

¿Por qué ocurre la extinción de las especies?

(What causes species extinction?)

Badii, M. H. y J. L. Abreu *

Resumen. Se analizan las razones por los cuales han ocurrido extinciones a lo largo de la historia evolutiva de la Tierra. Se puntualizan los efectos debido al polvo galáctico, las supernovas, el sol, y los asteroides como factores principales que causan las extinciones.

Palabras claves. Asteroides, extinción, polvo galáctico, sistema solar

Abstract. The reasons for the occurrence of extinctions during the evolutionary history of earth are analyzed. Furthermore, the effects of galactic dust, the supernova, the asteroids and the sun are outlined.

Key words. Asteroids, extinction, galactic dust, solar system

Introducción

Dado que la naturaleza puede ser entendida como una red de sistemas o de "todos" dispuestos en múltiples niveles jerárquicos, la desaparición o pérdida de uno de estos sistemas, implica la desaparición de parte de la jerarquía que éstos comprendan o de la cual hacen parte. La pérdida de un tipo de comunidad ocurre por la pérdida acumulativa de todos los parches en los cuales habita este tipo de comunidad; al mismo tiempo cada parche se pierde porque las poblaciones que lo componen han desaparecido; la pérdida de las especies ocurre por la desaparición acumulativa de todas las poblaciones que separadamente conforman su distribución; y por último la pérdida de la diversidad genética ocurre porque las poblaciones se han extinguido (Ortiz, 1992). La extinción de especies es fundamentalmente el resultado de dos fenómenos que ocurren a dos escalas espaciales diferentes (Kattan, 2001), Primero, la degradación del hábitat y segundo, el aislamiento geográfico de poblaciones de una especie en parches remanentes (Fragmentación). El riesgo de extinción puede aumentar además, por la vulnerabilidad que adquieren estas poblaciones a otras intervenciones humanas (Dresner, 2002, Millar, 2007). La extinción ha pasado a ser fundamentalmente un proceso antropogénico por intensa transformación que el hombre ejerce sobre el medio natural. Las tasas antropogénicas de extinción arrojan predicciones tales como que una de cada cincuenta especies del total que hoy puebla la tierra habrá desaparecido a finales del siglo XX (Ortiz, 1992). La extinción y la especiación son dos procesos naturales complementarios que ocurren simultáneamente desde que la vida hizo su aparición en la tierra. El resultado de la relación entre la tasa de especiación y la tasa de extinción es la evolución de las especies (Bell, & Morse. 2003, Chambers et al., 2004, Cunningham et al., 2003).

Polvo galáctico

Desde la gran extinción de Permiano, hace 240 millones de años, han ocurrido ocho grandes extinciones. Algunos de los momentos más críticos coinciden con las fronteras entre los grandes periodos geológicos. Parece que los episodios de extinción son periódicos, ya que se dan aproximadamente, cada 26 millones de años. Más aun, existen intervalos de mayor duración entre 80 y 90 millones de años, entre las principales extinciones en masa.

Excepcionalmente, ocurren intensas extinciones en masa cada 225 a 275 millones de años que pueden estar asociadas al giro del Sistema Solar alrededor de la galaxia de la Vía Láctea (Raup & Sepkoski Jr., 1986). Si el Sistema Solar entrara en una nebulosa o en una nube de polvo galáctico en su viaje alrededor de la galaxia, el polvo podría afectar a la emisión de sol. También podría evitar que la energía solar alcanzara la tierra, provocando un enfriamiento climático, lo que, a su vez, tendría un efecto negativo sobre la biosfera. Puede que las extinciones principales no sean periódicas, sino que reflejen una agrupación de varios sucesos menores en ciertos momentos, los cuales, dada la naturaleza del registro geológico, aparecen como cíclicos. En otras palabras, las agrupaciones aleatorias de especies extinguidas a lo largo de una escala geológica de tiempo, que es incierta en sí misma, podrían ser el resultado de una simple coincidencia. Más aun, en un periodo corto de evolución rápida podría aparecer en el registro geológico como si estuviera precediendo por una extensión en masa, cuando en realidad no habría ocurrido ninguna extinción (Alvarez, 1987, Thomsen, 1984).

