

**LEYES DE LA NATURALEZA Y DERECHOS DE
LA NATURALEZA**

Elizabeth Bravo

2019

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	3
LEYES DE LA TERMODINÁMICA	6
Primera Ley de la Termodinámica	6
Segunda Ley de la Termodinámica	6
LA BIOLOGÍA: CICLOS BIOLÓGICOS Y EVOLUTIVOS, ESTRUCTURA Y FUNCIONES	8
Derecho al mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales	8
Derecho a la existencia	11
Derecho al mantenimiento de sus procesos evolutivos	13
Derecho al mantenimiento y regeneración de su estructura	16
Derecho al mantenimiento y regeneración de sus funciones	19
Derecho a la reparación ambiental	23
LOS CICLO BIOQUÍMICOS.....	25
Metabolismo	25
Respiración celular o ciclo de Krebs	25
Ciclos biogeoquímicos.....	26
El ciclo del Carbono.....	26
Ciclo del Nitrógeno	27
El ciclo sedimentario.....	27
LEYES DE LA QUÍMICA.....	30
Ley de las proporciones definidas	30
Ley de las proporciones múltiples	30
Ley de las proporciones recíprocas	30
Ley de los volúmenes de combinación	31
LA QUÍMICA ORGÁNICA.....	33
LEYES DE LA FÍSICA.....	36
Primera Ley o Ley de Inercia	36
Segunda ley o Principio Fundamental de la Dinámica.....	36
Tercera ley o Principio de acción-reacción	38
LEYES DE LA FÍSICA CUÁNTICA	40
El principio de incertidumbre	40
Dualidad onda-partícula.....	40
Complementariedad	41
Referencias.....	43

INTRODUCCIÓN

Este trabajo hace una revisión de leyes de la naturaleza, y su relación con los derechos de la naturaleza, tal como están reconocidos en la Constitución del Ecuador

Cormac Cullinan, autor del libro “Naturaleza Salvaje”, quien dice que

A diferencia de muchas de las leyes actuales que buscan imponer la uniformidad, dominio y separación de la naturaleza, necesitamos desarrollar “leyes salvajes” que alberguen la creatividad humana y la conexión que tenemos con la naturaleza. Estas leyes salvajes deben balancear los derechos y responsabilidades humanas en relación con los demás miembros de la comunidad que constituye la Tierra... para de esa forma salvaguardar los derechos de todos los miembros de la comunidad de la Tierra y de esa forma mantener la integridad y funcionalidad de la comunidad (Cullinan, 2011: 281).

El sostiene que para escribir “leyes salvajes”, necesitamos conocer las leyes de la naturaleza.

Por salvaje, se entiende aquí a la naturaleza no humana, y por naturaleza a todos los niveles de organización iniciando por los átomos, moléculas, biomoléculas, órganos, organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, paisajes, biomas; así como todas las interacciones que se dan en cada uno de estos niveles.

Antes de seguir adelante, es indispensable aclarar algunos aspectos sobre las leyes de la naturaleza.

De acuerdo a Smart (1963) “ley en sentido estricto”, es aplicable a las leyes de la física y la química, más no a la biología, porque una proposición es una ley en sentido estricto si y sólo si satisface las siguientes condiciones:

- (1) tiene forma universal, es decir, es una proposición general que sólo contiene cuantificadores universales
- (2) su alcance es ilimitado, esto es, se aplica en todo tiempo y espacio, lo cual estaría asegurado en caso de que el universo de discurso, es decir, el dominio de objetos cubiertos por los cuantificadores (el rango de las variables individuales), consistiera en todos los objetos físicos del universo o de todas las localizaciones espacio-temporales
- (3) no hace referencia explícita o implícita a objetos particulares
- (4) contiene únicamente términos generales, es decir, sólo se permite en su formulación la utilización de predicados puramente universales o puramente cualitativos que no refieren a ningún objeto particular ni a ninguna localización espacio-temporal

Estos requerimientos no se aplican a las proposiciones biológicas, por lo que se sugiere que en la biología no hay leyes “en sentido estricto”, si acaso, generalizaciones. Por ejemplo, las Leyes de Mendel consideradas como las leyes fundamentales de la genética, está llena de excepciones, por lo que los científicos han desarrollado la genética no-Mendeliana Mendel.

Por otra parte, Mayr (2006), considera la singularidad de los fenómenos de los sistemas vivientes desde la historia de los hechos y la falta de necesidad de establecer leyes en biología. El señala que son conceptos y no leyes las bases de las teorías biológicas. Algunos conceptos que forman la base de la biología son: sucesión, especiación, filogenia, simbiosis, población, comunidad, adaptación, variabilidad, ecosistema y redes tróficas.

Puede decirse que la biología es la ciencia de las excepciones; los sistemas vivientes son complejos e impredecibles, en la medida en que no se puede saber con certeza o anticipar un fenómeno biológico. Una mutación, por ejemplo, es un proceso azaroso lo que hace muy difícil dar una explicación estadística a la dinámica de las poblaciones.

Por lo tanto, no es posible establecer leyes fundamentales para la biología.

A esto hay que señalar que, a fines del siglo XIX, con el surgimiento de la física cuántica, la ley de la relatividad, la geometría no euclidiana y otros descubrimientos científicos, la universalidad de leyes científicas fue cuestionada.

Teniendo esto en mente, este trabajo empieza con las leyes de la termodinámica, porque estas brindan el mejor marco referencial para explicar de mejor manera los impactos del Antropoceno en la Naturaleza, ya que ya termodinámica es la disciplina que estudia la energía y a partir de ésta se desprenden análisis relevantes para las otras disciplinas.

Siguiendo en la línea de la termodinámica, se pasa a analizar algunos de los enunciados más importantes de la biología, especialmente de la ecología, y las implicaciones del extractivismo minero y petrolero en los procesos descritos.

Para analizar los conceptos de la biología, se usa como marco conceptual al artículo 71 de la Constitución del Ecuador, para explicar cómo el extractivismo vulnera los derechos reconocidos a la naturaleza

“La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos”.

Se pasa luego a analizar las leyes de la química, y dos aplicaciones de las ciencias químicas en industrias que vulneran los derechos de la naturaleza: la nanotecnología (para el caso de la química inorgánica), y la petroquímica (para el caso de la química orgánicas).

Finalmente, se hace una revisión de las leyes de la física newtoniana, seguida por una corta presentación sobre la relación entre la física y efectos en la naturaleza; para finalizar en una presentación de las leyes de la física cuántica, desarrollada a inicios del Siglo XX.

Este trabajo incluye tres adjuntos.

El Anexo 1 es una revisión de las actividades petroleras en el bosque tropical.

El Anexo 2 hace un repaso sobre los principales impactos de la minería a gran escala.

Estos dos textos complementan los aspectos desarrollados en el texto, especialmente en relación con el análisis hecho sobre las Ciencias Biológicas.

El Anexo 3 son las memorias del Foro “Ciencias y Derechos de la Naturaleza”, en la que se hizo un primer acercamiento al análisis sobre cómo las ciencias naturales pueden contribuir al reconocimiento de los derechos de la naturaleza, o para explicar cómo estas leyes se usan para profundizar su expolio.

LEYES DE LA TERMODINÁMICA

La termodinámica estudia los procesos de intercambio de energía entre cuerpo y el medio ambiente que le rodea. En todos esos procesos se cumplen estas leyes:

Primera Ley de la Termodinámica

Es la ley de la conservación de la energía. Estipula que la materia y la energía no pueden destruirse ni crearse.

Toda actividad económica utiliza energía y materiales. La primera ley de la termodinámica nos dice que la actividad económica no puede crear ni destruir la materia o la energía. Lo que hace el proceso productivo es absorber y expeler materia y energía. Esto lleva a un replanteamiento del concepto de “producción”.

Segunda Ley de la Termodinámica

Es la ley de la entropía. Estipula que mientras no haya fuentes externas de energía la entropía siempre se incrementa. La energía contenida en los materiales o fuerzas motrices no se destruye por el uso (primer principio de la termodinámica), sino que se degrada y dispersa (segundo principio).

La ley de la entropía puede ser considerada como la ley principal en la Física, porque permite entender la vida. Algunos la denominan la “flecha del tiempo”, que apunta a la dirección en la cual un sistema aislado se torna más y más caótico y desordenado hasta que la entropía alcance su valor máximo. Mientras mayor es la entropía, menor será el nivel de ordenamiento del sistema. La ley de la entropía implica que, en el curso de todos los procesos en un sistema aislado, la calidad de la energía y la calidad de la materia están deterioradas.

Ejemplo: Cuando se quema un fragmento de carbón, su contenido de energía química no se reduce ni se incrementa (primera ley), pero la energía liberada se disipa en forma de calor, humo y cenizas, de manera tal que ya no puede ser utilizada, pues se ha transformado en energía inaccesible (segunda ley).

Desde un punto de vista práctico, según esta Ley, la materia y la energía se degradan continua e irrevocablemente desde una forma disponible a una forma no disponible, independientemente de que se use o no para obtener trabajo. Desde el punto de vista de la termodinámica lo que confiere valor económico a la materia y a la energía, es su disponibilidad para ser utilizada, en contraste con la energía y materia no disponible o ya utilizada, a la que se considera como residuo en un sentido termodinámico.

Se trata de un proceso irreversible que ninguna fuerza podría revertir de no mediar gastos superiores de energía. Teóricamente, las sustancias dispersadas pueden ser recuperadas y recombinadas, pero pagando el precio de una producción de entropía, tanto más elevada

En la termodinámica, la entropía se define como el calor añadido por unidad de temperatura.

En las actividades económicas hay utilización de materiales de baja entropía (minerales, energía), que acaban finalmente transformados en materiales de alta entropía. La diferencia entre lo que entra al proceso económico y lo que sale de él indica si esta actividad es más o menos sustentable. Cuanto mayor sea la dispersión que se quiere revertir. La energía dispersada no puede reciclarse, excepto gastando más energía que la que se ganaría con un hipotético reciclaje.

El transflujo es la circulación de recursos de baja entropía. Este proceso comienza en la naturaleza (insumos). Estos recursos sufren transformaciones mediante la producción y el consumo, para luego volver nuevamente a la naturaleza, en forma de desechos (productos). En la fase final los recursos (en forma de desechos) se acumularán en la naturaleza y algunos serán aprehendidos por los ciclos bio-geoquímicos (ciclos caracterizados por su larga duración de cientos a miles de años), para ser reconstituidos al absorber la energía solar en estructuras de baja entropía siendo nuevamente útiles para la economía.

Las actividades económicas en general, se alimenta de dos fuentes de energía:

- El flujo constantemente renovado de energía solar directa, a través de la fotosíntesis. Este flujo es permanente y la actividad económica puede usarlo sin agotarlo ni destruirlo.
- Los depósitos de energías fósiles (carbón, petróleo, gas), provienen de la energía solar de épocas geológicamente remotas, depositada en el subsuelo. Esos combustibles fósiles se extraen y son quemados a un ritmo mucho mayor que el de su producción geológica.

