



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS SANITARIOS

Del 10 al 13 de Abril de 2007

APUNTES GENERALES

CI-064

Instructor: Biol. Marcelo Rojas Oropeza

COFEPRIS

ABRIL DE 2007

GLOSARIO AMBIENTAL

He aquí un vocabulario básico de términos ambientales, con el cual debe familiarizarse cualquier persona interesada o relacionada con la temática del medio ambiente, la conservación de los recursos naturales, la educación ambiental, riesgo ambiental o el desarrollo sostenible.

Acuífero: Formación geológica de la corteza terrestre en la que se acumulan las aguas infiltradas, de afluencia o de condensación.

Agenda 21: Es un programa para el desarrollo sustentable, fruto de la Cumbre de Río en 1992. Se resume en un texto de 40 capítulos, cuyo objetivo principal es lograr el cambio de conducta que debe tener la humanidad con respecto a la interacción con el medio ambiente.

Agente causal: Cualquier elemento que actúe como causa determinante y sea capaz de producir una desviación de la salud. Habitualmente los agentes se clasifican en físicos, químicos, biológicos y sociales. Constituye el primer eslabón en la cadena de transmisión de las enfermedades. Los agentes causales de los procesos infecciosos son agentes biológicos, es decir, organismos patógenos que constituyen un grupo de seres vivos capaces de parasitar al hombre y producir una infección o una enfermedad infecciosa.

Agente infeccioso: Microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso.

Agricultura ecológica o biológica: Es la producción agrícola que se lleva a cabo sin productos químicos de síntesis. Promueve la utilización de abonos orgánicos o verdes, así como también la agricultura de policultivos, la conservación de bosques como protectores, y el mantenimiento de las variedades locales de cultivo. El producto final se considera más nutritivo y menos contaminado.

Agua potable: Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.

Agua: Líquido inodoro, incoloro e insípido, ampliamente distribuido en la naturaleza. Representa alrededor del 70% de la superficie de la Tierra. Componente esencial de los seres vivos. Está presente en el planeta en cada ser humano, bajo la forma de una multitud de flujos microscópicos.

Aguas residuales: También llamadas "aguas negras". Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.

Agujero en la capa de ozono: Pérdida periódica de ozono en las capas superiores de la atmósfera por encima de la Antártida. El llamado agujero de la capa de ozono (cuya función es la protección contra las radiaciones ultravioletas emitidas por el sol) se presenta durante la primavera antártica y dura varios meses antes de cerrarse de nuevo. Ciertos productos químicos llamados clorofluorocarbonos, o CFC (compuestos del flúor) usados durante largo tiempo como refrigerantes y como propelentes en los aerosoles, representan una amenaza para la capa de ozono.

Aire: Capa delgada de gases que cubre La Tierra y está conformado por nitrógeno, oxígeno y otros gases como el bióxido de carbono, vapor de agua y gases inertes. Es esencial para la vida de los seres vivos. El Hombre inhala 14.000 litros de aire al día.

Amazonia: Se denomina a la zona de Sudamérica ubicada en la parte septentrional central del continente. Comprende parte de Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Guayana, Perú, Bolivia, Surinam y Venezuela.

Por su extensión está considerada la "*Reserva Forestal del Mundo*". La superficie aproximada es de 6 millones de Km².

Ambiente: Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo, a los cuales este responde de una manera determinada. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua). Todo en su conjunto condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos.

Aprovechamiento de los residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía.

Atmósfera: Es la envoltura gaseosa del planeta Tierra. Está conformada por un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y otros elementos como el argón, dióxido de carbono, trazos de gases nobles como neón, helio, kriptón, xenón, además de cantidades aún menores de hidrógeno libre, metano, y óxido nitroso.

Basura nuclear: Complejo total de residuos radiactivos producidos por reactores atómicos. Generalmente son guardados en tambores o "contenedores" de concreto (impermeables a la radiación) y enterrados en el subsuelo.

Basura: Desechos, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. En la naturaleza, la basura no sólo afea el paisaje, sino que además lo daña; por ejemplo puede contaminar las aguas subterráneas, los mares, los ríos etc.

Bioaugmentación: (Técnica de biorremediación). Consiste en la adición de microorganismos vivos que tienen la capacidad de degradar el contaminante en cuestión y así promover su biodegradación o biotransformación.

Biocida: Sustancia química de amplio espectro de acción, capaz de destruir los organismos vivos. Son biocidas los insecticidas, herbicidas, fungicidas y plaguicidas en general. Produce efectos a corto plazo, ya que hongos, insectos y plantas no deseados desarrollan formas resistentes al cabo de un tiempo.

Biodegradable: Sustancia que puede descomponerse a través de procesos biológicos realizados por acción de la digestión efectuada por microorganismos aerobios y anaerobios. La biodegradabilidad de los materiales depende de su estructura física y química. Así el plástico es menos biodegradable que el papel y este a su vez menos que los detritos.

Biodegradación en fase sólida: (Técnica de biorremediación). Este tipo de tecnología generalmente se lleva a cabo *ex situ*, e incluye el composteo, las pilas estáticas y las pilas alargadas que se describe con detalle más adelante.

Biodegradación: Proceso natural mediante el cual bacterias u otros microorganismos alteran y convierten moléculas orgánicas en otras sustancias, como ácidos grasos y CO₂.

Biodiversidad: Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y diversidad de especies vivas en el planeta. Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

Bioenergía: Es la energía que se puede aprovechar de la biomasa. Por ejemplo, se puede comprimir paja y restos de madera o aprovechar el gas y el excremento de los establos.

Bioestimulación: (Técnica de biorremediación). Implica la adición de oxígeno y/o nutrientes en el suelo contaminado con el fin de estimular la actividad de los microorganismos autóctonos y con ello la biodegradación de los contaminantes.

Biogás: Gas producido en el proceso de fermentación de los detritos orgánicos. Es una tecnología alternativa de bajo coste que disminuye la dependencia de los combustibles fósiles y otras energías no renovables, por lo que es ideal para pequeñas comunidades rurales y de bajo poder adquisitivo.

Biolabranza: (Técnica de biorremediación). El suelo contaminado se mezcla con agentes de volumen y nutrientes, y se remueve (labra) periódicamente para favorecer su aireación. Durante la biolabranza, el suelo contaminado se mezcla con suelo limpio.

Bioma: Es una gran comunidad unitaria caracterizada por el tipo de plantas y animales que alberga. En oposición, el término ecosistema se define como una unidad natural de partes vivas y no vivas que interactúan para formar un sistema estable en el cual el intercambio de materiales sigue una vía circular. Así, un ecosistema podría ser un pequeño estanque a una amplia zona coextensiva con un bioma, pero que incluye no sólo el medio físico, sino también las poblaciones de microorganismos, plantas y animales.

Biomasa: Es la totalidad de sustancias orgánicas de seres vivos (animales y plantas): elementos de la agricultura y de la silvicultura, del jardín y de la cocina, así como excremento de personas y animales. La biomasa se puede utilizar como materia prima renovable y como energía material. Así se origina el biogás: cuando se pudren la basura, que se pueden utilizar para la calefacción.

Biorreactores: Es la tecnología más adecuada para casos en que los peligros potenciales de descargas y emisiones sean serios. Permite la combinación controlada y eficiente de procesos químicos, físicos y biológicos, que mejoran y aceleran la biodegradación.

Biorregionalismo: Movimiento que propugna la sustitución de los estados-nación por biorregiones (esto es, áreas del planeta definidas por características naturales comunes) como marcos de asentamiento y de actividad humana. En estas biorregiones el ser humano debería integrarse en los procesos naturales.

Biorremediación: Adición de materiales a ambientes contaminados para producir una aceleración del proceso natural de biodegradación.

Bioseguridad: Reducción máxima de los riesgos derivados de la comercialización de cualquier producto sometido a manipulaciones genéticas.

Biosfera: Conjunto de todas las zonas de nuestro planeta (hidrosfera, litosfera y atmósfera) donde viven los organismos, o seres vivos, los cuales presentan una estructura con determinadas relaciones entre sus componentes. Se considera como un mosaico de ecosistemas.

Biota: Es el conjunto formado por la fauna y flora de una región.

