

Wismer Alexis Alvarado Espinoza

ESPECIE EXÓTICA INVASORA

UN CONCEPTO EN EXTINCIÓN...





EDITORES

Especie Exótica Invasora

Un concepto en extinción...

Wismer Alexis Alvarado Espinoza

Wismer Alexis Alvarado Espinoza
Sultana del Lago Editores

Maracaibo, 2026
PRIMERA EDICIÓN

ISBN: 978-980-18-7605-2
Depósito Legal: ZU2026000040

Diagramación y maquetación:
Sultana del Lago Editores
Lcdo. Eduar Román

Diseño de portada:
Luis Perozo Cervantes

Salvo lo dispuesto en los artículos 43 y 44 de la Ley sobre Derecho de Autor, queda prohibido la reproducción o comunicación, total o parcial de este libro, siendo que cualquier individuo u organización que incurriere en la conducta impropia señalada, podrá ser perseguido penalmente conforme a lo establecido por los artículos del 119 al 124 *eiudem*, constitutivos estos del Título VII de la aludida ley y sin perjuicio de las responsabilidades civiles a las que pudiera haber lugar.

Especie Exótica Invasora. Un concepto en extinción... es una crítica al concepto que hemos venido utilizando en la caracterización de algunas especies, dándoles un conjunto de propiedades —todas presentadas en contexto negativo—, para considerarlas como un factor que afecta la biodiversidad; sin embargo, el empleo de los términos “*Exótica*” e “*Invasora*”, le han atribuido imprecisión y ambigüedad, por lo que, al seguir usando, tal cual, dicho concepto, se pueden cometer errores, provocando eventualmente, un impacto nocivo al frágil equilibrio de la Diversidad Biológica.

En esta oportunidad, se hace una deliberación sobre lo que se considera, el por qué es incorrecto utilizar en el concepto y en la definición —de manera directa, o tácita—, el término “**Exótica**” ; para ello, se hace referencia a *Principios Generales* de la Ecología, donde se explica el carácter transitorio de las áreas de distribución de las especies; y además, desde el punto de vista evolutivo, al origen de todas las especies a partir de un ancestro común, en un lugar común.

Se ha sugerido que el efecto de la “**Especie Exótica Invasora**” (EEI) recae directamente sobre la biodiversidad. Entonces se consideró importante un tratamiento especial sobre este sensible tema (biodiversidad), donde se tocan aspectos esenciales de ella, como: a) su frágil equilibrio frente a presiones naturales —cambios ambien-

tales, y actividades antrópicas—, y b) la enorme capacidad de recuperación mostrada desde su existencia en nuestro planeta.

Otro aspecto esencial de la biodiversidad, es que posee una clave dependencia de su variabilidad genética, por ello se dedicó un capítulo titulado “**ADN**”, donde se trata la importancia de esta sustancia de la vida en la conservación de la identidad genética de las especies, para evidenciar su común origen genético, como razón para no seguir utilizando el término “**Exótica**”.

Entre los errores, muy graves por cierto, que se pueden cometer cuando utilizamos el concepto de **EEI** —planteado en el **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)**—, se destaca el de inducir la desaparición de numerosos individuos de algunas especies, por catalogarlas “**invasoras**”, cuando en realidad, por naturaleza, se trata de organismos útiles con su presencia para restaurar naturalmente los ecosistemas perturbados; es por ello, que se cree necesario, no sólo identificar efectos negativos que pueden causar las **EEI**, sino también, es necesario el debido reconocimiento de los efectos positivos que estas especies pueden aportar a la biodiversidad.

En el capítulo, titulado “Especie Exótica Invasora, *Homo sapiens*”, se hace un análisis de la biogeografía histórica del hombre, desde su posible origen en África, hasta su inevitable transformación en especie cosmopolita. Se destaca, además, el rol importante que debemos asumir los humanos en

la conservación de la vida, por considerarnos la especie tope en la evolución de nuestro planeta Tierra.

En el Capítulo VI, se expone el análisis al concepto “**Especie Exótica Invasora**” (**EEI**), propuesto por el **CDB**, y utilizado como modelo o formato, para tratar de manera global la problemática de la introducción de especies “**exóticas invasoras**”, como un factor que incide negativamente en los ecosistemas.

Para ello se consideró ineludible iniciar con el tratamiento gramatical de los términos “**Concepto**” y “**Definición**”, con el propósito de emprender este inevitable tema desde su raíz, y exponer, por un lado, lo tergiversado que resulta utilizar la palabra “**Exótica**”, por otro lado, mostrar la ambigüedad que le imprime la expresión “**Invasora**”, al concepto en controversia.