Como todas las estrellas, el sol oscila, arriba y abajo, perpendicularmente, al plano de la galaxia. Recorre un ciclo cada, aproximadamente, 60 a 80 millones de años que es como la misma longitud de un ciclo de extinciones mayores y dos veces la de un ciclo de 26 a 32 millones de años. El sol cruza el plano medio y se aleja de él hasta alcanzar la máxima distancia dos veces por cada ciclo, aproximadamente cada 30 millones de años.

El viaje del Sistema Solar a través de las nubes densas situadas en el plano medio de la galaxia podría afectar a la emisión del sol y reducir la insolación de la Tierra. Esta reducción podría, a su vez activar cambios climáticos que afectarían drásticamente a la vida del planeta. No hay evidencia, sin embargo, que pruebe que las nubes de polvo son lo suficientemente densas como para ocultar el sol cada vez que atraviesa el plano medio, un viaje que puede durar varios millones de años.

El Sistema Solar está en la actualidad cerca del plano medio de la galaxia, y la Tierra parece encontrarse a mitad de camino entre dos grandes extinciones, las últimas de las cuales ocurrieron hace 37 y 11 millones de años, respectivamente. Esta evidencia podría sugerir que los episodios de extinción coinciden, sin embargo, con el momento en el que el Sistema Solar alcanza el punto más alejado del plano medio galáctico.

Cuando el Sistema Solar alcanza las zonas superiores o las zonas inferiores de la galaxia, podría estar expuesto a niveles superiores de radiación cósmica procedente de las supernovas. La radiación puede ionizar la atmósfera superior de la Tierra y producir una neblina que oscurezca la luz solar. Más aun, si una estrella gigante, como Betelgeuse, que se encuentra a 300 años luz de distancia, se convirtiera en supernova, la Tierra podría recibir una explosión de radiación ultravioleta y de rayos X lo suficiente fuertes como para carbonizar la capa de ozono y destruir toda vida sobre la superficie del planeta.

El fenómeno de supernovas

Las supernovas aparecen con cierta frecuencia, en términos de tiempo cósmico, en nuestra galaxia. Sin embargo, no podemos verlas porque están escondidas en las oscuras nubes de polvo galáctico. Cuando una estrella gigante se convierte en supernova, la enorme explosión nuclear lanza las capas exteriores de la estrella al espacio a

velocidades de fantasía. También se liberan grandes cantidades de radiación y se producen unos rayos cósmicos mortales (Wolfendale, 1986).

Se cree que la supernova Vela apareció hasta el final de la última glaciación, hace unos 10,000 años, que fue cuando se extinguieron las grandes mamíferos como los mastodontes y los mamut. Una supernova de este tipo emitiría tal explosión de radiación gamma y de rayos X que posiblemente destruyera el 80% de la capa de ozono de la tierra, permitiendo que entrara la dañina radiación ultravioleta del sol. Esta radiación habría aniquilado la vegetación de la que se alimentaban los grandes mamíferos, acabando por provocar su propia desaparición.

Los rayos cósmicos son la radiación conocida que posee mayor poder energético, dicho más potente de lo que los físicos han podido generar en un laboratorio. El bombardeo de rayos cósmicos sobre los átomos de nitrógeno de la atmósfera superior genera carbono 14 radioactivo, que se incorpora a los tejidos de los seres vivos. Esta radioactividad es la que permite a los científicos determinar la fecha de los sucesos del pasado con precisión mediante el uso de las técnicas de radiocarbono. Los rayos cósmicos fueron descubiertos por el físico austriaco Victor Hess en 1912. Hess realizó un vuelo en globo a altitudes elevadas con un medidor de radiación y descubrió que la intensidad de los rayos cósmicos aumentaba con la altitud, lo que implicaba que la radiación se generaba fuera de la Tierra.

La lluvia de rayos cósmicos que bombardea la Tierra, aparentemente, de manera incesante, consiste en núcleos de átomos, protones, electrones y radiaciones X y gamma. Se cree que la mayor parte de la radiación cósmica que bombardea la Tierra en la actualidad se origina en la explosión de una supernova que ocurrió hace 10,000 años a una distancia de 15 pársec. Esta distancia es aproximadamente, diez veces mayor que la de la estrella más cercana, Centauro próximo, que está a unos cuatro años luz de la Tierra.

