Qué factores podrían provocar una lectura mayor de lo normal?

.....

.....

.....

.....

11. El valor registrado en el medidor acumulativo de radón, ¿está dentro del rango normal de gas radón? ¿En qué tipo de instalaciones podría detectarse valores más altos?

.....
.....
.....
.....

12. ¿Qué equipos se utilizan en Honduras que son fuentes de radioactividad?

.....
.....
.....
.....

13. Mencionen casos de accidentes radiológicos en América Latina.

.....
.....
.....
.....

DEGT-UNAH

Anexo

¿Cómo obtener información técnica de un celular en la página web de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos?

1. Busque el FCC-ID de su celular debajo de la cubierta de la batería. Ejemplo:

FCC ID IHDT56PG1

2. Ingrese a la página de la FCC (FCC ID Application Database)

<https://fccid.io/>

3. En la ventana de búsqueda (FCC ID Lookup) anote el FCC-ID de su celular. Haga clic en SEARCH. Esta acción desplegará un listado de documentos.
4. Busque el documento RF EXPOSURE, para conocer los datos del SAR para su celular.
5. Busque el documento INTERNAL PHOTOS, para conocer la ubicación de las antenas emisoras de radiación electromagnética.

DEGT-UNAH

DEGT-UNAH

ISBN 978-99979-0-082-1



9 789979 00821

Ueditorial
universitaria



Derechos Reservados