Además —como todo no debe ser sólo críticas—, se presenta, y sugiere, “**Especie Amenaza**” (**EA**), con su respectiva definición, como un aporte para solucionar las ambigüedades e inexactitud que exhibe el concepto **EEI** del **CDB**. Finalmente, se expone una *Apología*, para dejar clara la razón lógica de la crítica constructiva, y proponer la sustitución necesaria del concepto “**Especie Exótica Invasora**” y su definición.

Al terminar cada capítulo se deja una reflexión en relación a la idea principal del tema tratado, y también se muestran imágenes —propuestas por especialistas en el tema—, de cada Superconti-

nente que, hipotéticamente, ha existido durante la evolución de nuestro Planeta Tierra, con el fin de ilustrar el origen de las especies en un lugar común; así como también imágenes representativas del ambiente prehistórico, la biodiversidad extinta, y la biodiversidad con mayor tiempo de vida en nuestro Planeta Tierra.

Especie Exótica Invasora. Un concepto en Extinción... es una invitación a reflexionar sobre la importancia esencial de este tema, y de esta manera, contribuir con la conservación de la vida; cumpliendo así, nuestro rol fundamental entregado por la *Naturaleza*.

Wismer A. Alvarado Espinoza.
Valencia. Venezuela 2024

Capítulo I

Principios Generales

Desde un punto de vista ecológico, hablar de “*Especie Exótica Invasora*”(EEI) no es nada simple; además, caracterizar una especie como EEI no es exactamente práctico, y me atrevería a especular que es incorrecto.

Es inexacta la caracterización de una especie como “**Exótica**” —si pertenece a un grupo taxonómico conocido de microbios, hongos, y cualquier especie vegetal o animal—, debido a que no debemos pasar por alto el siguiente Principio de la Ecología:

“La distribución actual de las especies es un aspecto transitorio de un incesante cambio”

Esta indispensable afirmación la sostuvo el profesor Hermano Ginés Ramón Margalef —a quien, merecidamente, consideramos el padre de la ecología marina en Venezuela—, pues en uno de los seis capítulos que nos legó (de diecisiete capítulos que conforman la obra “*Ecología Marina*”, de La Fundación La Salle, del año 1972), me refiero al **Capítulo 11**, donde presentó un conjunto de “*Principios Ecológicos Generales*” que son de suma importancia tener en cuenta, si pretendemos catalogar una especie como “**Exótica**”.

Este *Principio General* sugiere, que tanto, los cambios de forma y contorno de las áreas de distribución de las especies, así como las variaciones en

las condiciones ambientales que ellos involucran, tienen influencia indirecta, o directa, en su dispersión y su distribución, de manera permanente. De este *Principio General*, surgen conceptos elementales como: Áreas de Distribución de las Especies, *Especies Cosmopolitas*, *Especies Eurícoras*, *Especies Estenócoras*, *Especies Endémicas*; entre otras, de una larga lista que hacen inextricable hablar de “**Especie Exótica**”.

El concepto que se aceptó por algún tiempo de Área de Distribución de las Especies es el definido por Zunino & Palestrini (1991) como: “*aquella fracción del espacio geográfico donde una especie está presente e interactúa en forma no efímera con el ecosistema*” (M. Soller, comunicación personal, 27 de febrero 2024).

Esta área de distribución reúne las condiciones bióticas y abióticas necesarias para que la especie pueda ocuparla, pero sabemos también el carácter transitorio que tienen estos lugares de distribución, principalmente por la ruptura de las barreras naturales que los delimitan temporalmente.

Los cambios en las áreas de distribución de las especies pueden ocurrir de modo brusco, en cortos períodos de tiempo por fenómenos naturales como: las inundaciones, los terremotos, los maremotos, huracanes —que algunas veces son cíclicos—, y acciones antrópicas, (desvíos del cauce de ríos, explotación minera, construcción de canales de navegación, vías férreas, carreteras y autopistas), lo que ha facilitado el movimiento de las especies.

Al respecto, el Biólogo marino Mauricio Soler me comenta que: *“los cambios no necesariamente son bruscos o paulatinos, sino que pueden ser graduales, o una combinación brusco-gradual, y en el caso de cambios bruscos, las especies pueden tener dificultades para adaptarse y sus áreas de distribución pueden cambiar bruscamente, lo que puede estar sucediendo con el cambio climático actual. Por el contrario, si el cambio ambiental es gradual, como en el caso de la sucesión ecológica, las especies pueden adaptarse más fácilmente, y sus áreas de distribución pueden cambiar gradualmente”*.

Pero también, los cambios pueden suceder de manera paulatina en largos períodos geológicos cuya unidad de tiempo es el cron (cada cron equivale a un millón de años) producto de los persistentes movimientos que están sufriendo los continentes.