Cuando una estrella gigante se convierte en supernova, la fuerza de la explosión aplasta el núcleo central de la estrella, comprimiéndolo hasta formar una estrella neutrón aproximadamente del tamaño de la tierra. La cubierta de la supernova, expulsa grandes cantidades de gas y escorias a la galaxia, el Sistema Solar podría penetrar en esa nube de polvo cada cien millones de años más o menos. Si ocurriera que el Sistema Solar pasara a través de una zona relativamente densa de la nube de polvo, la materia que cayera en el sol podría afectar a la emisión solar. Además, al oscurecer el sol, el polvo podría alterar de forma directa la cantidad de luz solar que recibe la tierra.

La travesía a través de la nube de polvo podría durar varios millones de años y quizá haya sido la causa de los primeros episodios de glaciación, el primero de los cuales parece haber ocurrido no antes de unos 2,700 millones de años.

También parece dudoso que el hecho de atravesar una prolongación de polvo de la galaxia hubiera provocado el descenso continuo de las temperaturas que se ha venido produciendo desde el Cretácico hasta nuestros días. Sin embargo, una nube de gas interestelar parece estar recorriendo el Sistema Solar a una velocidad de 80,000 kilómetros por hora.

A lo largo e toda su existencia, el Sistema Solar ha pasado a través de cien nubes densas de gas. A medida que el Sistema Solar atraviesa la nube interestelar, un viaje que puede durar 100,000 años, la tierra podría adquirir grandes cantidades de hidrogeno molecular. El hidrogeno podría reaccionar con componentes químicos de la atmósfera superior y producir vapor de agua, que se condensaría formando nubes. Las nubes reflejarían la radiación solar, reduciendo las temperaturas de la superficie varios grados. Si este proceso se mantuviera durante varios miles de años, se originaria una glaciación, y el clima resultante, mas frío, podría provocas ruina extinción en masa.

Papel del sol

Durante siglos, los astrónomos se han referido a una propiedad del sol como la constante solar. Se cree que la cantidad total de energía solar que llega a la tierra se ha mantenido estable durante los últimos 2,000 millones de años. Antes de este periodo, el sol se fue haciendo progresivamente más luminoso. La constante solar depende de la luminosidad del sol y de la orbita de la tierra. La luminosidad del sol depende de su tamaño y de la temperatura de su superficie. Una reducción de la constante solar en tan solo un pequeño tanto por ciento es suficiente para cubrir la tierra de hielo. Por otra parte, un aumento de solo un pequeño porcentaje convertiría nuestro planeta en un desierto, insoportable caliente e inhabitable (Paresce, 1986).

La emisión solar media parece mantenerse relativamente estable a corto plazo, aunque la emisión ha fluctuado ligeramente durante los periodos de actividad de las manchas solares. Sin embargo, duante toda su vida, la luminosidad del sol ha ido creciendo sostenidamente. Hace unos 4,000 millones de años el tamaño del sol era mas pequeño, aproximadamente, un 8.5% y su luminosidad era de un 3-4% menos intensa de la actual. Esto quiere decir que la constante solar era un 30% menor de que es en la actualidad, de manera que el Ecuador de la tierra recibía entonces la misma energía solar que en la actualidad recibe la Antártida.

En los próximos 4,000 millones de años el sol no se calentara mucho más, aunque seguirá expandiéndose a medida que elimine el hidrógeno de su núcleo central y comience a consumir el que esta en las capas más extensas. La luminosidad solar depende de las reacciones termonucleares del núcleo y de las propiedades de transmisión de calor de los gases en las capas externas. El proceso de conversión de hidrogeno en helio, que es lo que produce la energía termonuclear, esta continuamente eliminando el hidrogeno y contaminando el núcleo con helio, lo que, a su vez, aumenta la luminosidad del sol durante un periodo de tiempo muy prolongado. En unos 5,000 millones de años, el sol se inflara convirtiéndose en una gigante roja hacia la orbita de mercurio; el calor intenso carbonizara la tierra.

Las reacciones del sol no parecen seguir las reglas de la física nuclear. Esta observación demuestra que a partir del llamado problema de neutrino, desde 1968, los científicos han estado intentando atrapar los neutrinos, que son pequeñas partículas producidas en las reacciones nucleares del sol. Enterraron un enorme depósito de líquido limpiador rodeado de detectores de sensibilidad electrónica en el fondo de una mina de oro en Dakota del Sur. Sin embargo, solo han podido detectar un 30% de los neutrinos que deberían haber llegado del sol.