A través de la combustión la energía se transforma en calor disipado y una vez en este estado, es incapaz de proporcionar energía utilizable para el proceso industrial. Por otra parte, las posibilidades de explotación de las fuentes de energías fósiles, no están sometidas a ningún ritmo natural y se agotan tanto más rápidamente, que su utilización crece en forma exponencial.

En los procesos industriales se generan desechos provenientes de nuevos materiales que son muy difícilmente degradadas a través de la descomposición, dando lugar a ciclos de larga duración, que pueden llegar a durar cientos a miles de años. Estamos hablando de derivados de la petroquímica y la nanotecnología.

LA BIOLOGÍA: CICLOS BIOLÓGICOS Y EVOLUTIVOS, ESTRUCTURA Y FUNCIONES

Derecho al mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales

Cadenas tróficas y flujo de energía en los ecosistemas

la energía solar es la fuente inicial de energía en el Planeta, y es la principal fuente de vida. Sin energía solar, no habría vida en el Planeta. La energía solar es utilizada por las plantas a través de la fotosíntesis. Por medio de la fotosíntesis, las plantas transforman la energía solar en alimentos. Las plantas son los únicos organismos capaces de hacer su propio alimento. Todos los otros seres vivos presentes en el ecosistema dependen del alimento producido por las plantas.

Es decir que el alimento (y la energía) fluye en el ecosistema a partir de las plantas hacia los animales herbívoros, carnívoros y estos son descompuestos por los organismos degradadores (bacterias y hongos). Esto se llama la cadena trófica o cadena de alimentos.

Existen tres tipos de seres vivos desde el punto de vista de las redes tróficas:

Autótrofos o productores: son organismos capaces de hacer sus propios alimentos a través de la fotosíntesis, utilizando la energía del sol. En los ecosistemas terrestres los principales organismos autótrofos son las plantas, y en los ecosistemas acuáticos son las algas.

Heterótrofos o consumidores: son aquellos que necesitan de otros seres vivos para hacer su alimento. Los herbívoros se alimentan de plantas y los carnívoros se alimentan de animal. Los omnívoros tienen un rango amplio de alimentación.

Los descomponedores juegan un rol vital en el ciclo de alimentos y en el ciclo del Carbono, Nitrógeno, Fósforo y otros elementos. A través de la descomposición, se produce una transformación de los organismos muertos (de plantas, animales y microorganismos) en materia orgánica biológicamente disponible o en elementos, y de esa manera se cierra la cadena trófica. La descomposición es un proceso químico y biológico natural llevado a cabo por microorganismos, especialmente hongos y bacterias.

Algunas poblaciones vegetales pueden ser especialmente vulnerables a la contaminación generada por los subproductos y contaminantes del petróleo y la minería. Estas plantas pueden ser el alimento de algunas especies de insectos, los mismos que se afectarán por falta de alimento, a su vez, hay pájaros o anfibios que se alimentaban de estos insectos, y estos también se afectarán. Si hay otros animales que dependían para su alimentación de esos pájaros, también serán afectados, produciéndose impactos en toda la red trófica.

Los ecosistemas son ecosistemas abiertos donde fluye la energía. Desde el punto de vista de la termodinámica, en cada paso de energía de un nivel trófico a otro, aumenta la entropía.

En la fase final (descomposición) los desechos se acumularán en la naturaleza. Algunos serán aprehendidos por los ciclos biogeoquímicos), para ser reconstituidos al absorber la energía solar en estructuras de baja entropía, estando nuevamente disponibles para ingresar a las cadenas tróficas.

Desde el punto de vista de la termodinámica, la energía que penetra en la superficie de la tierra que penetra en la superficie de la tierra como luz solar, es compensada por la que deja la tierra en forma de radiación en forma de calor.

Esta energía fluye a través de los sistemas ecológicos, y este flujo está regido por las leyes de la termodinámica. La segunda ley de la termodinámica se ocupa del traspaso de energía a un estado cada vez menos disponible y más disperso. Una porción pequeña de la energía absorbida por las plantas es transformada en energía potencial o de alimentos; la mayor parte se transforma en calor, que sale de la planta, del ecosistema y de la biosfera. Todo el resto del mundo animal obtiene su energía química potencial de las sustancias orgánicas producidas durante la fotosíntesis, o de la quimiosíntesis de los microorganismos.

Un animal obtiene su energía potencial química a través de los alimentos y convierte una gran parte de ella en calor, y una pequeña parte se convierte en energía potencial química para reproducirse, crecer, desarrollarse. A cada transferencia de energía una gran parte de energía se disipa en forma de calor (es decir, en forma de entropía).

La extracción petrolera y minera genera materiales con alta entropía y alto consumo energético. Los cambios en el uso de la energía a partir de la revolución industrial, son muy importantes desde el punto de vista de la entropía. La energía del sol es prácticamente infinita en relación a su cantidad total, pero está estrictamente limitada en su tasa de flujo, o cantidad en que llega a la Tierra en un determinado período. La energía almacenada en los combustibles fósiles y los minerales está estrictamente limitada en su cantidad total (acervo), pero es relativamente ilimitada en su tasa de flujo.

Sucesión ecológica

La sucesión ecológica es la serie de comunidades que se sustituyen unas a otras en un área determinada. Así como hay un ciclo o circulación de energía en los ecosistemas naturales, hay ciclos de cambio a nivel temporal. Las comunidades biológicas cambian constantemente a lo largo del tiempo, aumentando en complejidad o adaptándose mejor al medio ambiente imperante.

Una comunidad muy simple (llamada *comunidad pionera*). Las especies pioneras producen muchas semillas, son de rápido crecimiento y se reproducen también rápido. Producen con frecuencia una cantidad mucho mayor de materia orgánica que la que consume, lo que permite cambiar el hábitat físicamente.

Con el paso del tiempo (contado en miles de años), la comunidad pasa por varios llamados estadios serales, hasta que se transformará en comunidad madura (llamada también *comunidad clímax*), Las especies de las comunidades clímax son de lento crecimiento, tiene poca descendencia, y su energía la invierten en cuidarla. *Este proceso de cambio se llama sucesión.*

Se llama *sucesión primaria* a la que se inicia en un ecosistema virgen (por ejemplo, una roca que es poblada de líquenes y van transformándola en tierra, para dar paso a la colonización de organismos más complejos como hierbas, luego arbustos hasta que idealmente se tenga una comunidad formada por árboles).

Se llama *sucesión secundaria* a la que se produce después de una perturbación importante, por ejemplo, después de un incendio, inundación, la tala de un bosque, cultivo, etc. Aquí hay un grupo de especies pioneras que reinician la sucesión.

Una sucesión ecológica es el resultado de la modificación del ambiente físico por causas internas o externas a la comunidad, que culmina con el establecimiento de un ecosistema biológicamente estable (se alcanza el clímax) que se perpetúa a sí mismo.

La sucesión ecológica es un proceso ordenado de cambios direccionales de la comunidad y por tanto predecibles. Las comunidades clímax mantienen un doble equilibrio de las especies entre sí, y éstas con las propiedades ambientales.

Sin embargo, en ecosistemas muy extremos; por ejemplo, donde la disponibilidad de agua varía mucho a lo largo del año o de un año (o muchos años) a otro, las comunidades nunca alcanzan el estado clímax, y más bien tienden a adaptarse a estos factores cambiantes.

Perturbaciones en las comunidades puede producir un retroceso o estancamiento de la sucesión natural. Esto es especialmente grave cuando los factores que causan las perturbaciones son constantes. En zonas intervenidas por actividades petroleras o mineras, pueden generarse nuevos procesos de sucesión ecológica, compuesta por comunidades con escaso número de especies adaptadas a condiciones de estrés.

Ciclo del agua

La vida en el planeta tierra es posible solo porque existe agua. El agua contenida en la hidrosfera ayuda a la regulación del clima del planeta, por su capacidad de almacenar energía.

El agua de los océanos, mares, ríos y lagos se evapora y, a medida que se eleva, el aire húmedo se enfría y, por condensación, se convierte en líquido, formando las nubes. Por su propio peso, cae en forma de lluvia. Cuando la atmósfera está muy fría, el agua pasa a estado sólido formando nieve o granizo. Cuando el agua llega a la tierra, una parte es aprovechada por los seres vivos. Las plantas absorben el agua a través de las raíces y, luego de recorrer toda la planta, se evapora a través de las hojas. Otra parte del agua se escurre en el suelo, llega eventualmente a un río, un lago o el océano y o se filtra hacia las capas subterránea. Toda esta agua en algún momento vuelve a la atmósfera.

Los hábitats de agua dulce cubren menos del 1% de la superficie del mundo, y se encuentra en aguas subterráneas, lagos, glaciares, humedales (ciénegas y pantanos) y los ríos. El 49% de las aguas continentales son aguas subterráneas, y son una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes. Su volumen es mucho mayor que la masa de agua retenida en lagos o ríos, y menor que el agua existente en los glaciares.

Los acuíferos son áreas bajo la superficie de la tierra donde se percola y almacena el agua de la superficie, procedente de la lluvia y de actividades humanas que generan desechos líquidos. En las actividades petroleras o mineras se generan gran cantidad de desechos líquidos contaminantes, y aunque el agua es considerada como un recurso renovable, la contaminación hace que ésta deje de estar libremente disponible para el consumo de las poblaciones humanas y biológicas.

Los desechos productos de las actividades petroleras y mineras contaminan las aguas subterráneas y superficiales que en muchos casos es la única fuente de agua dulce para las comunidades humanas. La contaminación petrolera puede generarse a partir de las piscinas de desechos, de goteos o derrames petroleros, o por la disposición de las aguas de formación.

La quema de gas (que es parte rutinaria de las actividades petroleras en el Ecuador), genera aerosoles contaminantes que contaminan el vapor de agua atmosférico, produciendo lluvia ácida (tema que es analizado más adelante).

Derecho a la existencia

Extinción

La extinción es un proceso. Una especie no se extingue cuando el último individuo muere, sino cuando se han perdido las condiciones ecológicas o fisiológicas de mantener una población viable. Por eso se habla de especies amenazadas o en peligro de extinción. Hay especies que son consideradas como “funcionalmente extintas”, cuando el tamaño de sus poblaciones es tan reducido, que ya no se puede asegurar su relevo generacional, o que el ecosistema que ocupan está tan deteriorado que su viabilidad es nula.

El concepto de extinción se extiende a los ecosistemas. Debido a una diversidad de factores (como la fragmentación del hábitat, contaminación o el deterioro ambiental), un ecosistema o un bioma entra en peligro de extinción, hasta que, si las condiciones adversas se mantienen, eventualmente desaparece.

La principal causa de la extinción masiva de especies actualmente son las perturbaciones profundas en la biosfera por causas antropogénicas.

Los impactos del extractivismo minero es tan grande en los ecosistemas, que pueden poner en peligro de extinción especies de alto endemismo¹ y con rangos de distribución reducidas.

Fragmentación de hábitats

La fragmentación de un hábitat favorece la ruptura en la continuidad entre hábitats, disminuyendo el éxito reproductivo, el intercambio genético y, por tanto, la diversidad genética y una menor circulación de animales entre hábitats).