Estos movimientos de dispersión, fusión, y contracción que sufren constantemente las masas de tierra continentales, han sido explicados en *“La Teoría de La Deriva Continental”* formulada por Alfred Wegener en 1912, y respaldada por *“La Teoría Tectónica de Placas”* desde 1960. Cabe decir que, en cada uno de esos momentos de estabilidad y cambios, ya circulaban las especies ancestrales en los diferentes ambientes naturales: aéreo, acuático y terrestre.

Teoría de la Deriva Continental: Resumen

Esta teoría revela que hace alrededor de 1.100 crones, durante el período *Proterozoico*, específicamente a comienzo de su última división de escala temporal geológica, el *Neoproterozoico*, existió

un Supercontinente identificado como **Rodinia**, el cual estuvo rodeado por un único océano, el **Panthalassa**. Este Supercontinente sufrió fragmentación por la apertura de su océano, a finales del *Neoproterozoico*, resultando en 8 fracciones hace aproximadamente 750 crones.

Posteriormente, hace 600 crones los fragmentos de **Rodinia** se fusionaron para formar otro Supercontinente conocido como **Pannotia** que se fragmentó en dos grandes porciones hace 540 crones, dando origen a **Gondwana** y **Proto-Laurasia**.

Hace 350 crones, al inicio del período *Carbonífero*, se acoplaron estas dos porciones de tierras, originándose “**Pangea**” (del griego **Pan** “Todo”, y **gea** “Tierra”) un Supercontinente en forma de “**C**” ubicado a través del ecuador, rodeado por el océano **Panthalassa**, y albergaba el mar interno **Tethys** en su parte cóncava.

En su interior, la superficie de **Pangea**, con pocas precipitaciones, y características de un enorme desierto, los animales que allí habitaban podían migrar libremente, sin verse limitados por barreras naturales. Este Supercontinente existió entre el final de la *Era Paleozoica* y comienzo de la *Era Mesozoica* entre 335 crones y 175 crones antes de nuestra época.

Pangea inició su fragmentación a mitad del período *Jurásico* hace 201 – 145 crones aproximadamente, una de las grietas ocurrió en la zona Oeste del mar de **Tethys**, abriendo un paso desde este

mar, hacia lo que sería luego el océano Pacífico Este.

Gondwana, que también existió desde el *Neoproterozoico*, a continuación, durante el período *Cretácico*, se dividió en cuatro continentes nuevos, es decir: África (que luego sufrió una serie de fisuras que dieron origen al océano Índico, y en la actualidad le está ocurriendo una nueva fisura, por lo cual, se cree se originará un nuevo océano); **Suramérica** (que heredó una enorme riqueza de recursos naturales); **India**; y **Antártida/Australia**, de donde surgen **Nueva Zelanda** y **Nueva Caledonia** que se iniciaron como islas en el *Cretácico tardío*.

Mientras tanto, paralelamente, **Proto-Laurasia** continuó dividiéndose y desplazándose hasta convertirse en **Laurasia**, que sufrió divisiones dando origen a **Eurasia**, y continuó con sus movimientos.

Durante varios crones después, comenzó a crearse el Océano Atlántico.

Al inicio de la *Era Cenozoica*, **Eurasia** se separó de **Groelandia** y **Norteamérica**, abriéndose el Mar Noruego hace unos 60 crones. Siguió las expansiones de los océanos Índico y Atlántico; **Australia** se separó de la **Antártida** y se desplazó hacia el norte, mientras que la **Antártida** permaneció en el Polo Sur. Surgió la Corriente Circumpolar Antártica, que en la actualidad conecta los océanos, Índico, Atlántico, Antártico y Pacífico, influyendo sustancialmente en el clima global.

Esta fragmentación y movimientos continuos de los bloques terrestres de “**Pangea**” han dado como resultado la actual distribución de los continentes, océanos y mares.

Cabe destacar que estos eventos ocurren en la activa evolución de nuestro planeta, causando numerosos fenómenos naturales que hacen variar las condiciones ambientales en las áreas ocupadas por las especies, sometiéndolas a procesos naturales de migración, extinción y la aparición de nuevas especies, que continúan evolucionando con las inconstantes condiciones del ambiente, para mantener la vida en nuestra **Era**, representada por la actual biodiversidad. Son muchos los estudios paleontológicos y geológicos con los que se han recaudado evidencias de lo que está ocurriendo con los continentes.

Recientemente un grupo de investigadores de la Universidad de Bristol (Reino Unido), liderado por Alexander Farnsworth, con base en la aplicación de un modelo climático, respaldan la hipótesis formulada por el Geólogo y Paleogeógrafo estadounidense Cristopher R. Scotese, quien dirige el Proyecto Paleomap, en el cual presenta Modelos Digitales de Elevación (PaleoDEM) que muestran los límites latitudinales terrestres y la distribución de los continentes desde hace 540 crones hasta la actualidad, para descifrar cual es la tendencia presente de los movimientos de los continentes, y predijo que dentro de 250 millones

de años (250 crones) se formará, por la fusión de ellos, un Supercontinente, el cual llamó “**Pangea Próxima**”.