Se piensa que la temperatura real del núcleo del sol, estima en unos 15 millones de grados Celsius, es menor que la cantidad teórica. Esta podría ser la causa de una menor producción de neutrinos. No obstante, una menor temperatura del núcleo produciría una luminosidad solar diferente a la que se observa. Además, si el núcleo estuviera enfriándose de hecho, la emisión del sol disminuiría considerablemente y toda la vida en la tierra estaría frente a un grave problema.

Envolviendo al sol, a una distancia de un año luz, existe una cubierta compuesta por más de un billón de cometas con una masa total de 25 veces la de la tierra. A este conglomerado de cometas se le ha llamado Nube de Oort, según el nombre del astrónomo holandés Jan Kendrick Oort, que fue quien planteo su existencia por primera vez. Los cometas son los restos que han sobrado de la formación del sistema solar y se componen de un núcleo interno de material rocoso cubierto de hielo.

Los cometas miden decenas de kilómetros de diámetro y siguen orbitas muy elípticas que los pueden introducir en el sistema solar interior.

Si ocurre que la Tierra interceptara el recorrido de uno o varios de estos gélidos visitantes del espacio exterior, la colisión podría ser devastadora para la vida del planeta y provocaría extinciones casi instantáneas. Un intenso chaparrón de cometas con, quizá, miles de ellos cayendo por toda la tierra podría ser la explicación de la desaparición de los dinosaurios y otras especies al final del Cretácico.

Los cometas habrían descargado calor sobre la atmósfera al golpearla en dirección a la superficie terrestre, el nitrógeno se habría combinado con el oxígeno formando óxido nítrico. Este compuesto habría reaccionado con el vapor de agua atmosférico creando una fuerte solución de ácido nítrico. En consecuencia, habría llovido ácido concentrado sobre la tierra. Se habría provocado la muerte en masa de especies, pues casi ningún organismo puede tolerar niveles elevados de ácidos en su entorno. El óxido nítrico también destruye el ozono. La erosión de la capa de ozono producida por un chaparrón de cometas podría dejar a todos los habitantes de la tierra expuestos a la mortal radiación ultravioleta del sol.

Una teoría muy aceptada sobre las extinciones en masa repentinas que parece darse regularmente cada 26 millones de años se basa en una hipotética estrella compañera de viaje del sol. A esta estrella se le conoce con el nombre de Némesis, en honor de la diosa griega que se pensaba repartía el castigo por toda la tierra. Se cree que Némesis gira alrededor del sol con una orbita muy elíptica, que tiene una inclinación muy forzada sobre el plano del sistema solar; de manera que es posible que Némesis se acerque a la nube de Oort cada 26 millones de años. Su fuerte atracción gravitacional distorsionaría las orbitas de los cometas de las proximidades, haciendo que un enjambre de cometas se dirigiera hacia el sistema solar interior.

Algunos cometas podrían caer sobre la Tierra y el daño podría obligar a un gran número de especies a extinguirse. La periodicidad de las extinciones podría atribuirse también al movimiento de la Tierra a través del plano medio de la galaxia, donde los densos gases y las nubes de polvo producen anomalías gravitatorias lo suficientemente fuertes para sacar los cometas de la Nube de Oort y lanzarlos contra la Tierra.

Se cree que en algún lugar de las profundidades del espacio, demasiado oscuro para ser visto por los telescopios más potentes, existe un décimo planeta, conocido como el planeta X. Se piensa que esta situado fuera de la órbita de Plutón, puede que a unos 16,000 millones de kilómetros de distancia del sol. Probablemente gira alrededor del sol siguiendo una órbita alargada que se inclina marcadamente contra las órbitas de los otros planetas y tarda posiblemente 1,000 años en completar una vuelta. El planeta X tendría que tener una masa 5 veces menor que la de la Tierra por que un planeta mayor habría sido detectado ya.