Lo que sucede al fragmentarse un hábitat es que éste se divide en áreas más pequeñas. Esto también supone un inconveniente más, ya que un área grande tiene más especies que varias pequeñas que sumen la misma superficie. Esto es debido a que las áreas grandes presentan uniformidad de ambientes, mientras que en áreas pequeñas se presentan fenómenos como endogamia (reproducción entre individuos estrechamente relacionados genéticamente) y deriva genética. De hecho, hay especies que no pueden vivir en áreas pequeñas, como las migratorias (requieren de grandes territorios), comúnmente afectadas por el efecto de borde.

La fragmentación es, desde luego, un suceso habitual a lo largo y ancho de todo el planeta, pero cuyo efecto no es equiparable en todas las latitudes del globo. Por ejemplo, los ambientes ecuatoriales tienen menores densidades poblacionales de por sí, y si se fragmentan, desciende considerablemente el número de individuos y especies. Además, estos ambientes presentan mayores tasas de endemismo: las especies tienen una distribución más restringida, por lo que sufrirán en mayor medida cualquier tipo de fragmentación o degradación de su hábitat. Por tanto, la fragmentación se produce a distintos niveles en ambientes diferentes.

la fragmentación se produce una alteración del medio y del hábitat, lo que favorece la aparición de nuevas especies adaptadas a perturbaciones. Estas especies, en la mayoría de los casos, son invasoras: se establecen en una nueva zona y son capaces de naturalizarse (es decir, son capaces de reproducirse y de mantener una población estable), compitiendo con el resto de especies por los recursos. Así, el establecimiento de estas especies resulta, sin lugar a dudas, nocivo para el medio

¹ Una especie es endémica cuando está limitada a un ámbito geográfico determinado, y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo.

natural al ocasionar importantes perjuicios (desplazamiento de especies autóctonas, hibridación, etc.).

Derecho al mantenimiento de sus procesos evolutivos

Especiación

La especiación es un proceso evolutivo a través del cual se forman nuevas especies a partir de especies ya existentes. A medida que el ambiente cambia y el tiempo transcurre, pueden formarse o desaparecer especies.

La especiación requiere una persistencia suficientemente prolongada de las condiciones ambientales que la iniciaron en primer lugar. Cuando hay una transformación de hábitats o cambios ambientales profundos, producidos por ejemplo por actividades extractivas, las condiciones ambientales no son persistentes y cesa la especiación, *interrumpiéndose los procesos evolutivos*.

Los entornos de homogeneización (consecuencia de alteraciones en los ecosistemas) pueden causar la rápida pérdida de especies, a través de una reversión del proceso de especiación.

Mientras que la especiación es un proceso que puede durar miles de años, la extinción puede ocurrir en períodos de décadas.

Deriva génica

Cuando una población es pequeña, la posibilidad de reproducción sexual se reduce, y el acervo genético (o variabilidad genética) se reduce.

Puede disminuir la frecuencia de genes favorables, y fijarse genes desfavorables, por lo que la deriva génica puede actuar en contra de la selección natural.

Dado que la variabilidad genética es una de las fuentes de la evolución, la deriva génica afecta negativamente a esa población.

La deriva génica tiene efectos importantes cuando una población reduce dramáticamente su tamaño debido a un evento natural desastroso, o a cambios profundos en el ecosistema debido a actividades económicas como la minería o la extracción petrolera.

En la Amazonía Ecuatoriana o los páramos, donde hay un alto rango de endemismo y con rangos de distribución muy reducidos, la deriva génica puede conducir a la extinción de esas especies. Esto es especialmente crítico entre los anfibios.

Por ejemplo, luego de un derrame petrolero, se da una profunda transformación de las comunidades microbiológicas expuestas a hidrocarburos, pues se

seleccionan aquellas especies con capacidad de degradar hidrocarburos y desaparecen las especies vulnerables a la contaminación. Las poblaciones degradadoras de hidrocarburos se multiplican y sufren cambios genéticos y entran en un proceso de deriva génica. Otras especies simplemente se extinguen.

Mutaciones

La variación es la materia prima de la evolución. Sin variación genética no es posible la evolución. Una de las fuentes de variación genética es la mutación. La mutación es un cambio estable y heredable en el material genético. Las mutaciones alteran la secuencia del ADN y por tanto introducen nuevas variantes. Muchas de estas variantes suelen ser eliminadas, pero ocasionalmente algunas de estas variantes pueden tener éxito e incorporarse en todos los individuos de la especie.

Varios de los químicos que son usados en el proceso de perforación y extracción petrolera y minera son mutagénicos, alterando los procesos evolutivos naturales.

Relaciones simbióticas

Otra fuente importante de evolución es la colaboración entre individuos, poblaciones y miembros de comunidades biológicas. El conjunto de relaciones de colaboración se llaman relaciones simbióticas.

Hay poblaciones vegetales afectadas por las actividades petroleras o mineras, y que pueden mantener relaciones simbióticas con otras especies que pueden ser epífitas, saprofitas, parásitas; con micro-organismos fijadores de nitrógeno o micorrizas. Impactos en estas comunidades vegetales significa la desaparición de nichos ecológicos y un desequilibrio en las interrelaciones biológicas existentes.

A nivel del suelo también habrá efectos negativos, porque posiblemente las plantas originales permitían que se desarrolle en el suelo un determinado tipo de comunidades micro-biológicas, las mismas que desaparecerán y el proceso de descomposición y el ciclo de nutrientes se alterará.

Hay especies que son más susceptibles a los contaminantes producto de la extracción petrolera o minera que otras, habrá una selección de las especies más resistentes a la contaminación, alterándose la estructura ecológica del ecosistema.

Estrategias de sobrevivencia

No todas las especies tienen la misma capacidad de dispersarse, ni la misma habilidad competitiva función total de una especie en un ecosistema. Las estrategias K , r y s se relacionan de manera muy estrecha con la estrategia reproductiva, la selección del hábitat y la habilidad para dispersarse.

Incluye todas las condiciones físicas, químicas y biológicas que necesita una especie para vivir y reproducirse en un ecosistema.

Las especies que presentan una estrategia r tienen una tasa elevada de crecimiento y dispersión y generalmente colonizan espacios intervenidos (por causas provocadas o naturales). Se caracterizan por producir un número masivo de individuos, de los cuales unos pocos sobrevivirán. Su estrategia es producir una gran descendencia para asegurar que al menos un porcentaje sobrevivan. A estas especies se les da el nombre de pródigas u oportunistas.

Su capacidad competitiva es muy baja, por lo cual pueden colonizar fácilmente un ambiente, pero no pueden permanecer mucho tiempo en él ya que son rápidamente desplazadas. Alcanzan la madurez en poco tiempo, tienen períodos de vida cortos, tienen crías numerosas (muchas de las cuales no logran llegar a la adultez), dedican poca o ninguna energía a la crianza de los más jóvenes de la especie, no cuentan con mecanismos para limitar su reproducción a la capacidad de acarreo de su hábitat, y tienden a ser oportunistas invadiendo nuevas áreas y adaptándose a las mismas con facilidad. En el caso de plantas, se trata de plantas anuales con tasas de reproducción muy rápidas.

Estas especies son indicadoras de intervención ambiental.

Especies con estrategia K son más especializadas, por lo que están adaptadas a hábitats muy específicos. Maduran muy lentamente y su ciclo de vida es más largo. Su crecimiento poblacional es más lento, su capacidad reproductiva es baja, pero su limitada descendencia contiene los elementos necesarios para asegurar su sobrevivencia.

Por su estrecha dependencia en el hábitat, y su poca facilidad para adaptarse a nuevas situaciones, las especies en peligro de extinción son por lo general estrategias K . Las especies con estrategia K son las más susceptibles a la contaminación ambiental, a la fragmentación de hábitats y otras perturbaciones ambientales.

Hay otro tipo de estrategia de sobrevivencia; son las llamadas especies s son capaces de sobrevivir en condiciones de estrés, en espacios extremos debido a causas naturales (como zonas influenciadas por erupciones volcánicas), o producidas por causas provocadas (como derrames petroleros).

Cuando se producen alteraciones en los ecosistemas maduros, como sucedió con los bosques tropicales amazónicos del Norte de la Amazonía, las primeras comunidades afectadas son aquellas en las que dominan las especies con estrategia K y proliferan especies con estrategia r . Las zonas fuertemente intervenidas por derrames o presencia permanente de petróleo (por ejemplo, en las piscinas de desechos y sus zonas de influencia), son colonizadas por organismos con estrategia s . Se produce por lo tanto un cambio en la estructura de los ecosistemas originarios.

Lo mismo ocurre con las zonas intervenidas por la minería a cielo abierto, pero en este caso la intervención del ecosistema es mucho más radical.

Nicho ecológico

El nicho ecológico delimita la función total que cumple una especie en un ecosistema. El nicho describe el rango de condiciones ambientales, físicas y bióticas, en las cuales una especie, o más precisamente, una población local, puede vivir y reproducirse. Incluye todas las condiciones físicas, químicas y biológicas que necesita una especie para vivir y reproducirse en un ecosistema. Algunas variables que forman parte del nicho de una población incluyen el hábitat donde cumple sus funciones vitales (reproducción, alimentación, descanso) y los recursos que usan los organismos para su existencia.

Formalmente, el nicho es descrito como un hiper-volumen de n-dimensiones, donde cada dimensión corresponde a uno de los factores antes descritos. De esta forma, el nicho involucra a todos los recursos presentes en el ambiente, las adaptaciones de los organismos y cómo se relacionan estos dos.

Desde el punto de vista del nicho ecológico, una especie es “eurioica” si la gama de factores que permiten su existencia es amplia, y es “estenoicas” si es estrecha y con un grado de especialización mucho mayor.

Frente a perturbaciones ambientales (como derrames petroleros o de desechos mineros), desaparecerán muchos nichos ecológicos, simplificándose los ecosistemas. Puede ocurrir también que pocas especies resistentes a la contaminación y otros factores estresantes (lo que ocurre, sobre todo, con las especies eurioicas), ocuparán los nichos ecológicos abandonados por las especies susceptibles (estenoicas). Cuando el rango de distribución de estas especies es muy limitado, pueden entrar a un proceso de extinción. Esto puede ocurrir, tanto a nivel de ecosistemas acuáticos como terrestres.

Derecho al mantenimiento y regeneración de su estructura

Los ecosistemas poseen varios niveles de organización y operan jerárquicamente. Los niveles de organización en un ecosistema son:

Población: los organismos de la misma especie se agrupan en determinado número para formar un núcleo poblacional: una manada de capibaras, un bosque de ceibos, una colonia de hormigas.

Comunidad: es el conjunto de seres vivos de un lugar, por ejemplo, un conjunto de poblaciones de seres vivos diferentes. Por ejemplo, los micro-organismos que

descomponen la hojarasca de un bosque tropical, los peces que habitan una ciénaga.

Ecosistema: es la interacción de la comunidad biológica con el medio físico, con una distribución espacial amplia. Por ejemplo, un bosque tropical y todos sus componentes.