Biotecnología: Es el proceso de técnicas biológicas de manipulación genética de los organismos, encaminado a la producción de bienes y servicios, utilizando organismos (incluyendo al hombre), parte de esos organismos (células, genomas, genes) o productos (enzimas, proteínas y metabolitos secundarios entre otros), lo que trae como consecuencia un avance científico para el desarrollo de las especies.

Bioventeo: (Técnica de biorremediación). Consiste en estimular la biodegradación aerobia de un contaminante por medio del suministro de aire en el sitio contaminado.

Bosque tropical: También llamado selva húmeda. El bioma más complejo de la Tierra, caracterizado por una gran diversidad de especies, alta precipitación durante el año y temperaturas cálidas. Las precipitaciones pluviales pueden llegar a 100 mm en cuestión de minutos. El bosque de hoja ancha se mantiene verde durante todo el año.

Cadena alimenticia: Denominada también cadena trófica, es una representación abstracta del paso de la energía y de los nutrientes a través de las poblaciones de una comunidad. Asegura el paso de transferencias o sustancias alimenticias (tróficos) entre seres vivientes.

Cadena epidemiológica o cadena de transmisión: Es la forma de representación en un modelo epidemiológico de los factores (eslabones) que intervienen en la génesis de todas las enfermedades transmisibles. Los seis factores básicos que estructuran la cadena son los siguientes: agente causal, reservorio, puerta de salida, vía o mecanismo de transmisión, puerta de entrada y organismo susceptible.

Calentamiento global: Es la alteración (aumento) de la temperatura del planeta, producto de la intensa actividad humana en los últimos 100 años. El incremento de la temperatura puede modificar la composición de los pisos térmicos, alterar las estaciones de lluvia y aumentar el nivel del mar.

Cambio climático: Alteraciones de los ciclos climáticos naturales del planeta por efecto de la actividad humana, especialmente las emisiones masivas de CO₂ a la atmósfera provocadas por las actividades industriales intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles.

Capa de ozono: Capa compuesta por ozono que protege a la Tierra de los daños causados por las radiaciones ultravioleta procedentes del sol. Si desapareciera esta capa las radiaciones esterilizarían la superficie del globo y aniquilarían toda la vida terrestre.

Caracterización de sitios contaminados: Es la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación.

Carta de la tierra: Declaración de principios éticos fundamentales y guía práctica de significado duradero, ampliamente compartida por todos los pueblos. De forma similar a la Declaración Universal de las Naciones Unidas, la Carta se utiliza como un código universal de conducta para guiar a las naciones hacia el desarrollo sostenible. Es un llamado a la acción que añade nuevas y significativas dimensiones a lo que ha sido expresado en acuerdos y declaraciones previas sobre medio ambiente y desarrollo.

Ciclo hidrológico: Es un movimiento continuo a través del cual el agua se evapora del océano y los demás cuerpos de agua, se condensa y cae en forma de precipitación sobre la tierra; después, esta última puede subir a la atmósfera por evaporación o transpiración, o bien regresar al océano a través de las aguas superficiales o subterráneas.

Clorofluorocarbonos (CFC): Sustancias químicas utilizadas para producir aerosoles, espuma plástica, equipos refrigerantes y chips de computadores. Son la causa principal del adelgazamiento del ozono atmosférico y también contribuyen al efecto invernadero

Consumo responsable: Consumo de productos y servicios generados en el tercer mundo por parte de personas de los países ricos, que tiene en cuenta las condiciones laborales y ambientales en que esta producción se ha llevado a cabo.

Contaminación atmosférica: Es la presencia en el ambiente de cualquier sustancia química, objetos, partículas, o microorganismos que alteran la calidad ambiental y la posibilidad de vida. Las causas de la contaminación pueden ser naturales o producidas por el hombre. Se debe principalmente a las fuentes de combustible fósil y la emisión de partículas y gases industriales. El problema de la contaminación atmosférica hace relación a la densidad de partículas o gases y a la capacidad de dispersión de las mismas, teniendo en cuenta la formación de lluvia ácida y sus posibles efectos sobre los ecosistemas.

Contaminación biológica: Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las mas conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomielitis, meningitis, colitis y otras infecciones.

Contaminación del suelo: Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.

Contaminación hídrica: Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

Contaminación radioactiva: Es aquella contaminación producida por los desechos de la energía nuclear y causada por las centrales termonucleares que arrojan elementos tóxicos, los cuales se acumulan en el aire, en el agua o en el suelo. Entre los elementos radioactivos se encuentran el estroncio, el yodo, el uranio, el radio, el cesio, el plutonio y el cobalto.

Contaminación sónica: También llamada contaminación acústica. Más intangible pero no menos importante en un análisis ambiental, es la medición en la contaminación por ruido. Se produce más que todo en el espacio urbano.

Contaminación visual: Es aquella contaminación producida sobre el paisaje y el espacio público de los centros urbanos.

Contaminación: (Del latín contaminare = manchar). Es un cambio perjudicial en las características químicas, físicas y biológicas de un ambiente o entorno. Afecta o puede afectar la vida de los organismos y en especial la humana. Presencia en el ambiente de una o más sustancias o de cualquier combinación de ellas que perjudique o resulte nocivo a la vida, la salud y el bienestar humano, así como a la flora y la fauna, o que degraden la calidad del aire, del agua, del suelo o de los bienes y recursos en general.

Contaminador-pagador: Según el principio de "quien contamina, paga", el causante de cualquier tipo de contaminación debe pagar los costes de los perjuicios que su acción ha provocado en el medio ambiente.

Contaminante: Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

Control biológico: Es la utilización de parásitos, depredadores, competidores o enemigos naturales para regular las poblaciones de animales e insectos plagas y mantener las poblaciones de éstos a un nivel que no causeñ perjuicios significativos.

Cuenca hidrográfica: Es una porción del terreno definido, por donde discurren las aguas en forma continua o intermitente hacia un río mayor, un lago o el mar.

Cultivo intensivo: Es cuando se utiliza un terreno para cultivar muchas veces seguidas, disminuyendo los períodos de descanso de la tierra. El resultado es el empobrecimiento del suelo, pues todos los nutrientes son absorbidos por las plantas sin tiempo para recuperarlos.

Daño a la salud: Es el indicador negativo de cómo se objetiviza el nivel de salud de la población. Se refleja a través de las tasas de morbilidad y mortalidad.

Daño ambiental: Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al ambiente o a uno o más de sus componentes. (Ley Ambiental del Distrito Federal).

Darwinismo: Teoría de la evolución de las especies propuesta por Charles Darwin, basada en la variación continua de los individuos de una misma especie y en la selección natural ligada a la supervivencia del más apto.

Deforestación: Término aplicado a la desaparición o disminución de las superficies cubiertas por bosques, hecho que tiende a aumentar en todo el mundo. Las acciones indiscriminadas del hombre ante la necesidad de producir madera, pasta de papel, y el uso como combustible, junto con la creciente extensión de las superficies destinadas a cultivos y pastoreo excesivo, son los responsables de este retroceso. Tiene como resultado la degradación del suelo y del tipo de vegetación que se reduce a arbustos medianos y herbáceos con tendencia a la desertización.

Degradación de suelos: Disminución en la capacidad inherente de un suelo para producir beneficios económicos y cumplir con sus funciones ecológicas. Las principales causas de su degradación son: Cambio de uso de suelo por: deforestación, sobrepastoreo prácticas agrícolas, sobreexplotación, actividades Industriales, sellamiento y desertificación.

Delito ambiental: Es la conducta descrita en una norma de carácter penal cuya consecuencia es la degradación de la salud de la población, de la calidad de vida de la misma o del ambiente, y que se encuentra sancionada con una pena determinada.

Desarrollo sostenible: Es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Al mismo tiempo que distribuye de forma más equitativa las ventajas del progreso económico, preserva el medio ambiente local y global y fomenta una auténtica mejora de la calidad de vida.

Desechos tóxicos: También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.

Desertificación: Proceso por el cual un territorio que no posee las condiciones climáticas de un desierto adquiere las características de éste, como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal y también a causa de una fuerte erosión. La sobreexplotación de los suelos, el abuso de pesticidas y plaguicidas, el pastoreo excesivo y la tala indiscriminada de árboles son factores que favorecen la desertificación.