Los astrónomos piensan que podrían haber detectado la presencia del Planeta X indirectamente, a través de su efecto gravitacional sobre Urano y Neptuno. Estos planetas se desviaron de sus órbitas durante el siglo pasado, pero por alguna razón no lo han hecho en los siglos XX y XXI, hasta ahora. Este hecho parece indicar que el Planeta X debe seguir una órbita muy peculiar. Cada 28 millones de años, el planeta X cruza un disco o cinturón de cometas que se cree se sitúan en el plano del sistema solar más allá de la órbita de Neptuno. La fuerza de gravedad del planeta X alteraría las órbitas de algunos cometas y los enviaría a estrellarse contra la Tierra, alterando toda vida terrestre con este proceso.

Efecto de asteroides

A menudo se llama a los asteroides, montañas voladoras, pues varían de tamaño entre un kilómetro y medio de diámetro a varios cientos. Los asteroides han producido más de 120 cráteres conocidos por todo el planeta. Se espera que cada millón de años ocurran hasta tres colisiones de asteroides en la Tierra, que producirían cráteres de más de 16 kilómetros de diámetro.

Nadie está seguro de cómo estos grandes fragmentos de roca se incorporan a órbitas que cruzan el recorrido de nuestro planeta. Parece que recorren órbitas casi circulares alrededor del sol durante un millón de años o más. Entonces, por razones desconocidas, posiblemente debido a un cometa que pasa próximo o a la atracción gravitacional de Júpiter, sus órbitas se estiran repentinamente y se hacen tan elípticas que algunos se estrellan contra la Tierra y la Luna. Los cráteres de la Luna son mucho más evidentes y más numerosos debido a la ausencia de procesos meteorológicos, que es lo que en la Tierra ha destruido a la mayoría de ellos (Kerr, 1988).

Cuando un gran asteroide golpea a la Tierra, la enorme explosión levanta una gran cantidad de sedimentos y excava un profundo cráter. El material más ligero es lanzado hacia la atmósfera y oscurece la Tierra, y reduce las temperaturas globales. Los ácidos producidos por un gran número de meteoros o cometas que penetren en la atmósfera pueden alterar el equilibrio ecológico al generar lluvia ácida.

Los dinosaurios surgieron después de la extinción del Triásico, hace 210 millones de años. Se cree que fue entonces cuando un gran asteroide cayó en Québec, creando el pantano de Manicouagan, que tiene 97 kilómetros de ancho. Este impacto podría haber provocado la extinción de casi la mitad de las familias de antiguos reptiles, preparando el camino para el desarrollo de los dinosaurios. Cuando terminó el Cretácico. La Tierra podría haber sido sacudida por un gran asteroide, con la fuerza explosiva de 100 billones de toneladas de TNT o de cerca de un millón de erupciones de Volcán Monte Santa Helena. De manera que puede que los dinosaurios fueran creados y destruidos

como consecuencia de las colisiones de asteroides (Schwarzschil, 1987, Simon, 1984, Wladroup, 1988, Grieve, 1990).

Un bombardeo masivo de meteoros o de cometas podría arrancar la capa de ozono de la Tierra de la atmósfera superior vulnerables frente a los mortales tallos ultravioletas del sol. Esta radiación aniquilaría a las plantas y a los animales terrestres, así como a los productores primarios de las aguas superficiales de los océanos. De hecho, el plancton, o pequeños animales y plantas que flotan en el mar, tienen el índice más alto de extinción de entre los organismos marinos. Transcurridos 500,000 años después del final de Cretácico, había desaparecido el 90% de las especies de plancton.

Una colisión con un gran cuerpo extraterrestre podría provocar una extinción casi instantánea. Un gran asteroide puede explosionar con una fuerza mil veces más grande que todas las armas nucleares del mundo juntas. Esta explosión lanzaría medio billón de toneladas de sedimentos a la atmósfera y su impacto produciría un cráter tan profundo que podría alcanzar a las rocas fluidas de debajo de la corteza terrestre, provocando una erupción volcánica enorme. Además de generar cantidades considerables de polvo, por el propio impacto, se lanzarían enormes cantidades de cenizas volcánicas a la atmósfera, oscureciendo el sol.