Paisaje: es un nivel de organización superior que comprende varios ecosistemas diferentes dentro de una determinada unidad de superficie. Por ejemplo, el conjunto de humedales, bosques húmedos tropicales, bosques pluviales y cuencas hídricas de la Amazonía ecuatoriana

Región: es un nivel superior al de paisaje y supone una superficie geográfica que agrupa varios paisajes. Por ejemplo, la Cordillera del Cóndor.

Bioma: Son ecosistemas de gran tamaño asociados a unas determinadas características ambientales: macroclimáticas como la humedad, temperatura, radiación y se basan en la dominancia de una especie, aunque no son homogéneos. Un ejemplo es la Amazonía.

Las actividades extractivas pueden alterar cualquiera de los niveles de organización ecológica, dependiendo del grado de intervención de la actividad. La minería a cielo abierto puede extender sus impactos hasta el nivel de región.

Estratificación de las comunidades

La estratificación vertical es un rasgo estructural característico de las comunidades vegetales. En las comunidades más simples hay dos estratos: una superior o eufótica iluminada por la luz solar y dominada por organismos autótrofos, y una capa inferior regeneradora y de consumidores dominada por organismos heterótrofos. Esta estratificación puede darse también entre poblaciones dentro de la comunidad.

La estratificación aumenta el número de nichos ecológicos disponibles, por lo que entre más estratos tiene una comunidad, más diversidad existirá y los organismos que la conforman tendrán un mayor acceso a la energía solar y fuentes de alimentación, anidación, reproducción y descanso.

Los ecosistemas boscosos húmedos tropicales es muy complejidad. La vegetación forma numerosos estratos donde se desarrollan organismos que soportan diversos grados de humedad, insolación, luminosidad, a lo que se suma la presencia de distintos tipos de plantas como las lianas, los bejucos, las epífitas, las plantas parásitas. Las capas superiores (llamadas doseles) albergan gran cantidad de animales tanto vertebrados como invertebrados (a diferencia de lo que sucede en bosques templados que la mayor parte de la vida sucede en el suelo).

Esta complejidad es el resultado de la sucesión ecológica, que ha sucedido en largos períodos de tiempo, a veces de siglos.

Y esa complejidad puede ser destruida en pocos años por la extracción minera a cielo abierto, donde se remueve toda la superficie vegetal para la construcción de la mina, pero además para la construcción de todas las facilidades que necesita la actividad minera (piscinas de relaves, de escorias, refinación del mineral, etc.)

En cuanto a la actividad petrolera, toda la infraestructura necesaria (pozos, estaciones de separación, oleoductos y líneas de flujo, piscinas de desechos y otras infraestructuras, así como las carreteras para servir a la industria), destruyen la complejidad de estos bosques.

Efecto de borde

Es la ruptura en la continuidad de los hábitats adyacentes, implicando cambios en las condiciones ambientales y biológicas. Cuando un ecosistema natural es afectado por deforestación, fragmentación de sus hábitats, incendios, etc. se producen cambios en las composición biológicas y físicas de las comunidades vegetales contiguas, debido los cambios abruptos en las condiciones ambientales, en el tipo de suelo, la topografía y las condiciones micro-climáticas (humedad, insolación, cambios en la luminosidad, temperatura), el ruido (lo que afecta a la fauna nativa).

El efecto de borde afecta la composición de comunidades vegetales cerca de la zona de transición. Desaparecen las especies típicas de una comunidad clímax, las que son desplazadas por especies pioneras. La proliferación de especies pioneras (con requerimiento de luz, temperatura y disecación característicos) hacia el interior del bosque, desplazan a las comunidades de la vegetación clímax. El efecto de borde afecta además la eco-fisiología de las plantas: su tolerancia a las variaciones de temperatura y humedad y a su potencial hídrico. El efecto de borde afecta a las comunidades microbiológicas.

Se considera a los bordes como membranas que modulan el intercambio de materia y organismos entre el bosque natural y la zona intervenido, por lo que se habla de la permeabilidad de bordes. La permeabilidad determinada por distintos tipos de bordes (suaves o abruptos) tiene importantes implicaciones en términos de la integralidad y la regeneración de bosques.

El efecto de borde se observa en bosques tropicales, en áreas intervenidas por la prospección sísmica, las plataformas de perforación y extracción, y por la presencia de infraestructura petrolera, la carretera, el derecho de vía para las líneas de flujo. En la minería se produce el efecto de borde junto a la infraestructura minera (la mina, zona de molienda, separación, de relaves, escorias, fundición y todas las vías de comunicación necesarias) y sus etapas (prospección, exploración y la construcción de la mina).

El efecto de borde es considerado como una de las principales causas de extinción de las especies, siendo las especies con estrategia de sobrevivencia *K* las primeras en ser afectadas.

Capacidad de carga

La capacidad de carga ecológica o de un ecosistema es el crecimiento límite máximo de una población biológica que puede soportar el ambiente en un período determinado, sin que haya efectos negativos para esa población, ni para el ambiente. Este tamaño umbral máximo de individuos de una población que el ambiente puede soportar, depende de los recursos disponibles como agua, alimentos, espacio, entre otros.

Desarrollos a este concepto incluye: la carga máxima que la humanidad puede imponer de modo sostenible al medio ambiente antes de que éste sea incapaz de sostener y alimentar la actividad humana.

La utilización de recursos y la producción de desechos no dependen sólo de la importancia de la población. Son el resultado del efecto combinado de la población, de los sistemas de producción y de los modos de consumo. Puesto que el mismo efecto sobre el medio ambiente lo pueden producir diferentes combinaciones de estos tres factores, es posible --en teoría-- permanecer dentro de los límites de la capacidad de carga del medio ambiente, modificando la importancia respectiva de los factores población, tecnología y consumo.

En el caso de la contaminación por vertidos sólidos, líquidos y gaseosos en ecosistemas terrestres, acuáticos y en la atmósfera, la capacidad de carga se refiere a las cantidades de productos contaminantes que se pueden degradar a través de los procesos biogeoquímicos naturales, y que estos espacios pueden absorber antes de ser irremediablemente alterados.

En las zonas petroleras de la Amazonía Norte del Ecuador, se ha superado la capacidad de carga de los ecosistemas.

Derecho al mantenimiento y regeneración de sus funciones

Las funciones de la naturaleza son procesos ecológicos, que incluye una gran cantidad de aspectos que existen independiente de la interacción humana.

Entre estos se destacan las funciones de los ecosistemas, que son los procesos ecológicos (incluyendo elementos bióticos y abióticos) que se desarrollan en hábitats naturales. Se pueden caracterizar fuera del contexto de las sociedades humanas, aunque usualmente son afectadas por sus actividades

Con frecuencias estas funciones de la naturaleza son confundidas con servicios ambientales. Al respecto, la Constitución del Ecuador dice los servicios ambientales no serán objeto de apropiación.

El extractivismo petrolero y minero obstaculiza la consecución de la mayoría de estas funciones ejercidas por los ecosistemas naturales. En cada una de las etapas (empezando por la prospección, pasando por la perforación, construcción de las minas, extracción, transporte y transformación) se van afectando distintas funciones ecológicas.

A continuación, se presenta una tabla con algunas de las principales funciones de los ecosistemas, y cómo el extractivismo los afecta.

Tabla No. 1. Cómo la extracción petrolera y minera afecta las funciones de los ecosistemas

Función ambiental	Minería	Petróleo
Asegurar la continuidad evolutiva de las poblaciones biológicas	La minería a cielo abierto remueve toda la capa vegetal de la zona intervenida, impidiendo la continuidad de las poblaciones biológicas. La contaminación generada en las distintas fases de las actividades minera impide la continuidad de las comunidades biológicas.	La extracción petrolera afecta a las comunidades biológicas en su área de influencia. La contaminación generada en las distintas fases de las actividades petroleras impide la continuidad de las comunidades biológicas.
Mantener los procesos ecológicos, como son la sucesión ecológica (desde comunidad pionera a clímax), el ciclo de nutrientes, el equilibrio de las redes tróficas	Los microorganismos que intervienen en los ciclos de nutrientes son afectados por la contaminación minera, especialmente por el uso de cianuro en algunos procesos mineros.	Los microorganismos que intervienen en los ciclos de nutrientes son afectados por la contaminación petrolera. La sucesión ecológica se interrumpe por la destrucción y fragmentación de hábitats y por efecto de la contaminación petrolera. Esto afecta también a las redes tróficas.
Proveer diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre los componentes vivos y de éstos con los componentes abióticos de los ecosistemas (agua, suelo, aire, etc.)	La intervención de la minería a cielo abierto es tan grande en los ecosistemas, que hacen imposible las interacciones entre los organismos vivos y su ambiente abiótico.	La extracción petrolera y la construcción de infraestructura en cada una de sus fases transforma irreversiblemente los hábitats, y con ello, la posibilidad de interacción entre los organismos vivos y su ambiente abiótico.
Proveer de hábitat y nichos ecológicos a la flora, fauna y micro organismos	La intervención de la minería a cielo abierto es tan grande en los ecosistemas, que destruye de la vida silvestre.	La extracción petrolera y la construcción de infraestructura en cada una de sus fases destruye hábitats y nichos ecológicos naturales.

	La inmensa cantidad de desechos contaminantes sólidos y líquidos generados en esta actividad, y la infraestructura creada para su manejo, contribuyen a la degradación de hábitats naturales y nichos ecológicos	Los desechos generados en esta actividad y la infraestructura creada para su manejo contribuyen a la degradación de hábitats naturales y nichos ecológicos
Mantener la estructura de los ecosistemas	En cada una de sus fases, pero especialmente en la extracción minera a cielo abierto, se destruye el ecosistema y su estructura vertical, incluyendo la estratificación. Interrupción de los cursos de agua por remoción de materiales, construcción de carreteras o de obras auxiliares.	La explotación petrolera en cada una de sus fases altera la estructura de los ecosistemas salvajes donde se asienta
Mantener la diversidad de las especies y la variabilidad dentro de las especies	La intervención de la minería a cielo abierto es tan grande en los ecosistemas que puede ser considerada como un causante de extinción de especies, especialmente de aquellas con alto endemismo reducido área de distribución. Los individuos que logran adaptarse a las condiciones de estrés viven en un rango específico de variabilidad genética.	La intervención de la minería a cielo abierto es tan grande en los ecosistemas que puede ser considerada como un causante de extinción de especies, especialmente de aquellas con alto endemismo reducido área de distribución. Los individuos que logran adaptarse a las condiciones de estrés viven en un rango específico de variabilidad genética.
Asegurar la interacción con otros ecosistemas, a través por ejemplo de transportar y reciclar sedimentos que mantienen humedales	Las actividades mineras generan gran cantidad de desechos líquidos de gran toxicidad, que interfieren con el ciclo de nutrientes y contaminan los humedales Genera además desechos sólidos que incrementan la sedimentación y degrada los humedales y otros cuerpos de agua	Las actividades petroleras generan gran cantidad de desechos líquidos de gran toxicidad, que interfieren con el ciclo de nutrientes y contaminan los humedales
Proveer refugios para especies migratorias	La infraestructura minera, y la mina misma, actúan como barreras a especies migratorias. Los ruidos y vibraciones asociada a la movilización de maquinaria pesada y las explosiones en los yacimientos alejan la fauna	Las torres de perforación y otras infraestructuras petroleras actúan como barreras para la circulación de especies migratorias. Los mecheros generan gran cantidad de gases tóxicos y elevadísimas temperaturas, matando a todas las especies que están en su área de influencia
Regulación de gases atmosféricos	La inmensa cantidad de material particulado que se	