Dioxinas: Sustancias tóxicas persistentes (dificilmente degradables); bioacumulativas (se acumulan en todos los niveles de la cadena trófica siendo los niveles superiores -mamíferos- los que presentan mayores concentraciones); lipofílicas (se acumulan en los tejidos grasos). En situaciones de estrés se liberan al sistema circulatorio; cancerígenas, disminuyen el sistema inmunitario del organismo (o de defensas) y producen trastornos en la reproducción en mamíferos, incluyendo el ser humano. Las dioxinas afectan especialmente a los fetos y a los bebés lactantes, que las ingieren a través de la leche materna.

Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

Disturbio: Evento que produce un cambio significativo en el funcionamiento de un ecosistema. Pueden ser de origen natural como los terremotos, inundaciones, incendios, extinciones, o bien por efecto de actividades antropogénicas.

Ecocidio: Atentado contra la naturaleza. Muerte del ecosistema, o de la relación entre los organismos y su ambiente.

Ecoetiquetaje: Asignación, por parte de un organismo competente, de etiquetas acreditativas de que un producto ha sido producido de manera totalmente respetuosa con el medio ambiente.

Ecofeminismo: Teoría que postula la existencia de una interconexión entre la degradación del medio ambiente y la dominación de la mujer, fenómenos ambos resultantes de un mismo proceso de alienación.

Ecología humana: Estudio de las relaciones entre el hombre y su medio ambiente.

Ecología: Ciencia que estudia a los seres vivos en sus distintos niveles de organización y sus interrelaciones entre ellos y con el medio ambiente.

Ecologismo: Movimiento social heterogéneo que reivindica la protección del medio ambiente.

Economía de agua: Conjunto de medidas para la regulación y la conservación de las reservas del agua.

Economía del medio: Ciencia económica que incluye parámetros ecológicos.

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

Ecotasa: Impuesto cargado sobre la producción y/o el consumo, cuyo destino es financiar los costes de reparación de los perjuicios ocasionados al medio ambiente por dicha producción y/o consumo

Ecotopía: Una utopía concebida bajo presupuestos o ideales ecologistas. Es también el título de una conocida y exitosa novela de ciencia ficción que relata la vida de una comunidad autogestionaria e independiente en la Norteamérica del futuro inmediato.

Educación ambiental: Acción y efecto de formar e informar a colectividades sobre todo lo relacionado con la definición, conservación y restauración de los distintos elementos que componen el medio ambiente.

Efecto invernadero: Calentamiento progresivo del planeta provocado por la acción humana sobre medio ambiente, debido fundamentalmente las emisiones de CO₂ resultantes de las actividades industriales intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles.

Efecto tóxico: Se define como efecto tóxico o respuesta tóxica, cualquier desviación del funcionamiento normal del organismo que ha sido producida por la exposición a sustancias tóxicas. Sólo se consideran como desviaciones significativas los cambios irreversibles o los cambios que permanecen por un período prolongado después de que la exposición ha cesado. Por ejemplo, la variación en la relación de masa hepática a masa corporal es una respuesta tóxica, porque persiste varios días o semanas después de que la exposición terminó. El incremento en grasa hepática no se considera como cambio significativo, porque

desaparece en una cuantas horas. Los tóxicos se clasifican en: cancerígenos, no-cancerígenos y tóxicos para el desarrollo.

Energía alternativa: También llamada renovable. Energía que se renueva siempre, como por ejemplo la energía solar, la eólica, la fuerza hidráulica, la biomasa, o la geotérmica (calor de las profundidades).

Enfermedad transmisible: Es cualquier enfermedad causada por un agente infeccioso específico o sus productos tóxicos, que se manifiestan por la transmisión de este agente o sus productos, de un reservorio a un huésped susceptible, ya sea directamente de una persona o animal infectado o indirectamente por medio de un huésped intermediario, de naturaleza vegetal o animal, de un vector o del medio ambiente inanimado.

Envase: Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo.

Erosión: Pérdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándola sin capacidad para sustentar la vida. La erosión tiene un lugar en lapsos muy cortos y esta favorecida por la pérdida de la cobertura vegetal o la aplicación de técnicas inapropiadas en el manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

Estudio de impacto ambiental: Es el conjunto de información que se deberá presentar ante la autoridad ambiental competente y la petición de la licencia ambiental.

Evaluación del riesgo ambiental: Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman.

Extinción: Proceso que afecta a muchas especies animales y vegetales, amenazando su supervivencia, principalmente a causa de la acción del hombre, que ha ido transformando y reduciendo su medio natural.

Fertilización: Método de biorremediación de adición de nutrientes, como N o P a un medio contaminado para estimular el crecimiento de microorganismos nativos.

Fitorremediación: (Técnica de biorremediación). Es un proceso que utiliza plantas para remover, transferir, estabilizar, concentrar y/o destruir contaminantes (orgánicos e inorgánicos) en suelos o sedimentos.

Fuente de infección: Es generalmente un elemento inanimado del cual los agentes causales de las enfermedades pasan inmediatamente al huésped susceptible, o sea, la fuente de infección es el elemento infectante para el hombre.

Gases de invernadero: Gases como el dióxido de carbono o el metano que se encuentran en la troposfera y que actúan como un techo que controla el ritmo de escape del calor de sol, desde la superficie terrestre.

GEF: Siglas en inglés de Fondo Mundial para el Ambiente. Fue creado en 1990 y otorga donaciones a proyectos de investigación.

Generación: Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.

Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo

Genética: Ciencia que trata del estudio de las propiedades y diferencias innatas que determinan la herencia. Este estudio está íntimamente relacionado con materias relevantes como citología, y reproducción.

Gestión ambiental: Es el conjunto de las actividades humanas que tiene por objeto el ordenamiento del ambiente y sus componentes principales, como son: la política, el derecho y la administración ambiental.

Hábitat: Lugar o área ecológicamente homogénea donde se cría una planta o animal determinado. Sinónimo de biotopo.

Hospedero o huésped: Se denomina así a la persona o animal vivo que en circunstancias naturales permite la subsistencia o el alojamiento de un agente patogénico.

Humedal: Este término engloba una amplia variedad de ambientes, que comparten una propiedad que los diferencia de los ecosistemas terrestres: la presencia del agua como elemento característico, la cual juega un rol fundamental en la determinación de su estructura y funciones ecológicas. La Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) define estos ambientes como: "las extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Humus: Está formado por todas las sustancias orgánicas que están tanto en el suelo como encima de él, y que se han formado por la descomposición de plantas muertas. Tiene una gran cantidad de componentes que son esenciales para el desarrollo de las plantas y que ellas absorben por las raíces.

Impacto ambiental: Es la repercusión de las modificaciones en los factores del Medio Ambiente, sobre la salud y bienestar humanos. Y es respecto al bienestar donde se evalúa la calidad de vida, bienes y patrimonio cultural, y concepciones estéticas, como elementos de valoración del impacto.

Incineración: Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica; en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirólisis, la gasificación y el plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno.

Infección: Alojamiento, desarrollo o multiplicación de un agente infeccioso en un huésped.

Infectividad: Es la propiedad del agente de poder alojarse y multiplicarse (infectar) dentro de un huésped. Se mide por el número mínimo de partículas infecciosas que se requiere para producir una infección.

Inoculación: Adición de microorganismos a un sitio contaminado, los cuales pueden adicionarse junto con nutrientes.

Inversión térmica: Fenómeno climático en que el aire cerca de la tierra, que ~~contiene~~ toda la contaminación, se hace más frío que la capa de aire más alta. Esta situación impide que el aire circule hacia arriba y atrapa todos los contaminantes cerca de la tierra.

Licencia ambiental: Es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia, de los requisitos que la

misma establezca, relacionadas con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada.

Limnología: Ciencia que estudia las aguas dulces o continentales (lagos, lagunas, embalses y ríos) desde el punto de vista físico, químico y biológico y sus influencias sobre los seres vivos que las habitan.