El calor producido por la compresión de la atmósfera y por la fricción del impacto podría provocar incendios forestales a escala mundial. El fuego de estos incendios consumiría probablemente el 80% de la biomasa de la superficie y convertiría a la tierra en un brasa encendida; destruiría la mayoría de hábitats terrestres y provocaría extinciones de proporciones descomunales. Una densa alfombra de polvo y hollín cubriría el planeta entero manteniéndose durante largos meses. Esta pantalla de polvo no solo enfriaría la Tierra, sino que, además, consiguientemente, detendría la fotosíntesis, aniquilando especies en trágicas cantidades. El daño producido a las especies de los trópicos, que necesitan el ambiente calido y la luz del sol, sería particularmente, severo.

Tras este impacto, transcurriría un año de oscuridad bajo una gruesa niebla marrón de oxido de nitrógeno. El agua se envenenaría con los restos de los metales extraídos del suelo y las rocas; las lluvias mundiales serian tan corrosivas como los ácidos de baterías. Las plantas que hubieran podido sobrevivir en forma de semillas y raíces estarían relativamente a salvo. Los organismos marinos con caparazones de carbono calcio se disolverían debido a los elevados niveles de acidez, pero los organismos con conchas de sílice (como las diatomeas) estarían relativamente bien (Monastersky, 1989). Los animales terrestres que vivieron en galerías subterráneas y las criaturas que viven en los lagos, protegidos contra el acido, sobrevivirían al impacto.

Se piensa que 10 o mas asteroides grandes han chocado con la Tierra en los últimos 600 millones de años. Además, parece que el supuesto impacto de un asteroide de nueve kilómetros y medio de ancho, que se produjo al final de Cretácico, fue distinto a todos los demás. Las rocas que limitan el Cretácico y el Terciario contienen, en todo el mundo una fina capa de material de desecho. Este lodo contiene sedimentos producido por impacto, esférulas (vetas pequeñas y cristalinas), carbono orgánico de incendios forestales, hollín mineral llamado estishovita (que solo se encuentra en lugares de impacto), aminoácidos meteoritos, y un contenido excepcionalmente elevado de iridio. Además, el iridio no se presenta uniformemente en todo el planeta porque los microbios

pueden incrementar o eliminar su concentración en las rocas. Las bacterias hacen que el iridio se disuelva, lo que implica que los microbios podrían haber borrado la capa original o haberlo esparcido hacia capas más profundas.

La cuestión de si el iridio procede de los impactos de asteroides o de una enorme erupción volcánica, que podría ser una fuente masiva de iridio, es todavía causa de intensos debates científicos. Sin embargo, los volcanes no producen el tipo de rasgos de impacto por golpe en los granos de sedimento- rasgos como los que se encuentran en los lugares de impacto. Las esférulas de la capa límite del final del Cretácico parece haber sido creadas por una fundición debida al propio impacto y no por el volcanismo. La Estishovita debe haberse originado a partir de un impacto, porque este mineral se desmorona a unos 300 grados Celsius, temperatura bastante inferior a las que generan los volcanes. Sin embargo, todavía queda por explicar cómo los aminoácidos se salvaron de la destrucción provocada por el calor que produce un impacto o de la que provocaron los rayos ultravioletas después que estos ácidos llegaron a la superficie de la Tierra.

El registro geológico guarda vestigios de otros impactos gigantes, relacionados con anomalías de iridio, que son también coincidentes con momentos de extinción. Sin embargo, estas anomalías no son tan intensas como la concentración del iridio que aparece al final de Cretáceo. Más de 1000 veces superior a los niveles normales. Esta concentración sugiere que el suceso que ocurrió al final de Cretáceo podría haber sido único en la historia de la vida en la Tierra.