	<p>genera en las distintas fases de la operación minera, produce cambios en la composición de los gases atmosféricos.</p> <p>Durante las tronaduras se emite a la atmósfera importantes concentraciones de reactivos tóxicos.</p>	
Regulación climática, especialmente de los gases que producen el efecto invernadero		La quema de petróleo (y otros combustibles fósiles) es la principal causa del efecto invernadero
Protección contra desastres ambientales, por ejemplo, control de inundaciones, tormentas, ciclones por la presencia de vegetación	La destrucción de la capa vegetal para la minería, destruye las protecciones naturales frente a eventos naturales, convirtiéndolo en desastres de origen antropogénico.	
Regular el ciclo del agua	Los lodos de perforación traídos a la superficie altamente peligrosa que contienen una serie de sustancias tóxicas como metales pesados, radioactivos, contaminando el agua. En la extracción se acidifican las aguas debido a los contaminantes que se generan	Los lodos de perforación traídos a la superficie altamente peligrosa que contienen una serie de sustancias tóxicas como metales pesados, radioactivos, contaminando el agua La perforación de pozos petroleros interrumpe y dañan acuíferos
Control de la erosión, prevención de la pérdida del suelo por el viento, agua de escorrentía.	La minería destruye la capa vegetal, y las capas de suelo adyacente generando erosión masiva. Debido a la erosión se acelera la sedimentación, lo que produce turbidez en el agua, y la reducción del oxígeno existente en ella.	La infraestructura petrolera incluyendo las carreteras, líneas de flujo, estaciones, piscinas de desechos, etc. promueven erosión del suelo, especialmente en operaciones en zonas húmedas tropicales, donde el suelo desnudo es barrido por las intensas lluvias
Formación de suelo, por medio de la acumulación de material orgánico	Las actividades mineras son la antítesis de la formación de suelos; y nada orgánico crece en las zonas mineras. Se produce modificación de la topografía de toda la zona afectada por la extracción minera.	Aunque en las zonas petroleras dominan las especies pioneras (que producen más biomasa), la intervención constante del hábitat limita la capacidad del sistema de formar suelos
Polinización, proveer de polinizadores para favorecer la reproducción de poblaciones de plantas	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo los polinizadores.	La destrucción de hábitats afecta a toda la cadena trófica, incluyendo los polinizadores Durante la quema de gas en mecheros que arden día y noche, se mueren millones de insectos polinizadores.

Control biológico, usando los enemigos naturales de plagas	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo potenciales agentes de control biológico.	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo potenciales agentes de control biológico.
Producción de alimentos (animales de caza, pesca y recolección de hongos y vegetales)	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo especies comestibles. Algunos organismos pueden adaptarse a las condiciones de estrés generada por la minería, pero la concentración de contaminantes es alta, que los hace no aptos para la alimentación humana.	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo especies comestibles. Algunos organismos pueden adaptarse a las condiciones de estrés generada por la explotación petrolera, pero la concentración de contaminantes es alta, que los hace no aptos para la alimentación humana.
Materia prima para obtener fibras, combustibles	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo especies de utilidad para las comunidades humanas	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo especies de utilidad para las comunidades humanas
Recursos genéticos, para obtener nuevas medicinas, cosméticos, semillas, colorantes naturales y otros.	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo especies de utilidad para las comunidades humanas	La destrucción de hábitats afecta toda la cadena trófica, incluyendo especies de utilidad para las comunidades humanas

Elaboración propia

Derecho a la reparación ambiental

En ecosistemas intervenidos por actividades petroleras y mineras, debe generarse procesos de reparación, que en biología se llama restauración ambiental.

La restauración debe incluir la reparación de la sucesión ecológica. Es decir, permitir que el ecosistema pase por un proceso de colonización de organismos pioneros, con tasas de reproducción rápida (con estrategias de sobrevivencia r), los que deben ser reemplazados por distintos estadios serales. En este proceso se puede dirigir la sucesión ecológica introduciendo especies de utilidad para las poblaciones (humanas) locales.

El objetivo final es recuperar la estructura y complejidad que el ecosistema tenía antes de la intervención, aunque esto es muy difícil de alcanzar. Un objetivo alcanzable podría ser que el ecosistema recupera sus funciones

Remediación vs reparación

La remediación y la restauración ambiental tienen una perspectiva tecnológica.

La remediación se refiere a la utilización de un proceso tecnológico o de ingeniería ambiental para reparar un tipo de daño específico.

La restauración ecológica es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido, incluyendo la recuperación de la biodiversidad, estructura y función. La rehabilitación busca la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema.

La reparación tiene una perspectiva de derechos, e implica llevar al ecosistema a un estado cercano al original, de tal manera que puedan recuperarse las funciones ecosistémicas, de la sucesión natural y los nichos ecológicos preexistentes. Debe incluir la integridad biótica preexistente en términos de composición de especies y estructura de la comunidad, para lo que se necesita el conocimiento sobre la estructura, biodiversidad y función de los ecosistemas de referencia (ecosistemas sin degradar), como así también de la heterogeneidad de ambientes en el área a recuperar y la descripción de los mismos en términos de estructura, biodiversidad y función. Los procesos de reparación ecológica deben tomar en consideración la escala de paisaje, para asegurar los flujos, interacciones e intercambios con los ecosistemas contiguos

Además, deben eliminarse las causas de perturbación ambiental, como puede ser las fuentes de contaminación generada por una infraestructura petrolera o minera. No consiste únicamente en implementar medidas de limpieza o de revegetación de las zonas intervenidas, sino eliminar sus causas.

Es importante asegurar la inclusión de las comunidades humanas locales tanto en la planificación, en la ejecución de los mismos y en el monitoreo o seguimiento de las actividades realizadas, y se debe contar con su satisfacción en el desarrollo de todo el proceso.

LOS CICLO BIOQUÍMICOS

Una forma de clasificar los niveles de organización de la materia viva es: átomos, moléculas, macromoléculas, células, órganos, organismos vivos.

Los tres primeros niveles son el campo de estudio de la química y la bioquímica.

Metabolismo

El metabolismo comprende una serie de transformaciones químicas y procesos energéticos que ocurren en el ser vivo. Estas transformaciones se llevan a cabo a través de las enzimas, que originan sustancias que son, a su vez productos de otras reacciones. El conjunto de reacciones químicas y enzimáticas se denomina ruta o vía metabólica. El metabolismo se divide en:

- El catabolismo es el metabolismo de degradación de sustancias con liberación de energía.
- El anabolismo es el metabolismo de construcción de sustancias complejas con necesidad de energía en el proceso.

En las rutas metabólicas se necesitan numerosas y específicas moléculas que van conformando los pasos y productos intermedios de las rutas. En cada paso metabólico hay consumo de energía, por lo que están también regidas por las leyes de la termodinámica

Respiración celular o ciclo de Krebs

Durante la respiración celular, una molécula de glucosa se degrada a través de varios pasos metabólicos en dióxido de carbono y agua. Esto se realiza a través del llamado Ciclo de Krebs.

El ciclo de Krebs (también llamado ciclo del ácido cítrico o ciclo de los ácidos tricarbónicos) es una ruta metabólica, que forma parte de la respiración celular en todas las células aeróbicas, y está compuesta de 8 pasos metabólicos., en cada uno de los cuales hay un consumo de energía, y por lo mismo de generación de calor (entropía).

Durante la extracción minera, se utiliza el cianuro que interfiere en la respiración celular. El cianuro de sodio es utilizado por la moderna minería del oro porque es un compuesto químico muy eficiente para atraer el mineral (95-98%) y a costos relativamente bajos; pero a la vez extremadamente tóxico. una relación de un kilo de cianuro por 1 gramo de oro. Esto, si se considera que la proporción de oro por tonelada de roca suele no ser superior a dos gramos, supone actividades de altísimo impacto.

El cianuro se emplea en lixiviación en pilas o en tanques. La lixiviación en pila es un proceso al aire libre. Se riega el químico mediante aspersores grandes cantidades de roca triturada, con riesgos de dispersión del cianuro en aire, tierra y agua. La pila contaminada queda expuesta a condiciones climáticas impredecibles. La lixiviación en tanque, supone una planta de molienda y un bombeo de solución cianurada dentro de una serie de tanques (un circuito). La mena triturada viaja a través del circuito, y los minerales deseados son extraídos de la mena. La planta de molienda puede sufrir contaminación si las bombas se descomponen o si los tanques se desbordan. Generalmente, estas fugas son retenidas dentro del edificio, y los materiales derramados, que aún contienen minerales valiosos y agentes químicos re-utilizables, son bombeados de vuelta al circuito. Es en el tránsito de este proceso que ocurren con más frecuencia los accidentes. Las napas contaminadas pueden llegar a los hogares de la gente o a lugares de abastecimiento de flora y fauna.

Ciclos biogeoquímicos

Un ser vivo para cumplir con todas sus necesidades biológicas, requiere de unos 40 elementos, pero los más importantes son: Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O). Son también importantes: Nitrógeno (N), y Fósforo (P).

Estos que elementos se desplazan de manera más o menos circular del medio ambiente a los organismos y de los organismos de vuelta al medio ambiente. Esto se llama ciclo de nutrientes. Los organismos que facilitan el ciclo de nutrientes, son los descomponedores, generalmente micro organismos.

El ciclo del Carbono

El carbono es el elemento más importante en los seres vivos, por eso la química del carbono es llamada “química orgánica”. Forma parte de los llamados “ciclos atmosféricos o gaseosos”.

El carbono entra a los sistemas biológicos en forma de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico, a través de la fotosíntesis. Los compuestos orgánicos entran en la cadena trófica de las plantas (o algas) a los organismos heterótrofos. Los animales y las plantas utilizan los carbohidratos en el proceso de respiración, usando la energía contenida en los carbohidratos y emitiendo CO_2 . Junto con la descomposición orgánica (forma de respiración de las bacterias y hongos), la respiración devuelve el carbono, biológicamente fijado en los reservorios terrestres (los tejidos de la biota, el suelo), a la atmósfera.

El ciclo del carbono queda completado gracias a los organismos descomponedores, los cuales llevan a cabo el proceso de mineralizar y descomponer los restos orgánicos, cadáveres, excrementos, etc.

Las actividades industriales, especialmente la quema de combustibles fósiles (procedentes del gas, petróleo y carbón) han hecho que la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera supere la capacidad que tienen las plantas y las algas de fijarlo a través de la fotosíntesis, produciéndose un desbalance en el ciclo.

El exceso de este gas en la atmósfera produce el fenómeno del efecto invernadero, porque el CO₂ forma una película translúcida que impide la salida de calor del Planeta, generándose el calentamiento global o cambio climático, el peor problema ambiental que enfrentamos al momento.