Sus modelos nos permiten visualizar la unión del continente americano con África, Europa - Asia, lo que traerá como consecuencia una intensa actividad volcánica en nuestro planeta, con liberación de **CO₂**, y aumentos extremos de temperaturas entre los 40°C y los 70°C, lo que hará un lugar inhabitable para muchas especies, inclusive a *Homo sapiens* —del Latín *Homo* “**Hombre**”, y *sapiens* “**Sabio**”.

Dentro de esta biosfera tan dinámica, las especies siempre han estado influenciadas por la presión migratoria dirigida desde áreas con mayor densidad de población a aquellas con menor población, o, como también se le conoce “*Osmosis Ecológica*” —según lo indicado por nuestro estimado colega Mauricio Soler en comunicación personal, del 27 de febrero del 2024—, lo cual juega un importante papel en la distribución y dispersión de las especies en áreas potencialmente disponibles. Se han identificado estrategias con las que cuentan las especies para realizar su migración, de manera dependiente de otro *Principio General* que establece que todas las especies tienen su propio poder de expansión.

Al respecto el profesor Margalef nos dice: “*La rapidez de esta difusión depende de la abundancia con que son producidas las diásporas, o unidades de dispersión (individuos, huevos, larvas), y de sus características en relación con el transporte*”

Al realizar la migración, muchas especies utilizan sus propios medios, sin embargo, en los casos de especies vegetales, así como animales sésiles, su estrategia de dispersión puede consistir desde las características formas de reproducción, a través de la creación de larvas planctónicas, como sucede en los corales, y/o valiéndose de otras especies, elementos o mecanismos para transportarse. La dispersión produce frecuentemente en la naturaleza lo que conocemos como “*introducción*” —de introducirse, o, ser introducido—, que además puede ser un proceso ocasionado de manera accidental o de manera intencional, e incorrectamente interpretada cuando especulamos que es un proceso exclusivamente llevado a cabo, o, controlado por *Homo sapiens*, nuestra especie.

En la naturaleza constantemente está ocurriendo la “*introducción*” de especies en áreas donde se encuentran en menor densidad poblacional, o donde no se encontraban para ese momento.

Este proceso de dispersión ha permitido, por un lado, la sobrevivencia de muchas especies a grandes cambios ocurridos en el planeta, los cuales causaron devastadoras extinciones de numerosas especies; por otro lado, ha permitido la aparición de especies cosmopolitas, que son las que se encuentran distribuidas en diferentes áreas, gracias a su flexible adaptabilidad a las condiciones de zonas potenciales para su ocupación alrededor del mundo.

Si además agregamos el término “**Invasora**” para

crear el concepto de “**Especie exótica invasora**”, nos encontramos que hablar, y/o, catalogarla como tal, se hace más confuso debido a que también debemos tener en cuenta otro *Principio General*, el cual nos indica que las áreas de las especies representan un equilibrio entre su poder de dispersión y su evolución; además de eso, es necesario el respectivo análisis gramatical al termino “**invasora**”.

La formación de *Cline*, la *hibridación*, la aparición de *subespecies*, así como la variedad y la existencia de numerosos *géneros*, ocurren constantemente en una biosfera dinámica, y son procesos ecológicos naturales evolutivos que llevan a cabo las especies ¿Originarias? ¿Locales? ¿Autóctonas? o ¿Nativas? —sí, así es...

Reflexión:

“Si las especies, incluyendo a Homo sapiens, forman parte de una biosfera compleja y dinámica, con cambios de sus límites geográficos en diferentes grados y frecuencia. Eco-lógicamente hablando ¿Cómo catalogarlas de exóticas?”



Rodinia

Imagen tomada y modificada de:
Original "Red Historia"
<https://redhistoria.com/historia-de-la-tierra-el-supercontinente-rodinia>

Capítulo II

Biodiversidad

Como el efecto expansivo de la “**Especie Exótica Invasora**” (EEI) —que desde ahora llamaré “**Especie Amenaza**” (EA) —, es alterar significativamente la biodiversidad, he creído necesario tratar este tema en un capítulo exclusivo para escrudiñar hasta ¿Dónde? ¿Cuánto? y ¿Cómo? pudieran llegar sus secuelas.

“**Biodiversidad**” es un término utilizado por primera vez, en idioma inglés, para el título de la conferencia “**National Forum on BioDiversity**”, convocada por Walter G. Rosen, en octubre de 1986, y surge del propio concepto “**Diversidad Biológica**”.