Lixiviados: Líquidos tóxicos y altamente contaminantes generados por la filtración del agua de lluvia entre los detritos de un vertedero. Se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representando un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

Lluvia ácida: Fenómeno contaminante que se produce al combinarse el vapor de agua atmosférico con óxidos de azufre y de nitrógeno, formando ácido sulfúrico y ácido nítrico. Cuando estos caen sobre la superficie en las diversas formas de precipitación, afectan negativamente a los lagos, los árboles y otras entidades biológicas que están en contacto habitual con las precipitaciones. Estas reacciones se producen sobre las zonas donde se quemaban combustibles fósiles, como aquellas en que hay centrales termoeléctricas o complejos industriales.

Manejo integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización y de eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

Manglar: Ecosistema de características, muy complejas que se encuentra en algunas costas tropicales. Puede decirse que es el bosque de las costas tropicales. Es uno de los ecosistemas más productivos del planeta, ofrece protección a las costas y sirve de hábitat a gran diversidad de especies de plantas y animales.

Material: Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que estos generan.

Medio ambiente: Es el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.

Minimización de sustancias peligrosas: Se refiere a cualquier técnica de gestión que contribuya a la reducción de la masa o peligrosidad de las sustancias con cualquiera de las características que las hacen ser definidas como peligrosas (corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas).

Modernización ecológica: Doctrina y práctica que aboga por la implantación de nuevas tecnologías respetuosas con el medio ambiente en procesos de modernización de economías tercermundistas, o de reequipamientos tecnológicos de los países ricos.

Monóxido de carbono: Gas incoloro e inodoro, muy venenoso, que se produce por combustión de los motores y por tanto constituye un grave problema de contaminación de las ciudades, debido al exceso de vehículos.

Naturaleza: Es el hábitat donde confluyen la vida animal, vegetal y mineral.

Nicho ecológico: Es un término más amplio que hábitat, pues designa no sólo el lugar donde viven los organismos, sino también el papel funcional que desempeñan como miembros de la comunidad.

OMG: Organismo Modificado Genéticamente. Cualquier organismo cuyo material genético ha sido modificado de una manera que no se produce de forma natural en el apareamiento (multiplicación) o en la recombinación natural. Se clasifican como de alto riesgo o de bajo riesgo, atendiendo a su naturaleza, a la del organismo receptor o parenteral, y a las características del vector y del inserto utilizados en la operación.

Organismo susceptible: Constituye el último eslabón (sexto) de la cadena de transmisión de las enfermedades. En las enfermedades transmisibles, es cualquier humano o animal que supuestamente no posee resistencia contra un agente infeccioso determinado que lo proteja contra la enfermedad si llega a estar en contacto con el agente causal.

Parques naturales: Áreas naturales, poco transformadas por la explotación u ocupación humana que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente.

Patogenicidad: Capacidad de un agente de producir enfermedad en un hospedero susceptible.

Patógeno: Un agente, generalmente infeccioso, capaz de causar enfermedad.

Peligro: Propiedad intrínseca de las sustancias o agentes de tipo corrosiva, reactiva, explosiva, tóxica o infecciosa que, independientemente de su estado físico, si hay exposición de los seres vivos, el ambiente o los recursos naturales se convierte en un riesgo para los mismos.

Plan de manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

Plancton: Conjunto de organismos flotantes del reino animal que viven prácticamente en todas las aguas naturales. Conjunto de seres vivos, animales y vegetales, generalmente microscópicos, que flotan a la deriva en las aguas dulces y marinas.

Población: Conjunto de individuos perteneciente a una misma especie, que coexisten en un área en la que se dan condiciones que satisfacen sus necesidades de vida.

Prevención a la salud: Todas las actividades emprendidas para mantener la salud de un individuo o una comunidad. La prevención se divide en tres niveles: 1) primaria: incluye la promoción, delimitación del daño de la salud y protección específica, 2) secundaria: abarca el diagnóstico temprano y el tratamiento oportuno, y c) rehabilitación o evitar complicaciones. El primer nivel puede erradicar los padecimientos (ej. vacunas); el segundo reducirlos (ej. detección temprana del cáncer de mama y su rápido tratamiento) y el tercero controlarlos (Ej. medicamentos para controlar enfermedades crónicas).

Prevención al ambiente: Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente. (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). La Prevención de la contaminación abarca las numerosas actividades que contribuyen a disminuir la generación de residuos peligrosos. Estas actividades pueden ser estudiadas desde muy diversos ángulos: la minimización o la reducción de residuos, la reducción en el lugar de origen, la desviación de residuos, el reciclaje o la reutilización.

Problema ambiental: Daño aparente, real o potencial al medio ambiente que no está acompañado de acción popular.

Puerta de entrada del agente causal: Quinto eslabón de la cadena de transmisión. Corresponde al lugar o localización exacta del cuerpo del ser vivo susceptible, por donde penetran los agentes causales de las enfermedades transmisibles.

Puerta de salida del agente causal: Tercer eslabón de la cadena de transmisión. Recibe este nombre el lugar o sitio del reservorio por donde salen al medio ambiente los agentes causales de las enfermedades transmisibles. Las puertas de salida pueden ser naturales y artificiales, entre las primeras se incluyen las fosas nasales, la boca, la piel y las mucosas lesionadas, así como también el ano, el meato urinario y el introito vaginal. Las artificiales son mecánicas, pues se originan por la ruptura traumática de la piel y las mucosas.

Radiación ultravioleta (UV): Radiaciones de onda corta de entre 10 y 390 nanómetros, concentrando mucha energía. La mayor fuente de radiación ultravioleta sobre la superficie de la Tierra es la radiación solar.

Reciclaje: Consiste en convertir materiales ya utilizados en materias primas para fabricar nuevos productos. Transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.

Recursos naturales: Son aquellos bienes existentes en la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico. Tales recursos son: El aire, la energía, los minerales, los ríos, la flora, la fauna, etc.

Recursos no renovables: Son aquellos bienes que existen en la Tierra en cantidades limitadas. En su mayoría son minerales tales como el petróleo, el oro, el platino, el cobre, el gas natural, el carbón, etc.

Recursos renovables: Son aquellos bienes que existen en la Tierra y que no se agotan, tales como el aire, el viento, el agua del mar. Se reproducen solos o con la ayuda del hombre.

Relleno sanitario: También se denomina vertedero. Centro de disposición final de los residuos que genera una zona urbana determinada y que reúne todos los requisitos sanitarios necesarios. Allí se controlan y se recuperan los gases y otras sustancias generados por los residuos y se aplican técnicas adecuadas de impermeabilización y monitoreo.

Reloj biológico: Es una respuesta fisiológica constante y periódica, que se cree puede ser de origen intracelular en sincronización con sentidos ecológicos, es decir, a ritmos que corresponden a movimientos de la Luna, la Tierra y a fluctuaciones ambientales.

Reserva natural: Área en la cual existen condiciones primitivas de flora y fauna.

Reservorio: Es la guarida natural donde habita el agente causal y de la cual depende su supervivencia, multiplicación y reproducción; está representado, por el hombre, los animales y excepcionalmente por un elemento inanimado, a partir de los cuales puede ser transmitido a un huésped susceptible. Representa el segundo eslabón en la cadena de transmisión de cualquier enfermedad.

Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.

Residuos biocontaminados: Materiales de desecho generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes infecciosos que si encuentran condiciones propicias (vía de transmisión, puerta de entrada y huésped susceptible) puedan causar efectos nocivos a la salud, o al ambiente.

Residuos hospitalarios: Distintas variedades de desechos generados en establecimientos de salud, como consecuencia del funcionamiento de los mismos.

Residuos infecciosos: Residuos que contiene gérmenes patógenos en cantidad y con virulencia suficiente como para que la exposición de un huésped susceptible al residuo pueda dar lugar a una enfermedad infecciosa.

Residuos patológicos: Residuos en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso que presentan características de toxicidad y/o actividad biológica que pueden afectar directa o indirectamente a los seres vivos y causar contaminación del suelo, el agua o la atmósfera.

Residuos peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

Residuos sólidos patógenos: Residuos que por sus características y composición pueden ser reservorios o vehículos de infección a los seres humanos.

Residuos sólidos tóxicos: Residuos que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, pueden causar daño y aún la muerte a los seres vivientes o pueden provocar contaminación ambiental.