Ciclo del Nitrógeno

El nitrógeno es otro de los elementos que forman parte del ciclo atmosférico. Es el elemento más abundante de la atmósfera, y conforma el 2,5% de los sistemas vivos (está presente sobre todo en las proteínas).

Este es un elemento muy estable, por lo que se necesitan procesos biológicos complicados, intermediados por microorganismos, para hacer al nitrógeno un elemento biológicamente disponible. La fijación del nitrógeno es llevada a cabo por bacterias y cianobacterias que reducen el N₂ en NH₃ a través de un complejo de proteínas llamadas nitrogenasas.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno pueden asociarse a las raíces de las plantas (especialmente leguminosas como el fréjol y la guaba) o ser de vida libre. Estos son los únicos organismos vivos capaces de fijar el nitrógeno atmosférico para que pueda ser asimilado por las plantas.

Las bacterias nitrificantes consiguen su energía por la oxidación de los compuestos inorgánicos del nitrógeno y producen nitratos que son utilizados por las plantas para sintetizar proteínas, y el nitrógeno pasa a los otros eslabones de la cadena trófica.

Al morir los organismos, entran en el proceso de descomposición, y ahí se generan desechos nitrogenados, que sirven como alimento o nutrientes de otros organismos. El átomo de nitrógeno se transforma metabólicamente a varios estados químicos hasta que se reconvierten a su estado inicial para iniciar otro ciclo.

Los contaminantes industriales afectan a las poblaciones de bacterias que intervienen en el ciclo del nitrógeno, lo que a su vez interfiere con la fijación de nitrógeno.

El ciclo sedimentario

Corresponde al ciclo de algunos elementos que en una parte del mismo, no están accesibles a los seres vivos, porque se encuentran formando parte de las rocas. Forman parte de este ciclo el fósforo y el azufre.

Tanto el fósforo y el azufre son elementos importantes para los seres vivos. El primero por estar relacionado con El ATP, una biomolécula que es la fuente de energía principal para la mayoría de los procesos celulares, y que está compuesto por fósforo, a más de carbono, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno. Está presente además en los huesos y los dientes de los vertebrados. El azufre es un componente de algunos aminoácidos.

Estos elementos se hacen disponibles de las plantas a través de la erosión hídrica de las rocas. Estos entrar al suelo y son absorbidos por las plantas a través de las raíces, donde forman parte de la síntesis de aminoácidos y otros ciclos vitales. A partir de ahí, entran a las cadenas tróficas, que finalizan con la descomposición donde estos elementos se incorporan al suelo en forma químicamente inorgánico.

El ciclo del azufre se lleva a cabo en la atmósfera, el agua y el suelo. Debido a actividades industriales, donde se genera SO_2 y NO_x en forma de aerosoles, que se incorporan a las nubes y se precipita con la lluvia. En la extracción petrolera, la quema de gas en mecheros que arden día y noche, se generan gran cantidad de contaminantes que se incorporan a las nubes generando lluvia ácida.

Luego, la contaminación proveniente de la lluvia ácida se dispersa a través del ciclo hídrico; entra a los ríos y otros cuerpos de agua, evaporándose a la atmósfera y formando nubes que viajan empujadas por el viento, generando contaminación a cientos o miles de kilómetros del punto donde se generó la contaminación.

La lluvia ácida ataca y mata a los árboles porque contamina sus hojas, despojándolas de su cubierta cerosa lo que produce pequeñas lesiones y dificulta el proceso de la fotosíntesis. Cuando la tierra se humedece con el ácido, se reducen los nutrientes del suelo, que son esenciales para la vida de las plantas. En ocasiones la lluvia ácida hace que penetren al vegetal ciertos elementos como el aluminio, lo que bloquea la absorción de nutrientes en las raíces, afectando directamente su desarrollo.

El smog fotoquímico es una contaminación crítica del aire que se genera por la abundancia de oxidantes en la atmósfera; es especialmente problemática en zonas urbanas. Se provoca por la aparición de SO_2 y cenizas en el aire -generalmente procedentes de la combustión de carbones y combustibles de alto contenido en azufre-, o por la concentración en el aire de NO_2 y de contaminantes expulsados por motores que, por acción de los rayos solares, reaccionan foto-químicamente con los componentes propios del aire, produciendo un conjunto de contaminantes de naturaleza oxidante, como el ozono, el nitrato de peroxiacetilo, el ácido fórmico o el agua oxigenada.

Estos contaminantes producen graves impactos tanto a la salud humana, a la biodiversidad y los cultivos agrícolas de los que dependen las poblaciones locales, afecta la fotosíntesis y cambia la composición de los microorganismos del suelo, favoreciendo a las especies menos vulnerables a este tipo de contaminación.

Los hongos micorrizas juegan un papel importante en el ciclo del fósforo. El 95% de plantas mantiene relaciones simbióticas con hongos micorrizas. Las micorrizas ayudan a la asimilación de fosfatos y otros nutrientes; facilitan captar el agua del suelo, y las hace más resistente a los cambios de temperatura y a la acidificación del suelo. Contaminantes provenientes de actividades extractivas pueden afectar negativamente a los hongos micorrizas.

El exceso de fósforo en cuerpos de agua procedente de actividades industriales, se limita la productividad biogeoquímica, la biomasa aumenta en igual proporción que el fósforo añadido al sistema. Esto hace que aumente el DBO del agua, lo que provoca una disminución de oxígeno y suprime las bacterias aeróbicas y anóxicas, lo que conduce a la muerte de peces y otras formas de vida.

Dado que especialmente el fósforo se encuentra en el suelo en cantidades limitada y en forma muy dispersa y que no se ha encontrado ningún tipo de sustituto ni artificial ni natural y su ampliación en los fertilizantes (esencial para la agricultura industrial basada en monocultivos), se necesita recurrir a la minería para hacer fertilizantes sintéticos y agrotóxicos organofosforados, con los impactos típicos de la extracción minera. Se estima que cada año se extraen en el mundo unos 170 millones de toneladas de fosfatos.

La minería del fósforo es tan intensa que, con las reservas actuales estimadas de fósforo, muchos estudios estiman que en un periodo de 50-100 años el fósforo se empezará a agotar

LEYES DE LA QUÍMICA

Aunque fueron desarrolladas mucho antes que las leyes de la termodinámica, las leyes de la química inorgánica concuerdan con la primera ley de la termodinámica, que básicamente Ley de la Conservación de la materia, que establece que, en las reacciones químicas, los elementos no se destruyen durante un proceso químico, sino que sólo se reorganiza.

Energía química es el potencial de una sustancia química para experimentar una transformación a través de una reacción química o para transformar otras sustancias químicas. Romper o generar enlaces químicos implica energía, la cual puede ser absorbida o generada de un sistema químico.

La energía que puede ser liberada (o absorbida) debido a una reacción entre un conjunto de sustancias químicas es igual a la diferencia entre el contenido energético en los productos y reactivos. Este cambio en la energía es llamado el cambio en la energía interna de una reacción química.

Ley de las proporciones definidas

Cuando dos o más elementos se combinan para formar un determinado compuesto lo hacen en una relación en peso constante independientemente del proceso seguido para formarlo.

Para cualquier muestra pura de un determinado compuesto los elementos que lo conforman mantienen una proporción fija en peso, es decir, una proporción ponderal constante.

Así, por ejemplo, en el agua los gramos de hidrógeno y los gramos de oxígeno están siempre en la proporción 1/8, independientemente del origen del agua.

Ley de las proporciones múltiples

Diferentes cantidades de un mismo elemento que se combinan con una cantidad fija de otros elementos, para formar diversos compuestos, se hayan en relación sencilla que puede expresarse en números enteros.

Esta ley indica que cuando dos elementos A y B, son capaces de combinarse entre sí para formar varios compuestos distintos, las distintas masas de B que se unen a una cierta masa de A, están en relación de números enteros y sencillos.

Ley de las proporciones recíprocas

Ley de las proporciones recíprocas o Ley de Richter, los pesos de los elementos diferentes que se combinan con un mismo peso de un elemento dado, son los pesos relativos de aquellos elementos que se combinan entre sí, o bien múltiplos o submúltiplos de estos pesos.

Los pesos de diferentes elementos que se combinan con un mismo peso de un elemento dado, dan la relación de pesos de estos elementos cuando se combinan entre sí o bien múltiplos o submúltiplos de estos pesos.

Ley de los volúmenes de combinación

En cualquier reacción química los volúmenes de todas las sustancias gaseosas que intervienen en la misma, medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura, están en una relación de números enteros sencillos.

La ley no se aplica a la relación entre los volúmenes de los cuerpos sólidos y líquidos reaccionantes tal como el volumen de azufre que se une con el oxígeno para formar anhídrido sulfuroso.

Una actividad industrial que vulnera las leyes de la química, es la nanotecnología.

La nanotecnología

La nanotecnología es una ciencia aplicada en el campo de los materiales y de las estructuras, que trabaja con magnitudes que se miden en nanómetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), a un nivel de átomos y moléculas.

Se define como “Nanotecnología” al conjunto de técnicas utilizadas para manipular la materia en la escala de átomos y moléculas. La nanotecnología constituye, por lo tanto, el control de la materia a nanoescala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nanoescala. Cuando se manipula la materia a escala tan minúscula, presenta fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por lo tanto, los científicos utilizan la nanotecnología para crear nuevos materiales, aparatos y sistemas con propiedades únicas e impactos poco conocidos.

A través de la nanotecnología, se desarman estas estructuras moleculares para reensamblarlas y formar nuevos materiales.

La milmillonésima parte de un metro marca el límite de reducción a la que podemos llegar cuando hablamos de objetos materiales. En un nanómetro caben entre tres y cinco átomos, y aunque en el universo hay cosas más pequeñas que los átomos, no se pueden manipular para crear nuevos materiales.

Para imaginar el potencial de la nanotecnología es necesario señalar que las propiedades de los materiales cambian drásticamente en la nanoescala. Tales cambios se llaman “efectos cuánticos”. Por debajo de los 1000 nm , los materiales pueden exhibir nuevas características —tales como conductividad eléctrica, mayor

biodisponibilidad, elasticidad, mayor fortaleza o reactividad— propiedades que las mismas sustancias no presentarían en las escalas micro o macro.

El carbón en forma de grafito (como en el lápiz) es suave y maleable, pero en nanoescala, puede ser entre 10 y 500 veces más fuerte que el acero y seis veces más liviano.

El cobre en nanoescala es elástico a temperatura ambiente y puede estirarse 50 veces su longitud original sin quebrarse.

El aluminio en nanoescala —el material de las latas de refrescos— puede hacer combustión espontáneamente.

Los cambios generados en los elementos y compuestos son tan severos, que se habla de una “nueva y ampliada tabla periódica” de elementos y están explotando los cambios de las propiedades que se producen en la nanoescala para crear nuevos materiales y modificar los existentes. Las empresas fabrican ahora partículas nanométricas mediante métodos de ingeniería, que son utilizadas en miles de productos comerciales, en todos los sectores industriales.