Este concepto lo hemos manejado para referirnos a toda la variedad y cantidad de vida que se ha mantenido en el Planeta Tierra, desde el principio de su formación hasta el presente, gracias a las condiciones naturales que —a través de la biodiversidad— ha ofrecido nuestro Planeta; además, el término incluye genes, especies, ecosistemas, y los procesos ecológicos de los que son parte, para crear la delicada, pero importante armonía ecológica que garantiza su existencia.

La biodiversidad siempre ha proporcionado muchos servicios esenciales a las especies que la conforman, en un ambiente con equilibrio de

competencia/cooperación, pues, además de suministrar los componentes para los procesos vitales, favoreciendo la seguridad alimentaria, así como, la seguridad energética y el acceso al elemento vital, como lo es el agua limpia; también, brinda refugio y protección frente a desastres naturales, y, hasta la salud de todos los organismos puede verse beneficiada por la biodiversidad, de donde no debemos excluir a la especie *Homo sapiens* como una integrante más de ella.

Cada individuo que la conforma ejerce presión sobre la biodiversidad al modificar su entorno, para adaptar su hábitat según sus necesidades, sin embargo, siempre se crea la armonía entre las especies y su ambiente, pues, es así como la *Naturaleza* garantiza su supervivencia.

Si la acción del hombre perturba un ecosistema (alto nivel evolutivo de la vida), para asirse de alguno de los servicios que éste le proporciona, a través de la biodiversidad —ojo, esta acción del hombre es un proceso completamente natural—, suele conducir también cambios para otros servicios proporcionados por el ecosistema.

Desde que aparece la vida en nuestro planeta, ha estado sometida a constante evolución y oportunas transformaciones. Los cambios ambientales, y los procesos de las extinciones, además de representar una catástrofe para muchas especies, también facilitaron el desarrollo de otras; por lo que, me parece necesario hacer un resumen de la Geología Histórica de nuestro Planeta Tierra,

según lo explicado en la bibliografía especializada consultada, para valorar la asombrosa capacidad de recuperación que ha tenido la biodiversidad de las especies, producto de los rasgos heredados a partir del ancestro común, hace unos cuantos millones de años, o, mejor dicho, unos cuantos crones (1.000.000 de años = 1 cron), para seguir utilizando el término geológico.

Durante su evolución, el Planeta Tierra, ha pasado por dos fases de tiempos: “*Tiempos Cosmogónicos*” y “*Tiempos Geológicos*”.

Los **Tiempos Cosmogónicos**, fueron los tiempos en los que se comenzó a formar nuestro planeta a partir de una masa incandescente, hace más de 5.000 millones de años (5.000 crones). Los materiales en fusión, liberaron formidables cantidades de gases, desde su interior.

Gases como dióxido de carbono (CO₂), nitrógeno (N), metano (CH₄), amoníaco (NH₃), vapor de agua (H₂O) y ácido sulfhídrico (H₂S), formaron parte de los primeros elementos naturales, que en conjunto podríamos llamar “**Químiodiversidad primigenia**”. Cabe la pregunta ¿Qué produjo los gases liberados por la fusión del material de la masa incandescente primordial?, hoy se sabe que los gases CO₂; N; CH₄; NH₃; vapor de H₂O y el H₂S, pueden ser producidos por la actividad microbiana, “**microbios**”, seres vivos capaces de sobrevivir en condiciones extremas de presión, altas temperaturas, y total oscuridad. Se conocen lugares en el fondo marino donde

se encuentran ecosistemas primitivos, como los que existieron durante la formación del Planeta Tierra, me refiero a las Fumarolas o Chimeneas Volcánicas (Marine vents) donde prosperan múltiples formas de vida; es decir, que la biodiversidad de las especies pudo haber aparecido mucho antes de lo que se cree, y estuvo conformada por microorganismos ancestrales ¿Cómo llegaron estos microorganismos ancestrales? ¿Cómo aparecieron? La respuesta nos la sugiere el mismo concepto “**Tiempos Cosmogónicos**”, es decir, pudiera ser que formemos parte de la evolución de un “**Universo**” ¿Teoría de La Panspermia?... Aunque se cree que pudo haber existido un conjunto de linajes microbianos, los cuales dieron origen a la biosfera que actualmente conocemos, se mantiene la hipótesis de que los animales, plantas, hongos, arqueas, bacterias, provienen de un único organismo ancestral, que el profesor Patrick Forterre, del Instituto Pasteur, ha llamado LUCA o Last Universal Common Ancestor (último ancestro común universal) perteneciente a un mismo linaje de microorganismos, el cual sobrevivió durante varias generaciones de protobiontes.