Residuos sólidos urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques. Los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

Resilience: Término en ecología usado a finales de los 60's. Dos acepciones: 1) Plasticidad en equilibrio o estabilidad cercana al mismo, en la que la velocidad o tasa para regresar al equilibrio es una medida de esta plasticidad; y 2) Plasticidad del ecosistema como una medida de la magnitud del disturbio que puede ser incorporada a un sistema antes de que éste cambie su estructura

Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación.

Riesgo a la salud: Probabilidad de enfermar o morir en una comunidad. La condición que aumenta esta probabilidad se denomina factor de riesgo.

Riesgo ambiental: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasione efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

Riesgo: es la probabilidad de que ocurra algo con consecuencias negativas (EPA 2001). Los riesgos nos rodean en la vida diaria y existen a cierto nivel en todas las actividades que realizamos: corremos un riesgo al manejar un automóvil, al poner dinero en la bolsa de valores o al ingerir un medicamento.

Saneamiento ambiental: Una serie de medidas encaminadas a controlar, reducir o eliminar la contaminación, con el fin de lograr mejor calidad de vida para los seres vivos y especialmente para el hombre.

Saneamiento básico: Es la ejecución de obras de acueductos urbanos y rurales, alcantarillados, tratamiento de aguas, manejo y disposición de desechos líquidos y sólidos, así como la generación de energía alternativa.

Saneamiento: Control de todos los procesos físicos, químicos, mecánicos y biológicos cuyas influencias o factores ejercen de manera directa o indirecta un efecto significativo sobre la salud física, mental y social; así como sobre el bienestar del hombre y la sociedad.

Seguridad alimentaria: Disponibilidad en todo momento de suficientes suministros mundiales de alimentos básicos, para mantener una expansión permanente del consumo alimentario y para contrarrestar las fluctuaciones en la producción y los precios.

Silvicultura: Es la ciencia aplicada que se ocupa del tratamiento de masas arboladas y bosques con fines de explotación y conservación.

Sistema ecológico: El sistema ecológico está constituido por los seres vivos y el medio físico en que estos existen. En él se dan relaciones de interdependencia basadas en una interacción recursiva que se extiende desde hace más de 5 mil millones de años en nuestro planeta.

Smog: Tipo de contaminación atmosférica que se caracteriza por la formación de nieblas de sustancias agresivas para la salud y el medio ambiente, combinadas con una gran condensación de vapor de agua. La palabra smog es la contracción de las palabras inglesas smoke (humo) y fog (niebla). Se produce a causa de la inversión térmica en épocas de estabilidad atmosférica.

Sostenibilidad: Proceso de racionalización de las condiciones sociales, económicas, educativas, jurídicas, éticas, morales y ecológicas fundamentales que posibiliten la adecuación del incremento de las riquezas en beneficios de la sociedad sin afectar al medio ambiente, para garantizar el bienestar de las generaciones futuras. También puede denominarse sustentabilidad.

Suelo: Recurso básico para el mantenimiento de un ecosistema diverso, productivo que sustente los servicios que ofrece. La calidad del suelo se determina por sus características físicas, químicas, biológicas y la interacción entre estos tres niveles. Esta dinámica se refleja en la capacidad de cada tipo específico de suelo para transformar las características del agua y el aire dentro de un ecosistema y dar soporte a la producción vegetal, animal y actividades antropogénicas.

Susceptibilidad: Término que refiere el grado de resistencia contra un agente patógeno específico para prevenir una enfermedad cuando se expone el ser vivo al agente.

Susceptible: Cualquier persona o animal que se supone disminuye o pierde su resistencia contra un agente patógeno determinado, y por esta razón puede contraer la enfermedad si se pone en contacto con el mismo.

Toxicidad: Capacidad intrínseca de una sustancia de producir un daño (poco o muy tóxica) La presencia de sustancias tóxicas en un medio ambiente constituye un !PELIGRO!

Tóxico: (Del griego, punta de flecha y, por extensión, veneno que se aplica en la punta de la flecha). Toda sustancia química ajena a un organismo vivo que puede interferir con alguna función de éste; ocasionando algún efecto, que puede ir desde mínimo hasta la muerte.

Toxicología: Estudia los efectos de las toxinas o venenos vegetales, animales y minerales, tanto como tratamiento o intoxicación. El sujeto de estudio es el efecto de una sustancia o condición externa y sus ulteriores efectos en los seres vivos: organismos, sistemas orgánicos, órganos individuales, tejidos, células, unidades subcelulares. Un concepto central de la toxicología es que la toxicidad resulta de una interacción entre la sustancia química y el organismo, por lo que ésta variará según la especie, el tiempo de exposición, la edad, el sexo, la vía de administración y la concentración (dosis).

Transgénico: Producto vegetal que ha sido manipulado genéticamente con el objeto de mejorar su rendimiento productivo y, por lo tanto, la rentabilidad de su explotación. Aún se desconocen los efectos que estas alteraciones genéticas podrían provocar en otras especies, entre ellas la humana.

Tratamiento por esterilización: Procedimiento que permite, mediante radiación térmica, la muerte o inactivación de los agentes infecciosos contenidos en los residuos peligrosos.

Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

Tres Rs: Máxima ecologista para referirse a la necesidad de reducir (el consumo), reutilizar y reciclar.

Turismo ecológico: También llamado ecoturismo. Viaje de placer, respetuoso con el medio ambiente, emprendido con objetivos de conocimiento y disfrute del entorno natural y de sus leyes.

Vector: Es generalmente un artrópodo u otro animal que transmite el agente causal de la enfermedad por inoculación, por mordedura, o depositándolo sobre la piel, los alimentos u otros objetos. El vector puede sufrir la infección o ser portador pasivo o mecánico del agente causal.

Vías o mecanismos de transmisión: Son las distintas formas, modos o mecanismos que tienen que utilizar los agentes biológicos al pasar desde su reservorio hasta el nuevo huésped susceptible. Constituye el cuarto eslabón de la cadena de transmisión. Estas vías de transmisión se clasifican en digestiva, respiratoria, por contacto, por vectores y no bien conocida (ejemplo lepra).

Virulencia: Capacidad que tiene el organismo (agente causal) para producir una reacción patológica severa. No se refiere solamente a la regularidad con que se produce la enfermedad, sino a la severidad.

Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.

Zona de amortiguación o amortiguamiento: Determinadas áreas terrestres o acuáticas situadas alrededor de otras a las que protegen, regulando, resistiendo, absorbiendo o excluyendo desarrollos indeseables, así como otros tipos de intrusiones humanas.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS SANITARIOS

Del 10 al 13 de Abril de 2007

ANEXOS

CI-064

Instructor: Biol. Marcelo Rojas Oropeza
COFEPRIS

ABRIL DE 2007

Estudios ecológicos

Víctor Hugo Borja-Aburto, M.C. M.S.P., Ph.D.⁽¹⁾

Uno de los diseños de estudio más sencillos y frecuentemente empleados en la descripción de la situación de salud o en la investigación de nuevas exposiciones en poblaciones humanas son los estudios ecológicos. Sin embargo, por lo limitado de sus mediciones, pueden ser más susceptibles de sesgos que los estudios que se basan en observaciones individuales. En este trabajo revisaremos los conceptos generales de este tipo de diseños, las limitantes en la inferencia de sus resultados y presentaremos ejemplos de los mismos.

Los estudios ecológicos en epidemiología se distinguen de otros diseños en su unidad de observación, pues se caracterizan por estudiar grupos, más que individuos por separado. Frecuentemente se les denomina estudios exploratorios o generadores de hipótesis, dejando a los diseños experimentales y algunos diseños observacionales la característica de ser estudios etiológicos o probadores de hipótesis. Se les llama también diseños incompletos debido a que, por emplear promedios grupales, frecuentemente se desconoce la distribución conjunta de las características en estudio a nivel de cada individuo.¹ Comúnmente las unidades de observación son diferentes áreas geográficas o diferentes periodos de tiempo en una misma área, a partir de las cuales se comparan las tasas de enfermedad y algunas otras características del grupo.