Nanotecnología y minería: aunque trabajar a nanoescala podría implicar se necesita menos materiales, lo que sucede en realidad es que la manipulación de las moléculas abre un mundo de posibilidades a la industria de materiales, para lo que se necesita ampliar la frontera extractiva, para acceder minerales que antes no tenían un valor comercial. Este es el caso de los llamados tierras raras, que juegan un papel vital en la fabricación de artefactos electrónicos.

La producción en masa y el control de calidad son fundamentales para la rentabilidad de los nanomateriales que utilizará la industria manufacturera en general. La producción de nanomateriales genera considerables cantidades de residuos y productos secundarios.

Nanotecnología en petróleo. El primero de ellos es a través de fluidos de complementación con nanotecnología. A través de disolventes y ácidos especiales, además de agua, se limpia la roca taponada para extraer el crudo. A través de la nanotecnología, se puede perforar a profundidades y zonas que no se logran normalmente. Al disminuir el tamaño de la partícula del líquido de perforación, se limpia la formación completamente.

LA QUÍMICA ORGÁNICA

La química orgánica estudia la estructura, propiedades, síntesis y reactividad de compuestos químicos formados principalmente por carbono e hidrógeno, los cuales pueden contener otros elementos, generalmente en pequeña cantidad como oxígeno, azufre, nitrógeno, halógenos, fósforo, silicio.

El término “orgánico” procede de la relación existente entre estos compuestos y los procesos vitales, sin embargo, existen muchos compuestos estudiados por la química orgánica que no están presentes en los seres vivos, mientras que numerosos compuestos inorgánicos forman parte de procesos vitales básicos, sales minerales, metales como el hierro que se encuentra presente en la hemoglobina.

Tabla No. 2

Paralelo entre las sustancias minerales (química inorgánica) y las sustancias orgánicas (química orgánica)

Compuestos inorgánicos	Productos orgánicos
Los compuestos minerales se forman por acción de las fuerzas fisicoquímicas: Fusión, sublimación, difusión, electrólisis	Se forman naturalmente en los vegetales y animales. Los vegetales, mediante la acción de la clorofila y los rayos del sol producen a partir del CO ₂ , el H ₂ O, los minerales y sustancias como el amoníaco, los nitritos, nitratos y fosfatos, tomados del suelo son capaces de sintetizar, azúcares, ácidos, grasas, aminoácidos, proteínas, alcaloides, esencias, ceras, resinas, etc. Se forman naturalmente en los vegetales y animales. Los vegetales, mediante la acción de la clorofila y los rayos del sol producen a partir del CO ₂ , el H ₂ O, los minerales y sustancias como el amoníaco, los nitritos, nitratos y fosfatos, tomados del suelo son capaces de sintetizar, azúcares, ácidos, grasas, aminoácidos, proteínas, alcaloides, esencias, ceras, resinas, etc.

Se forman mediante reacciones químicas a altas temperaturas.	Se forman mediante combinaciones, condensaciones, polimerizaciones, hidrólisis y oxidaciones y reducciones sucesivas
En su mayoría son iónicos o fuertemente polares.	Tienen enlaces covalentes.
Tienen puntos de fusión y de ebullición elevados debido a las grandes fuerzas electrostáticas que atraen a los iones de carga opuesta.	Poseen puntos de fusión y ebullición bajos, debido a las débiles fuerzas intermoleculares.
Son solubles en agua e insolubles en solventes orgánicos.	Son solubles en solventes orgánicos e insolubles en agua.
Son difíciles de quemar	Arden con facilidad y rápidamente.
Implican reacciones químicas rápidas y simples	Tienen baja estabilidad al calor y como consecuencia se oxidan fácilmente. Implican reacciones complejas y lentas.
Son raros los enlaces entre elementos iguales.	Sus productos de reacción usualmente son mezclas.
La isomería es poco usual.	Es común la isomería

La química orgánica es mucho más compleja que la química inorgánica, y así como la nanotecnología abrió un gran nicho para la explotación de prácticamente todos los elementos de la tabla periódica, la química orgánica, es llamada también la química del petróleo, y su descubrimiento y explotación abrió camino a la petroquímica.

La petroquímica y los derivados de petróleo

El petróleo ha dado paso a un nuevo concepto urbano en el que el automóvil es el factor determinante para su diseño. Se ha generado toda una gama de nuevos productos derivados de petróleo altamente contaminantes, tanto en el proceso de producción, en su transformación como en su eliminación, como plásticos, detergentes, pinturas, explosivos, productos farmacéuticos, colorantes, insecticidas y otros agrotóxicos, fertilizantes sintéticos, combustibles.

Los compuestos orgánicos derivados del petróleo presentan una enorme variedad de propiedades y aplicaciones, que han dado lugar a miles de compuestos que han transformado la vida de la sociedad humana y ha producido grandes impactos ambientales como es el efecto invernadero y la enorme cantidad de plásticos, imposibles de degradar por los ciclos biológicos, por tratarse de compuestos inexistentes en la naturaleza, lo que ha llenado por ejemplo los océanos con islas de plásticos.

La transformación del petróleo través de la petroquímica ha sustentado además un modelo agrícola ampliamente dependiente de combustibles fósiles y la industrialización de la producción de alimentos.

Durante la petroquímica se generan una gran cantidad de desechos. Los desechos y emisiones que se producen dependen de los tipos de compuestos que se fabriquen y la gran variedad de procesos y químicos que se emplean en su manufactura.

Entre los desechos sólidos se incluyen restos de materia prima, polímeros residuales, lodos provenientes de la caldera, de la limpieza de los tanques o equipos de control de la contaminación, y ceniza producida durante la operación de las calderas a carbón. Los desechos pueden estar contaminados con las sustancias químicas de los procesos.

Dependiendo del proceso que se utilice, los contaminantes atmosféricos incluyen partículas y un gran número de compuestos gaseosos, como óxidos de azufre, óxidos de carbono y de nitrógeno procedentes de las calderas y hornos del proceso, amoníaco, compuestos de nitrógeno, etc. Estas emisiones provienen de varias fuentes, incluyendo el equipo del proceso, instalaciones de almacenamiento, bombas, válvulas, desfuegos y los retenedores que tienen fugas.

Los recursos hídricos freáticos y superficiales pueden ser afectados, negativamente, por el agua lluvia proveniente de los patios de tanques, áreas de descarga y procesamiento de los productos, tuberías, purgación del agua de enfriamiento, agua de lavado y limpieza, y derrames casuales de materias primas y productos terminados.

LEYES DE LA FISICA

Las Leyes de Newton

Las Leyes de Newton, también conocidas como Leyes del movimiento de Newton, se explican la mayor parte de los problemas planteados por la dinámica, en particular aquellos relativos al movimiento de los cuerpos. Revolucionaron los conceptos básicos de la física y el movimiento de los cuerpos en el universo.

Las Leyes de Newton permiten explicar tanto el movimiento de los astros, como los movimientos de los proyectiles artificiales creados por el ser humano, así como toda la mecánica de funcionamiento de las máquinas.

Primera Ley o Ley de Inercia

Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que otros cuerpos actúen sobre él.

Esta ley sostiene que todo sistema que normalmente funciona bien, se desequilibra a causa de un componente externo. Si el sistema funciona mal, es necesario una fuerza externa para cambiarlo.

La primera ley del movimiento rebate la idea aristotélica de que un cuerpo sólo puede mantenerse en movimiento si se le aplica una fuerza. Newton expone que:

Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo a no ser que sea obligado a cambiar su estado por fuerzas impresas sobre él.

La primera ley de Newton, conocida también como Ley de inercia sostiene que, si sobre un cuerpo no actúa ningún otro, este permanecerá indefinidamente moviéndose en línea recta con velocidad constante (incluido el estado de reposo, que equivale a velocidad cero).

Los cuerpos en movimiento están sometidos constantemente a fuerzas de roce o fricción, que los frena de forma progresiva. En consecuencia, en un cuerpo con movimiento rectilíneo uniforme implica no hay ninguna fuerza externa neta; un objeto en movimiento no se detiene de forma natural si no se aplica una fuerza sobre él

Segunda ley o Principio Fundamental de la Dinámica

Ley segunda ley de Newton o Fundamental de la Dinámica, también conocida como Ley Fuerza, determina una relación proporcional entre fuerza y variación de la cantidad de movimiento o momento lineal de un cuerpo. La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración. El cambio de

movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime.

La Primera ley de Newton explica un cuerpo altera su movimiento si exista algo que provoque dicho cambio. Ese algo son las fuerzas, que son el resultado de la acción de unos cuerpos sobre otros.

La Segunda ley de Newton se encarga de cuantificar el concepto de fuerza. Dice que la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo. Tanto la fuerza como la aceleración son magnitudes vectoriales. Además de un valor, tiene una dirección y un sentido.

La Segunda ley de Newton debe expresarse como:

$$F = m a$$

(Fuerza es igual a masa por aceleración)

La Segunda Ley de Newton se conoce también como Principio de conservación de la cantidad de movimiento: la cantidad de movimiento debe ser constante en el tiempo (la derivada de una constante es cero). Si la fuerza total que actúa sobre un cuerpo es nula, la cantidad de movimiento del cuerpo permanece constante en el tiempo.

Esta ley explica lo que ocurre si sobre un cuerpo en movimiento (cuya masa no tiene por qué ser constante) actúa una fuerza neta: la fuerza modificará el estado de movimiento, cambiando la velocidad en módulo o dirección. En concreto, los cambios experimentados en la cantidad de movimiento de un cuerpo son proporcionales a la fuerza motriz y se desarrollan en la dirección de esta; esto es, las fuerzas son causas que producen aceleraciones en los cuerpos.

Consecuentemente, hay relación entre la causa y el efecto, esto es, la fuerza y la aceleración están relacionadas.

La Segunda Ley de Newton ha sido modificada por la Teoría de la Relatividad Especial de Einstein al recoger el fenómeno de aumento de la masa de un cuerpo con la velocidad –matemáticamente multiplicando la masa en reposo por una de las constantes de transformación de Lorentz– y, posteriormente, por la Relatividad General al introducir perturbaciones del espacio-tiempo y sistemas inerciales –donde las constantes de transformación varían constantemente.

Una fuerza constante ya no podrá acelerar una masa hasta el infinito; no obstante, la relación de proporcionalidad entre masa y fuerza que provoca la aceleración se sigue manteniendo para la masa en un instante concreto.

Tercera ley o Principio de acción-reacción

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste ejerce sobre el primero una fuerza igual y de sentido opuesto. Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria: o sea, las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentido opuesto.

Expone que por cada fuerza que actúa sobre un cuerpo, este realiza una fuerza de igual intensidad y dirección, pero de sentido contrario sobre el cuerpo que la produjo. Dicho de otra forma, las fuerzas, situadas sobre la misma recta, siempre se presentan en pares de igual magnitud y opuestas en sentido.

Si se afecta un sistema con una Fuerza, este sistema responderá afectándonos con la misma fuerza.

Relación de la Física con el medio ambiente

Dado que la física es el estudio de cómo la materia actúa y reacciona a varios forzamientos y aspectos del mundo y del universo, la física necesariamente está relacionada con las ciencias ambientales. Las principales áreas de la física que nos ayudan a entender los cambios que se dan en el ambiente en el Antropoceno son los estudios de la Atmósfera, alta y baja (estratosfera y troposfera).