Según una investigación reciente liderada por Anja Spang, del Real Instituto Neerlandés para la Investigación del Mar, y Tom Williams de la Universidad de Bristol (Reino Unido), junto a colaboradores; investigación relacionada con la presencia (en los organismos vivos), de la ATP-Sin-

tasa —un importante complejo enzimático responsable de la síntesis del ATP en la respiración celular—, sugiere que LUCA apareció justo antes de la diversificación de bacterias y arqueas, puesto que ambos grupos de microorganismos presentan uno de los dos tipos de ATP-Sintasa; así, las bacterias, los cloroplastos y mitocondrias tienen la ATP-Sintasa tipo “F”, y las arqueas y sus descendientes, las eucariotas, tienen ATP-Sintasa tipo A/V. Al calcular el momento en que estos tipos de ATP-Sintasa divergieron, se concluyó que LUCA existe desde un rango de tiempo entre los 4.320 y 4.520 crones, es decir que nuestro planeta Tierra sólo tenía 400 crones cuando LUCA se estaba diversificando, lo que adelanta 500 crones el origen de la vida en nuestro planeta.

Por otro lado, el lento enfriamiento del magma en fusión formó la corteza primitiva, que volvía a fundirse, y enfriarse. Es allí, sobre esa corteza originaria que comienzan los primeros procesos de erosión, transporte y sedimentación, metamórficos y orogénicos, dando inicio a la otra fase de tiempo llamada “**Tiempos Geológicos**”.

Los **Tiempos Geológicos** comprenden cinco **Eras**, cada una con flora y fauna propias, y de duración decreciente:

La primera **Era** la conocemos como la **Era Arcaica**, también llamada **Precámbrico** y se extendió desde los 4.000 crones hasta hace unos 600 crones, lo que equivale aproximadamente a más del 75%

del tiempo total de la vida en el Planeta Tierra. En este momento, abundan las rocas ígneas y metamórficas. Comienzan los procesos de orogénesis (formación de montañas y cordilleras en la superficie terrestre) y de erosión (desgaste de la superficie terrestre por la acción de agentes externos, como el agua o el viento). El clima se caracteriza por alternancia de periodos desérticos, con épocas frías y húmedas, incluyendo glaciares.

Ya existían los primeros organismos vivos, siendo los más antiguos unicelulares semejantes a bacterias anaeróbicas, puesto que la atmosfera carecía de oxígeno. Con la aparición de las cianobacterias —según fósiles datados con 1.750 crones—, comenzó la formación de una atmosfera oxidante, que pudo haber causado la **extinción primigenia** de varias especies microbianas anaeróbicas (W. Alvarado Hofmeister en comunicación personal, enero 15 de 2024).

Se cree que la evolución biológica en esta **Era** debió alcanzar un nivel de grupos avanzados cuyos restos desaparecieron a lo largo del tiempo. Los fósiles encontrados de esta **Era** corresponden a algas, bacterias, cianobacterias, protozoos, cnidarios y gusanos.

La segunda **Era**, la **Era Primaria** o **Paleozoico**, se inició hace 600 crones, con una duración aproximada de 370 crones. Es característico de esta **Era** la presencia de un único océano que rodea un Supercontinente formado por tres bloques de su-

perficie terrestre: el **Noratlántico**, el **Chinosibero**
riano, ambos septentrionales separados del tercero, **Gondwana**, ubicado al Sur del mar de **Tethys**
a partir del cual se originó el mar Mediterráneo actual. Esta **Era Primaria** se divide en seis períodos:
Periodo (I) Cámbrico, donde la mayor biodiversidad registrada son *seres acuáticos*; **Periodo (II)**
Ordoviciánico, con presencia de **Graptolites** (*Hemicordados Pólipos Coloniales Marinos*); **Periodo (III)**
Silúrico, con presencia de los **Trilobites** (*Clase de Artrópodos con tres Lóbulos*); **Periodo (IV) Devónico**,
con presencia de los *peces acorazados*; **Periodo (V) Carbonífero**, con presencia de *vegetación exuberante*; **Periodo (VI) Pérmico**, con presencia de *anfibios y primeros reptiles*.

En el **Paleozoico** existen terrenos plegados con coloración oscura por la existencia de cuarcitas, calcitas, pizarras y areniscas, con una intensa actividad del magma. El clima debió ser cálido y húmedo.

En esta **Era** la vida adquiere un gran desarrollo, especialmente en el océano. En la etapa inicial de esta **Era Primaria** aparecen los arcaicos cordados, peces, siendo los más primitivos, los peces sin mandíbulas y sin extremidades pares; después, surgen peces acorazados con placas óseas que protegen parte de su cuerpo, y más tarde aparecen los peces cartilaginosos y los óseos.