Es frecuente que ante las primeras sospechas de efectos negativos a la salud por algún producto o condición ambiental se exploren estas asociaciones en el ámbito grupal. Probablemente la principal motivación para los estudios ecológicos es la fácil disponibilidad de los datos; comúnmente se emplean datos

registrados rutinariamente con propósitos administrativos o legales. Así, las instituciones gubernamentales tienen disponibles estadísticas de mortalidad y morbilidad, al igual que datos de los servicios de salud, mediciones ambientales, venta y consumo de productos de los cuales se sospecha algún efecto. El trabajo realizado por Yang y colaboradores² para estudiar la relación entre cloración del agua y bajo peso al nacer es un ejemplo de lo anterior. Los autores compararon la frecuencia de bajo peso al nacer de hijos nacidos de mujeres primíparas en 14 municipios de Taiwán, donde 90% de la población era abastecida con agua clorada, con otros 14 municipios semejantes en sus características sociodemográficas y de urbanización, donde menos de 5% de la población era abastecida con agua clorada.

Otra motivación para los estudios ecológicos es que la comparación entre diversas áreas permite la evaluación de múltiples niveles de exposición, lo cual puede ser imposible en una sola área geográfica cuando se tienen exposiciones casi homogéneas. Siguiendo el ejemplo anterior, sería difícil hacer una comparación de niveles de exposición relevantes a los productos de la cloración entre las mujeres de un mismo municipio cuando la población comparte la misma fuente de suministro de agua.

Los estudios ecológicos han sido empleados por sociólogos y por epidemiólogos en diversas áreas, que van desde las enfermedades cardiovasculares hasta los efectos de la contaminación ambiental. Una revisión de los estudios ecológicos utilizados para investigar la disminución en el consumo de sal en la dieta y la reducción en la presión arterial, así como una

(1) Centro Nacional de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud Pública, México.

Solicitud de sobretiros Dr. Víctor Hugo Borja-Aburto, Centro Nacional de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud Pública, Rancho Guadalupe s/n, 52140 Metepec, Estado de México, México.
Correó electrónico: vborja@insp.mx

comparación con los estudios a nivel individual y ensayos clínicos se puede consultar el trabajo de Law y colaboradores.³

Tipos de estudios ecológicos

Frecuentemente, se clasifica a los estudios ecológicos como exploratorios, de grupos múltiples, de series de tiempo y mixtos.^{4,5}

Estudios exploratorios. En los estudios exploratorios se comparan las tasas de enfermedad entre muchas regiones continuas durante un mismo periodo, o se compara la frecuencia de la enfermedad a través del tiempo en una misma región. En ninguno de los dos casos se hace una comparación formal con otras variables de los grupos, y el único propósito es buscar patrones espaciales o temporales que podrían sugerir hipótesis sobre las causas. Por ejemplo, Lee y colaboradores⁶ estudiaron las tasas de melanoma maligno de piel y mostraron un incremento cercano a 3% por año en las poblaciones de Inglaterra, Canadá y los Estados Unidos de América (EUA), de 1951 a 1971. El análisis por cohorte de nacimiento mostró que este aumento se debe a un incremento en el riesgo de cáncer de piel en las cohortes de nacimiento más recientes. Este trabajo no propone hipótesis sobre los mecanismos de daño, pero sugiere la necesidad de realizar estudios epidemiológicos más detallados. En otro ejemplo, para mostrar la importancia del estudio de factores genéticos y ambientales, Croen y colaboradores⁷ estudiaron las variaciones en la prevalencia de labio leporino y paladar hendido de acuerdo con la raza de los padres y el lugar de nacimiento de la madre en el registro de nacimientos de California, EUA.

Estudios de grupos múltiples. Este es el tipo de estudio ecológico más común. En un estudio analítico de comparación de grupos múltiples se evalúa la asociación entre los niveles de exposición promedio y la frecuencia de la enfermedad entre varios grupos; comúnmente grupos geopolíticos. La fuente de datos suele ser las estadísticas de morbilidad y mortalidad rutinarias. Hatch y Susser⁸ compararon las tasas de cáncer de niños en relación con la exposición de radiación gamma en 69 pequeñas áreas geográficas cercanas a una planta nuclear. No se contó con información en el ámbito individual sobre la exposición a radiación, sólo se obtuvo información sobre las características sociodemográficas generales de las áreas en estudio.

Estudios de series de tiempo. En un estudio de series de tiempo analítico se comparan las variaciones temporales de los niveles de exposición (uso o consumo

de productos o servicios, conductas, o concentraciones promedio de contaminantes, por ejemplo) con otra serie de tiempo que refleje los cambios en la frecuencia de la enfermedad en la población de un área geográfica. La inferencia causal de este tipo de análisis de series de tiempo puede ser limitada debido a cambios en los criterios diagnósticos de enfermedad y por dificultades provenientes de los periodos de latencia entre la exposición y los efectos o de la medición de la exposición. Loomis y colaboradores⁹ estudiaron la influencia de la contaminación del aire en la ciudad de México con los cambios diarios en un periodo de cuatro años. En este estudio documentaron una asociación entre las concentraciones de contaminantes y el riesgo de muerte prematura por enfermedades respiratorias.

Estudios mixtos. En esta categoría se incluyen los estudios de series de tiempo combinadas con la evaluación de grupos múltiples. Otra variante son los estudios que evalúan la exposición en el ámbito grupal y, en contraste, los datos de los efectos o enfermedad, así como posibles covariables, se encuentran disponibles en el ámbito individual. Hopenhayn-Rich y colaboradores¹⁰ compararon las tendencias de la mortalidad infantil en dos áreas geográficas de Chile: Antofagasta, con historia de contaminación natural por arsénico de las fuentes de abastecimiento de agua, y Valparaíso, una ciudad de exposición baja. La comparación de las variaciones en las fuentes de agua y la tendencia en la mortalidad infantil de las ciudades por medio de técnicas gráficas y modelos de regresión sugieren una influencia de la exposición a arsénico en el incremento del riesgo de muerte fetal y mortalidad infantil.

Inferencia causal en los estudios ecológicos

De manera clásica, en las escuelas de salud pública se enseña que no se debe confiar en los estudios ecológicos puesto que estos diseños son más susceptibles de presentar sesgos que los estudios basados en individuos y, más específicamente, están sujetos a la falacia ecológica. Este problema de hacer inferencias individuales a partir de estudios de grupo, clasificada por Selvin¹¹ como "la falacia ecológica", ha ocasionado un problema de actitud en los epidemiólogos y un descrédito de estos estudios. Sin embargo, algunos practicantes de la salud pública defienden su utilidad real en las decisiones de prevención y control de enfermedades. Ejemplos clásicos, como los estudios de Snow y Farr sobre el cólera,^{12,13} muestran las bondades de estos estudios, a pesar de haber tenido limitantes en el entendimiento biológico detallado de la enfermedad.

Entre otras cosas, este tipo de análisis recientemente ha mostrado, por ejemplo, el inicio de una posible epidemia de cáncer relacionada con la contaminación ambiental.¹⁴

Algunos autores como Susser¹⁵ sugieren que la justificación principal para el enfoque ecológico es estudiar la salud en un contexto ambiental, que la salud de un grupo es más que la suma de la salud de los miembros individuales, y que la perspectiva brindada por los estudios cuya unidad de análisis es el grupo más que los individuos, se debe entender como una manera de abordaje de la epidemiología y la salud pública, cuyo objeto de interés son los grupos. Este autor argumenta que la diferencia entre los diseños y enfoques descansa en los niveles de organización, ya que, en un nivel, las unidades individuales se integran en grupos y estos grupos se convierten en las unidades de análisis en el siguiente nivel. Cada nivel adquiere propiedades colectivas que son más que la suma de las propiedades de sus miembros individuales. El problema surge cuando se pretende extrapolar directamente de un nivel de análisis a otro, ya sea hacia arriba –de un gen a una molécula, a la célula, el tejido, el órgano, la persona, el grupo–, o en sentido inverso.¹⁵ Así, en el análisis de grupos las dimensiones de contexto o integrales son únicas y no pueden ser explicadas en el ámbito individual. Un ejemplo de lo anterior es la inmunidad de grupo en las enfermedades infecciosas, que se refiere a que la susceptibilidad, infección y transmisión de la infección no es independiente entre los individuos de un colectivo. Otro ejemplo es la modificación del efecto de variables individuales en el contexto de grupo, como pueden ser las conductas riesgosas para enfermedades de transmisión sexual en contextos con prevalencias altas o bajas de las enfermedades.