Conocer la dinámica de la baja atmósfera, desde el suelo hasta los 10.000 m. de altura, es fundamental para entender y predecir los impactos generados por el modelo industrial. Es en esta capa donde tienen lugar los fenómenos que conducen al cambio climático. Este es uno de los temas más importante de la intersección física / ciencias ambientales. El incremento de los gases que provocan el efecto invernadero en la atmósfera baja, -especialmente el CO₂ debido a la quema de combustibles fósiles (siendo el petróleo el principal causante de este fenómeno)-, produce cambios en todo el planeta, incluyendo el sistema del ciclo oceánico que, al aumentar su temperatura, genera movimientos de fluidos de los sistemas de agua, como las oscilaciones oceánicas.

Analiza además cómo reaccionarán los ambientes a los cambios químicos en la atmósfera, cómo cambiarán los climas y los efectos a largo plazo en las ecologías terrestres y acuáticas, incluyendo los glaciales.

La Física de Fluidos explica por qué la contaminación atmosférica, se desplaza según la dinámica propia de la Atmósfera. Por ejemplo, a los pocos días de la catástrofe de Chernóbil ocurrida en Ucrania, se detectó altos niveles de radiactividad en Escocia y Gales, debido al movimiento de masas en el aire.

En la Estratosfera se ubica la capa de Ozono que, es un absorbente de la radiación ultravioleta. En este caso entonces estamos hablando de radiaciones electromagnéticas, del conocimiento de las ondas electromagnéticas, que

representan el movimiento de los campos eléctricos y magnéticos. De manera que, para conocer el daño que se está produciendo en la Capa de Ozono, se estudian una gran variedad de procesos físicos: absorción, intensidad de la radiación, espectro electromagnético.

Gran parte de los eventos naturales extremos son fenómenos que pueden ser entendidos a luz de las leyes que se estudian en física. El desborde de un río está sujeto a las leyes de la Mecánica de Fluidos² y el desastre que causa estará relacionado con la energía que lleva, la que está en función de la masa de agua y su velocidad. Otros eventos climatológicos como los tornados están también relacionados con ecuaciones más complejas de la Mecánica de Fluidos.

En masas de agua de gran extensión, las ondas sonoras pueden propagarse a lo largo de kilómetros sin perder intensidad. La presencia cada vez mayor de sonidos de gran potencia o constantes procedentes de barcos, sónares, instalaciones petrolíferas e incluso de fuentes naturales como terremotos puede alterar los patrones de migración, comunicación y reproducción de muchos animales marinos, en especial los de mamíferos acuáticos como la ballena y el delfín.

La física permite también predecir y medir la actividad sísmológica (terremoto o erupciones volcánicas). Cuando el suelo se mueve, crea ondulaciones en la tierra. Los terremotos que ocurren en el mar crean ondulaciones en el agua que causan tsunamis.

Pero es a partir de los estudios de la física que se proponen soluciones al fenómeno del cambio climático, que generará nuevos problemas al Planeta. Una de esas propuestas es la geoingeniería, que propone producir cambios planetarios profundos, sobre todo en la atmósfera, para que se pueda mantener el consumo de combustibles fósiles.

Se propone bombardear la estratósfera con millones de aerosoles de sulfato para incrementar la formación de nubes. La introducción de grandes cantidades de sulfato en el aire pretende replicar de manera artificial las erupciones volcánicas: se genera gran cantidad de sustancias contaminantes que hacen opaco el cielo, propician la creación de nubes, y enfrían un lugar, al menos regionalmente. La intención, es crear artificialmente este ambiente volcánico a nivel más generalizado, para que tenga un impacto en el clima planetario.

En los océanos, el dimetil sulfuro es la más importante fuente de creación de núcleos de formación de nubes. Esta molécula es producida por el fitoplancton oceánico, pero que puede llegar a ser muy contaminante en condiciones de desequilibrio ecológico. Es responsable, por ejemplo, de las lluvias ácidas en zonas altamente industrializadas en las que se generan contaminantes en base a sulfuro.

² La mecánica de fluidos es la rama de la física que estudia el movimiento de los fluidos, las fuerzas que lo provocan y las interacciones entre el fluido y el contorno que lo limita. Una característica que define a los fluidos es su incapacidad para resistir esfuerzos cortantes (lo que provoca que carezcan de forma definida).

La presencia de grandes cantidades de sulfuro, más allá de la capacidad biológica de reciclarlo, afectará la vida en los océanos. Y constituiría una flagrante violación a los derechos de la naturaleza, pues la vida sobre la Tierra depende del flujo de energía procedente del Sol. Aunque solo una pequeña fracción de la energía solar que alcanza a la Tierra se transforma en la energía que impulsa todos los procesos vitales, es la cantidad suficiente para que continúe la vida en el planeta.

Se necesitará un bombardeo constante de partículas para poder regular el clima a largo plazo y a nivel planetario. Los científicos que están jugando con el clima no pueden predecir los impactos que estos cambios generarían en los procesos biológicos, la estructura de los ecosistemas y sus funciones, pero estos pueden ser devastadores.

A partir del descubrimiento del electrón y de la radiactividad a principios del Siglo XX surgen dos nuevas disciplinas: la física atómica y la nuclear, que en el curso del tiempo cambiaron esencialmente la concepción del mundo. A partir del estudio del átomo y de su estructura surgió la teoría cuántica.

LEYES DE LA FISICA CUANTICA

La Teoría Cuántica es una teoría probabilista: describe la probabilidad de que un suceso dado acontezca en un momento determinado, sin especificar cuándo ocurrirá. A diferencia de la Física Clásica, en la Teoría Cuántica la probabilidad posee un valor objetivo esencial, y no se halla supeditada al estado de conocimiento del sujeto, sino que, en cierto modo, lo determina.

La física cuántica estudia el comportamiento de las partículas teniendo en cuenta su dualidad onda-corpúsculo. Postula que la materia sólo puede emitir o absorber energía en pequeñas unidades discretas llamadas cuantos. El estado cuántico es la condición en la que existe un sistema cuántico, representado por el objeto matemático que describe el sistema cuántico.

El principio de incertidumbre

El principio de incertidumbre establece que no se pueden medir con total precisión la velocidad y la posición de una partícula al mismo tiempo. Cuanto más precisa es la medición de su posición, menos precisa es la posibilidad de medir su velocidad (o momentum). Este principio tiene unas muy profundas implicaciones, tanto para el concepto Causa-Efecto clásico, como para la determinación de eventos en el pasado y en el futuro.

Dualidad onda-partícula

Una partícula es un componente irreductible de la materia en el espacio / tiempo. Puede presentar propiedades, como la masa, la carga eléctrica, y el momento

magnético que determinan la forma en que interactúa en el universo. Una partícula se mueve a lo largo de una trayectoria lineal. Una onda es una perturbación en el espacio-tiempo, que puede transferir energía de un punto a otro. A diferencia de una partícula, una onda puede viajar a través del vacío (sin soporte). En lugar de limitarse a seguir una trayectoria lineal como una partícula, una onda se extiende a medida que viaja.

En la física cuántica, la dualidad onda-partícula consolida la partícula basado en las teorías de la física clásica con el comportamiento observado de la luz (aparentemente dualista). Se refiere al concepto de que toda la materia muestra características onda -partícula.

Complementariedad

La complementariedad es el concepto de que las propiedades fundamentales de algunas entidades pueden manifestarse en forma contradictoria en diferentes momentos, dependiendo de las condiciones de observación. Indica que un objeto cuántico puede comportarse como una partícula o como onda, pero nunca simultáneamente como las dos o lo que es lo mismo.

Una fuerte manifestación de la naturaleza de las partículas (naturaleza ondulatoria) conduce a una menor manifestación de la naturaleza de onda (la naturaleza de las partículas).

La *medición* de un estado cuántico se describe generalmente por una distribución de probabilidad, determinada por el estado cuántico y los observables que describe la medición

La *cuantificación* es un procedimiento para la construcción de una teoría de la física cuántica de una teoría de la física clásica de la fundación mediante la restricción de una cantidad variable de valores discretos en lugar de una serie continua de valores. Sin embargo, la física cuántica no asigna valores definidos a los observables del sistema, sino que más bien hace que las predicciones sobre la obtención de cada uno de los posibles resultados de la medición de los observables.

Una *función de onda* es una ecuación de la teoría cuántica que describe matemáticamente la densidad de probabilidad de un objeto en el espacio y el tiempo. Se utiliza para describir la propagación de la onda asociada a una partícula o grupo de partículas.

La *superposición* es el fenómeno en el que un sistema cuántico existe en todos los estados posibles al mismo tiempo, durante el tiempo que permanece sin ser medido u observado.

El *entrelazamiento* cuántico describe un estado que no es completamente independiente de otros estados, estén o no los objetos individuales separados espacialmente. Como resultado, las mediciones realizadas en un sistema parecen

influir de forma instantánea en el otro sistema, de modo que ninguno de los estados entrelazados, pueden considerarse aislados unas de otros.

La *no localidad* describe la capacidad de objetos creados a partir del mismo estado definido, de permanecer interrelacionados y con capacidad de comunicarse incluso estando separados por grandes distancias. La no localidad postula un principio holístico de inter-conexión que funciona a nivel cuántico, contradiciendo o al menos cuestionando las afirmaciones localistas cuánticas de la Física Newtoniana.

La física cuántica tiene una gran cantidad de aplicaciones en la informática, las ciencias de materiales y la física atómica.

Referencias

Anillo A. y Barrio C. (s/f). Los principios de la ecología. Análisis de la teoría de ecosistemas de Jørgensen y Fath.

Bravo, E. (2015). Del Big Bang al Antropoceno. El andar de una naturaleza con derechos. Abya Yala, Universidad Politécnica Salesiana. Quito.

Cullinan C. (2011). ¿Tienen los humanos legitimación para negarle derechos a la naturaleza? En Espinosa C, Pérez C. Los Derechos de la Naturaleza y la Naturaleza de sus Derechos: 281 – 328. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.

Díaz Rizo O. y Arado López J.O. (2010). La Entropía en Estudios de Impacto Ambiental. Contrib Educ Prot Med Amb (2010) 9: F24-F28

Grupo ETC (2010) ¿Qué pasa con la nanotecnología? Regulación y geopolítica. Ottawa.

Lorenzano P. (2007). Leyes fundamentales y leyes de la biología. scientiæ zudia, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 185-2014

OCMAL. Proyecto de ley para la prohibición de uso de cianuro de sodio en minería. Guía de Acción Comunitaria.

Odum, E. Ecología. Centro Regional de Ayuda Técnica. México

Rovere A.E. y Masini A.C.A. (2011). Diferentes enfoques de la restauración ecológica. Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes 2(2): 95-99-

Smart, J. J. C. (1963). Philosophy and scientific realism. London: Routledge and Kegan Paul.

Valdivia, B., Granillo P., Villarreal M S. (2010). Biología. La vida y sus procesos. Grupo Editorial Patria.