A mediados del **Paleozoico**, se hace más seco el clima, lo que tal vez obligó a los peces salir del agua temporalmente. Aparecen así los anfibios, algunos de ellos alcanzaron grandes tamaños;

mientras que, en el **Paleozoico Superior (Pérmico)** comienza la vida en el medio terrestre. Primero con una vegetación caracterizada por algas, y plantas talofitas, seguida por el desarrollo de plantas cormofitas terrestres, esencialmente pteridofitas.

En este período comienza también la conquista del medio aéreo por los animales, a los que siguen los insectos, y en el océano abundan los moluscos, braquiópodos, y corales.

Al final de esta **Era Primaria** brotan las originarias plantas con semillas (gimnospermas primitivas), también surgen los reptiles, lo que supone la colonización definitiva del medio terrestre con el desarrollo de una membrana protectora en el embrión que evita su desecación. Entre los fósiles característicos de esta **Era Primaria** están los *Trilobites* y los *Graptolites*.

La **Era Secundaria, o Mesozoica**, comienza hace 225 crones, y tuvo una duración de 150 crones. Desde el punto de vista geológico, esta **Era** se caracterizó por ser una época de inactividad orogénica, solamente con movimientos epirogénicos (movimientos verticales de la corteza terrestre que generan hundimientos o sollevamientos, sin generar mucha deformación). Presencia de rocas claras, calizas, areniscas, conglomerados, arcillas, margas.

Hubo evidentes cambios en la corteza terrestre. El Noratlántico pierde parte de las tierras árticas y Alaska; Europa se separa de él; por otra par-

te, el continente Chinosiberiano se reduce por el Norte y gana amplitud hacia el Sur; por su parte, **Gondwana** sufre fuertes cambios, con la separación de la Antártida/Australia de África. Se inicia la formación de los océanos Atlántico e Índico, y la sedimentación en **Tethys** es intensa, el plegamiento de estos materiales comienza al final de esta **Era**. Se presume que el clima fue cálido y seco.

Es el auge de las *gimnospermas*, y disminuye el número de *criptógamas*. Hacia la mitad de esta **Era** surgen las primeras *angiospermas*, primero las *dicotiledóneas* y luego las *monocotiledóneas*. Esta **Era Secundaria** se divide en tres periodos: El **Periodo (I), Triásico**, caracterizado por la aparición de *Ammonites* (*Moluscos Cefalópodos*), también es importante mencionar la presencia en este periodo de la especie *Triops cancriformis*, pequeño crustáceo considerado la especie animal viviente más antigua (220 crones de vida) que existe en nuestros días; el **Periodo (II), Jurásico**, presencia de *Ammonites*, *Dinosaurios* y *Aves primitivas*; y el **Periodo (III), Cretácico**, presencia *Ammonites*, y *Forraminíferos*.

En esta **Era** dominan los moluscos dentro de los invertebrados, principalmente Cefalópodos *Ammonites*, y *Belemnites*, así como también los Bivalvos.

En cuanto a los vertebrados ocurre un gran desarrollo de considerable tamaño en animales como los *dinosaurios*, que además ocuparon diferentes hábitats, algunos en zonas áridas, otros en zonas

fangosas, marinos, y hasta voladores. También aparecen las *aves primitivas* y más adelante llegan los *mamíferos*.

Se han encontrado fósiles de *Cnidarios* (hexacoralarios), y braquiópodos en menor número que en la **Era Primaria**, además de otros equinodermos. La **Era Terciaria**, o **Cenozoica**, comenzó hace alrededor de unos 70 crones, y se estima una duración de 68 crones. Esta **Era** se caracteriza por la ocurrencia de gran actividad orogénica, la cual se produjo por el plegamiento Alpino, que provocaron abundantes erupciones volcánicas, mientras que, los continentes adquirieron una configuración parecida a la actual. Predominan las calizas, areniscas, conglomerados, arcillas, margas, los yesos y las sales.

La temperatura disminuye progresivamente, haciéndose el clima más frío hasta producirse las glaciaciones a principio de la **Era Cuaternaria**. Predominan las angiospermas, quedando las gimnospermas representadas por las coníferas. Las herbáceas alcanzan grandes extensiones, formándose las primeras sabanas, y praderas. Un acontecimiento paralelo al desarrollo de las plantas ocurre con la adaptación de ciertos insectos por coevolución con ellas.

En el mar abundan los *Nummulites* (protozoos foraminíferos de gran tamaño), de los cuales se han encontrado muchos fósiles que son característicos de esta **Era**, también *Equinodermos* (eri-

zos), *Cnidarios* (corales), *Moluscos* (cefalópodos, gasterópodos, y bivalvos).