La falacia ecológica se refiere al error que se comete cuando se aceptan asociaciones entre eventos cuando en realidad no existen, siguiendo el supuesto de que los resultados obtenidos a partir de un estudio ecológico serían los mismos que se obtendrían de un estudio basado en observaciones de individuos (un supuesto implícito aquí es que el estándar de oro son los estudios de base individual). Este término en realidad cubre varias fuentes de sesgos¹⁶ que pueden afectar más a los estudios ecológicos que a los otros estudios con base individual. La mayor parte del sesgo ecológico se debe a la dificultad de controlar factores de confusión en este tipo de estudio¹⁷ La confusión, en este diseño, se refiere a variables que no son de interés intrínseco pero que se encuentran relacionadas con las medidas agregadas de la enfer-

medad o exposición. La confusión en el ámbito individual y ecológico pueden ser independientes. Puede haber confusión en el ámbito individual entre los grupos por variables que no son confusoras a nivel ecológico, o viceversa. Por ejemplo, entre estados o municipios, puede ser que los ancianos tiendan a vivir en casas más contaminadas, lo que hace que se requiera controlar la edad como un confusor. Sin embargo, puede ser que el promedio de edad sea igual entre los distintos municipios, por lo que la edad no es un confusor en el ámbito ecológico.¹⁶

Adicionalmente, muchas veces los estudios ecológicos están sujetos a confusión potencial por la falta de medición de algunas covariables. Estas pueden ser covariables que rutinariamente no son registradas en los reportes oficiales. Por ejemplo, rutinariamente no se registra el número de fumadores en una comunidad, factor que podría ser relevante en el estudio de casi todas las enfermedades respiratorias.

Otro problema importante que se presenta en los estudios ecológicos es la determinación de la secuencia temporal entre la exposición y la enfermedad. La mayor parte de los estudios ecológicos son transversales, es decir, tanto la enfermedad como la exposición son medidas al mismo tiempo. Por ejemplo, si se desea evaluar la influencia del tabaco en una comunidad o de las medidas de prevención, se debe esperar un tiempo adecuado para observar sus efectos, es decir, tomar en cuenta el periodo de latencia entre la exposición y el efecto. Frecuentemente se asume que la exposición actual refleja la exposición en el pasado. El mismo problema ocurre en los estudios con base en individuos; sin embargo, en los estudios ecológicos se presenta la migración como problema adicional, es decir, la población afectada podría haber emigrado antes de la medición de la enfermedad, o algunos otros podrían haber inmigrado a la población estudiada, ocasionando un sesgo de selección.¹⁸

El problema de inadecuada especificación del modelo de análisis es otro factor de discrepancias cuando se espera que los resultados de los estudios ecológicos sean los mismos que de estudios individuales. Teóricamente, los resultados podrían ser los mismos cuando se emplean modelos lineales aditivos, sin términos multiplicativos.¹⁹ Sin embargo, en los estudios individuales la medida de asociación más frecuentemente empleada es una estimación de la razón de tasas o un equivalente como el riesgo relativo, mismo que no se puede estimar directamente en modelos de regresión con medidas de exposición continuas y ser interpretado como una medida de razón entre dos grupos de exposición.

Análisis estadístico de los estudios ecológicos

La manera usual de evaluación de la asociación en estudios de grupos múltiples es mediante modelos lineales de regresión. Comúnmente se emplean los métodos de mínimos cuadrados para producir la ecuación de predicción $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1$, donde β_0 es el intercepto y β_1 la pendiente estimada o razón de cambio en la frecuencia de la enfermedad por unidad de cambio en la exposición. Las tasas o frecuencia de la enfermedad de cada región se convierten en la variable independiente, mientras que los promedios de las variables de exposición son las variables independientes. Cuando se cuenta con la medición de otras covariables (Z) éstas son incluidas en el modelo de regresión como una variable adicional para controlar por el posible efecto confusor de la misma, de tal manera que el modelo es $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 Z_2$

Dependiendo del diseño y la distribución de los datos se pueden emplear otros modelos no lineales o no aditivos. Como las tasas de morbilidad y mortalidad en las regiones geográficas que se comparan comúnmente son eventos raros o que ocurren a bajas frecuencias, éstos semejan una distribución Poisson; así que la regresión Poisson puede ser usada para hacer las comparaciones entre los grupos y poder incluir variables potencialmente confusoras en modelos de regresión múltiple. El modelo se puede expresar de la siguiente manera $\text{Log}(E[Y]) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 Z_2$

Un problema adicional es el poco desarrollo de modelos matemáticos que integren distintos niveles de análisis en estudios ecológicos donde se cuenta con variables integrales o contextuales medidas a nivel de grupo y con características en el ámbito individual. El análisis contextual, frecuentemente usado en ciencias sociales, es un ejemplo de estos modelos, y más recientemente los modelos de efectos mixtos permiten la evaluación de características combinadas en varios niveles, ya sea regiones, conglomerados e individuos.²⁰

El caso de la contaminación del aire y sus efectos en la mortalidad

El caso de los estudios de los efectos de la contaminación del aire sobre la mortalidad puede ilustrar la aplicación de los diseños ecológicos. Uno de los primeros reportes que llamaron la atención sobre estos posibles efectos se produjo en Londres, en 1952. Las condiciones meteorológicas provocaron una inversión térmica y una acumulación de contaminantes, principalmente de material particulado, que se asoció con un rápido aumento en el número de muertes en la ciudad, como se

puede observar en la figura 1. Este patrón no dejó duda de que el incremento en la mortalidad se relacionó con la contaminación del aire en ausencia de epidemias por causas infecciosas.²¹ Por fortuna, las acciones de control de la calidad del aire han evitado que estos eventos de contaminación severa se presenten en épocas recientes. Sin embargo, durante la última década se han publicado un gran número de trabajos de estudios de series de tiempo en diversas ciudades que evalúan el efecto de la contaminación del aire a niveles mucho más bajos presentes en áreas urbanas de casi todo el mundo.²²

En la ciudad de México se han realizado varios análisis de series de tiempo para evaluar este efecto.²³⁻²⁶ La figura 2 muestra el comportamiento de la mortalidad en la zona suroeste de la ciudad. Como se puede observar se presenta un componente estacional en el número de muertes, con picos en los meses fríos, de la misma manera que se comporta temporalmente la concentración de material particulado respirable. Sin embargo, la temperatura también tiene una variación similar, lo que podría indicar un efecto confusor importante, que ha llevado al desarrollo de modelos estadísticos que permiten evaluar el efecto de la calidad del aire, independientemente del efecto de la temperatura y otras condiciones ambientales que presentan variación estacional semejante.²⁷

Este efecto de la contaminación del aire también ha sido evaluado con estudios ecológicos de comparación de grupos múltiples. Bobak y Leon²⁸ condujeron un estudio ecológico sobre mortalidad infantil y contaminación del aire en la República Checa. Analizaron datos rutinarios de mortalidad infantil y contaminación del aire de 1986 a 1988 para 46 distritos de este país. Emplearon regresión logística para estimar los efectos de partículas suspendidas totales, dióxido

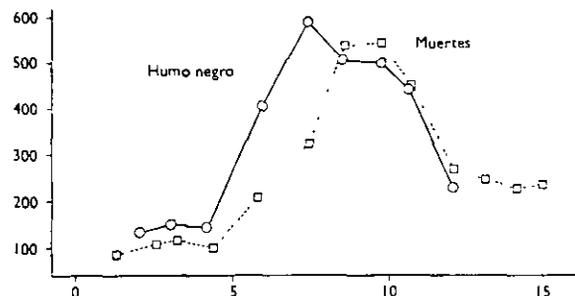


FIGURA 1. ASOCIACIÓN ENTRE EL AUMENTO DE CONTAMINACIÓN (MATERIAL PARTICULADO) E INCREMENTO DE NÚMERO DE MUERTES. LONDRES, 1952²¹