Conclusiones

Hay tres tipos de extinción, el primero es la extinción *local* cuando la especie ya no se encuentra en donde usualmente se encontraba antes, pero sí se puede encontrarla en otros lugares. El segundo tipo de extinción se denomina *ecológico* y sucede cuando la población es tan baja numéricamente que ya no puede ejercer un papel ecológico en el medioambiente. Finalmente, el tercer tipo de extinción se denomina *biológica* y ocurre cuando ya no se puede encontrar la especie en el planeta. Una especie en peligro de extinción puede desaparecer en poco tiempo y es muy probable que una especie amenazada se convierta en una en peligro de extinción. Existen medidas y modelos para calcular las tasas de extinción. Por ejemplo, el concepto de la relación entre el número de especies y el tamaño del área sugiere que, en promedio, una pérdida de 90% del hábitat causa la extinción de 50% de especies que viven dentro de ese hábitat. A parte hay modelos que en base del tamaño de la población, cambio en la disponibilidad de hábitat y la interacción entre las especies pueden estimar el riesgo o la probabilidad de extinción de las especies. Los cálculos de las futuras tasas de extinción varían debido a las premisas sobre el número total de las especies de la Tierra, la proporción de estas especies que se encuentran en los bosques tropicales, la tasa de la tala estos bosques y la fiabilidad de los métodos utilizados para estos cálculos. Los cálculos actuales indican que la tasa de las extinciones es 100 a 1000 o 10,000 veces la tasa que existía antes del arribo de los humanos en la Tierra. Como consecuencia, este cálculo dará una tasa anual de extinción de 0.01 a 1%. Suponiendo una tasa de 0.1%, la pérdida sería 5,000 especies para 5 millones, 14,000 especies para 14 millones, y 100,000 especies para 100 millones. Según la opinión de la mayoría de los biólogos, una pérdida de 1 millón de especies en los próximos 100 a 200 años resultaría, finalmente, a una extinción masiva. El tiempo que tardaría para la pérdida de un millón de especies a una tasa de extinción

de 01% sería 200 años para 5 millones, 71 años para 14 millones y 10 años para 100 millones de especies. Ahora bien, muchos biólogos consideran que las tasa de 0.1 a 1% de extinción son muy conservadoras. Por tanto la amenaza de la extinción es real y bastante alarmante. Se debe evitar la extinción permanente de las especies, tan solo por los servicios económicos, de salud, y ecológicos que estas especies proporcionan.

Referencias

- Alvarez, L.W. 1987. Mass extinctions caused by large collide impacts. *Physics Today*. 40: 24-33.
- Bell, S. & S. Morse. 2003. *Measuring Sustainability*. Earthscan, London.
- Chambers, N. C. Simmons & M. Wackernagel. 2004. *Sharing Nature's Interest*. Earthscan, London.
- Cunningham, W.P., M.A. Cunningham & B.W. Saigo. 2003. *Environmental Science A Global Concern*. McGrawHill, Boston.
- Dresner, S. 2002. *The Principles of Sustainability*. Earthscan, London.
- Miller, G.T. 2007. *Ciencia Ambiental Desarrollo Sostenible Un Enfoque Integral*. Thomson, Sydney.
- Grieve, R.A.F. 1990. Impact creating on the Earth. *Scientific American*. 262: 66-73.
- Kattan, G. 2001. Fragmentación: Patrones y mecanismos de extinción de especies. *Ecología y Conservación de Bosque Neotropicales*. LUR. Págs. 561- 590.
- Kerr, R.A. 1988. Snowbird II: Cluse to Earth's impact history. *Science* 242: 1380-1382.
- Monastersky, R. 1989. Microbes complicate the K-T mystery. *Science News*. 136: 341.
- Ortiz Q.R. 1992. Modelos de extinción y fragmentación de habitats. En: *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*, pp.3-24. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). Volumen especial de 1992. G. Halffter compilador. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. México. 389 pp.
- Paresce, F. & S. Bowyer. 1986. The sun and the interstellar medium. *Scientific American*. 255: 93-99.
- Raup, D.M. & J.J. Sepkoski Jr. 1986. Periodic extinctions of families and genera. *Science*. 231: 24.
- Schwarzschil, B. 1987. Do Asteroid impacts trigger geomagnetic reversals? *Physics Today*. 40: 17-20.
- Simon, C. 1984. Death star. *Science News*. 125: 250-252
- Thomsen, D.E. 1984. Mass extinctions: Galactic Yo-Yo effect. *Science News*. 125: 388-389.
- Wolfendale, A. 1986. A supernova for a neighbor? *Nature* 319: 99.
- Waldroup, M. M. 1988. Alter the fall. *Science* 239: 977.

*Acerca de los autores

El Dr. Mohammad Badii es Profesor e Investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás, N. L., México, 66450. mbadii@ccr.dsi.uanl.mx

El Dr. José Luis Abreu Quintero es Profesor e Investigador de la Facultad de Administración y Contaduría Pública de la U.A.N.L. Monterrey, NL. abreu@spentamexico.org. Tel. 52-81-8355-5567