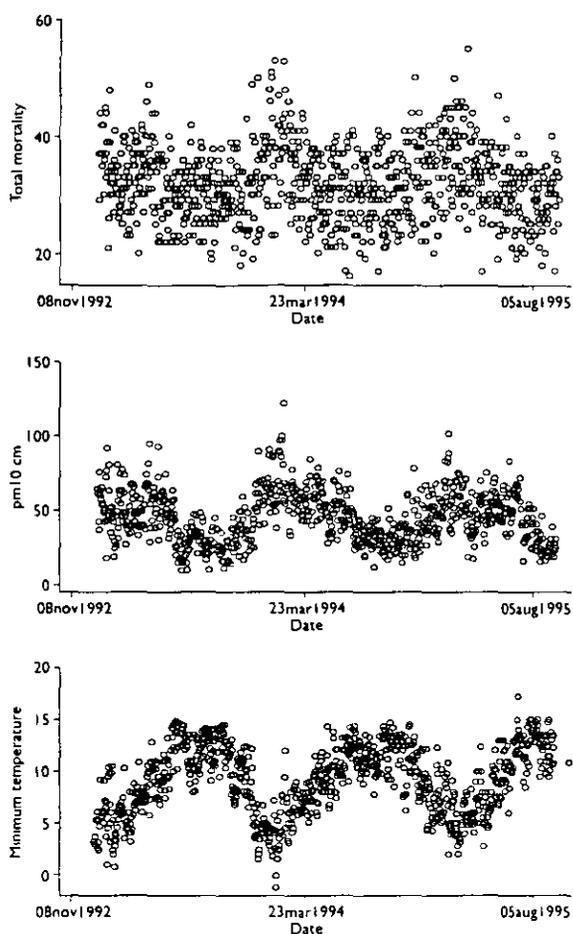


FIGURA 2. COMPORTAMIENTO DE LA MORTALIDAD EN LA ZONA SUROESTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO²⁴

de azufre y óxidos de nitrógeno ajustando por características socioeconómicas de los distritos, tales como ingreso, posesión de automóviles y tasa de abortos. Los autores encontraron débiles asociaciones de partículas suspendidas menores a 10 micras con la mortalidad neonatal, pero una asociación más fuerte con la mortalidad posneonatal por causas respiratorias. Estos hallazgos fueron confirmados en un estudio de casos y controles más reciente.²⁹ Loomis y colaboradores evaluaron también esta asociación en un estudio de series de tiempo en la ciudad de México, con resultados que apoyan las asociaciones iniciales del estudio de comparación de grupos múltiples.⁹

Uno de los problemas de estos estudios ecológicos es la medición de la exposición a los contaminantes. Por un lado, estas series de tiempo se basan en mediciones de la calidad del aire hechas con monito-

res fijos, que no necesariamente reflejan las variaciones individuales en la exposición, derivadas del tipo de vivienda, tiempo dedicado a actividades extramuros o intensidad de las actividades y, por otro lado, la medición de las partículas suspendidas se basa en su peso más que en los componentes químicos de las mismas. Sin embargo, aunque estos estudios ecológicos no pueden por sí mismos confirmar la causalidad de los efectos observados, han impulsado una gran cantidad de otros estudios epidemiológicos y de experimentos en condiciones controladas con animales que cada día dan más pistas sobre los mecanismos que conducen a un aumento en el riesgo de morir en ambientes contaminados. A la fecha, tres estudios de cohorte han encontrado disminución en la esperanza de vida en ciudades con mayor concentración de partículas respirables.³⁰⁻³²

Referencias

1. Kleinbaum DG, Kupper LL, Morgenstern H. Epidemiologic research. Nueva York. Van Nostrand Reinhold, 1982.
2. Yang CY, Cheng BH, Tsai SS, Wu TN, Lin MC, Lin KC. Association between chlorination of drinking water and adverse pregnancy outcome in Taiwan. *Environ Health Perspect* 2000;108:765-768
3. Law MR, Frost CD, Wald NJ. By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? I. Analysis of observational data among populations. *BMJ* 1991;302:811-824
4. Morgenstern H. Ecologic studies. En: *Modern epidemiology*. Rothman K, Greenland S, ed. Lippincott: Raven Publishers, 1998;459-480
5. Morgenstern H. Uses of ecologic analysis in epidemiologic research. *Am J Public Health* 1982;72(12):1336-1344.
6. Lee JAH. Melanoma and exposure to sunlight. *Epidemiol Rev* 1982;4:110-136
7. Croen LA, Shaw GM, Wasserman CR, Tolarova MM. Racial and ethnic variations in the prevalence of orofacial clefts in California, 1983-1992. *Am J Med Genet* 1998;79(1):42-47
8. Hatch M, Susser M. Background gamma radiation and childhood cancers within 10 miles of a US nuclear plant. *Int J Epidemiol* 1990;19:546-552
9. Loomis DP, Castillejos M, Gold DR, McDonnell W, Borja-Aburto VH. Air pollution and infant mortality in Mexico City. *Epidemiology* 1999;10:118-123.
10. Hopenhayn-Rich C, Browning SR, Hertz-Picciotto I, Ferreccio C, Peralta C, Gibb H. Chronic arsenic exposure and risk of infant mortality in two areas of Chile. *Environ Health Perspect* 2000;108:667-673
11. Selvin H. Durkheim's suicide and problems of empirical research. *Am J Sociol* 1958;63:607-619
12. Snow J. On the mode of communication of cholera. 2a edición. Londres. J. Churchill, 1855. Reprinted as Snow on cholera. Nueva York (NY). The common-wealth Fund, 1956
13. Farr W. Report on the mortality of cholera in England in 1848-1849. Londres: His Majesty's Stationery Office, 1852.
14. Poole C. Ecologic analysis as outlook and method. *Am J Public Health* 1994;84(5):715-716.

15. Susser M. The logic in ecological: I The logic of analysis. *Am J Public Health* 1994;84(5):825-829.
16. Steenland K, Deddens JA. Design and analysis of studies in environmental epidemiology. En: *Topics in environmental epidemiology*. Nueva York: Oxford University Press, 1997.
17. Greenland S, Robins J. Ecologic studies-biases, misconceptions, and conterexamples. *Am J Epidemiol* 1994;139(8):747-760
18. Polissar L. The effect of migration on comparison of disease rates in geographic studies in the United States *Am J Epidemiol* 1980;111(2):175-182.
19. Piantadosi S. Ecologic biases *Am J Epidemiol* 1994;139(8):761-764.
20. Goldstein H. *Multilevel statistical models*. 2a. edición. Londres: Edward Arnold, 1995.
21. Schwartz J. Air pollution and daily mortality: A review and meta-analysis. *Environ Res* 1994;64:36-52.
22. Levy JI, Hammitt JK, Spengler JD. Estimating the mortality impacts of particulate matter: What can be learned from between-study variability? *Environ Health Perspect* 108:109-117(200a).
23. Borja-Aburto VH, Loomis D, Shy C, Bangdiwala S, Rascon-Pacheco RA. Ozone, suspended particulates and daily mortality in Mexico City. *Am J Epidemiol* 1997;145:258-268
24. Borja-Aburto VH, Castillejos M, Gold DR, Bierzwinski S, Loomis D. Mortality and ambient fine particles in Southwest Mexico City, 1993-1995 *Environ Health Perspect* 1998, 106:849-855.
25. Castillejos M, Borja-Aburto VH, Dockery DW, Gold DR, Loomis D. Airborne coarse particles and mortality *Inhal Toxicol* 2000;12 (Suppl 1) 61-72.
25. Téllez-Rojo MM, Romieu I, Velasco S. Daily respiratory mortality and pollution in Mexico City: The importance of considering place of death. *Eur Respir J* 2000;16(3):391-396.
27. Samet JM, Zeger SL, Berhane K. Particulate air pollution and daily mortality *Health Effects Institute*. August 1995
28. Bobak M, Leon DA. Air pollution and infant mortality in the Czech Republic, 1986-88. *Lancet* 1992;340 1010-1014
29. Bobak M, Leon DA. The effect of air pollution on infant mortality appears specific for respiratory causes in the postneonatal period. *Epidemiology* 1999;10(6):666-670
30. Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, Burchette RJ, Knutsen SF, Beeson WL et al. Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers *Am J Respir Crit Care Med* 1999, 159 373-382
31. Dockery DW, Pope CA III, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fray ME et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. *N Engl J Med* 1993;329.1753-1759.
32. Pope CA III, Thun MJ, Namboodiri MM, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults *Am J Respir Crit Care Med* 1995, 141.669-674