En el ambiente terrestre las aves e insectos alcanzan la diversificación ya en los órdenes actuales. Los mamíferos alcanzan un mayor desarrollo, tanto en número de especies, así como en sus diversas adaptaciones al medio. Son característicos en la evolución de los distintos grupos de mamíferos, de acuerdo a fósiles estudiados, la adaptación de sus extremidades al medio, y la dentición al régimen alimentario. Principalmente abundan los marsupiales en esta Era.

La **Era Cuaternaria**, o **Pleistoceno**, comenzó hace 2 crones y continúa hasta nuestros días. Se caracteriza por su litología detrítica dominante, y su clima está marcado por cuatro períodos glaciares al principio de la **Era**, y tres períodos con clima más suave interglaciares. De los glaciares se han conservado vestigios de capas distintivas de sedimentos como morrenas, varvas y loess.

Tanto la flora, como la fauna, se asemejan mucho a las actuales, predominando en los períodos glaciares animales como el *Mamut*, *Rinoceronte Lanudo*, el *Reno* y la *Liebre Alpina*. Mientras que en la fauna interglaciar son característicos animales de climas más cálidos como el *Rinoceronte*, *Hipopótamo*, *Elefante*, *Équidos* y *Bóvidos*. —recientemente se está hablando del inicio de una nueva “*Epoca geológica*”, la cual se ha llamado “**Antropoceno**”, y se considera que viene a suceder al **Holoceno**, último período cálido después de la última glaciación.

La característica más resaltante de la **Era Cuaternaria** ha sido la aparición del hombre, que se cree surgió a finales de la **Era Terciaria**; sin embargo, el *Australopithecus*, con sus características más humanoides apareció hace 2 millones de años.

Posteriormente surgieron, entre otros, el *Homo habilis*, el *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis*, y el *Homo sapiens*.

Como hemos visto, nuestro planeta ha atravesado por dos fases de tiempo y cinco eras geológicas, que sin duda han provocado cambios importantes en la biodiversidad.

En su primer tiempo comenzó su formación como planeta, aunque en ese momento las condiciones ambientales fueron dominadas por temperaturas extremas, condiciones atmosféricas anóxicas, entre otras, que nos hacen suponer un ambiente difícil para la existencia de la vida; sin embargo, hoy en día se conocen organismos capaces de resistir esas condiciones hostiles.

Durante su lento enfriamiento comenzó el tiempo geológico caracterizado por *Eras*, en las cuales reinó una biodiversidad que resistió las condiciones ambientales, y aprovechó los recursos naturales disponibles en cada una de ellas. Es decir, la biodiversidad ha enfrentado exitosamente los cambios ocurridos en los diferentes ciclos de evolución natural en nuestro planeta.

Estos cambios entre *Eras geológicas*, cambios climáticos, y la evolución de la biodiversidad, han sucedido entre largos periodos de tiempo y de

forma constante, pero vale la pena destacar que los cambios en el ambiente y la pérdida de la biodiversidad, en la actualidad, se están produciendo velozmente, y, prácticamente todos los ecosistemas del Planeta Tierra han experimentado una esencial transformación por la actividad del hombre, principalmente. Muchas poblaciones de plantas y animales han declinado en su número, y/o extensión geográfica.

Sin embargo, la biodiversidad ha demostrado tener la capacidad de recuperarse, por lo que es importante disminuir la presión antropogénica —factor estresante natural—, administrar bien los recursos —factor de amortiguamiento natural—, y de esa manera dar tiempo para la restauración de los ecosistemas —factor de restauración natural—.

Se cree que, en cada evento de extinción masiva, los individuos con rasgos genéticos y no genéticos favorecidos por la selección natural, (menor tamaño corporal, hábitos nocturnos, estrategias de reproducción con tiempo de gestación cortos, con mayor número de descendientes, y hábitos alimenticios generalistas), pudieron resistir, y ocuparon los sitios dejados por las especies desaparecidas.

En un estudio realizado con peces óseos en 2023, por Maxwell E.R Shafer y colaboradores, pre-print presentado en la plataforma bioRxiv, los investigadores han destacado que los grupos supervivientes de las últimas extinciones masivas eran de hábitos nocturnos.

Estos investigadores aseguran que al tratarse de especies con hábitos nocturnos, cuando las condiciones ambientales eran de menor intensidad, lograron sobrevivir a la extinción masiva gracias a su metabolismo menos demandante de energía, la cual lograban preservar al permanecer resguardadas en sus refugios durante el día, periodo en que las condiciones de temperaturas alcanzaban valores excesivos, lo que requería mayor gasto de energía, circunstancia letal para los organismos diurnos, por cuanto, al suceder fuertes cambios destructivos de su entorno, estos provocaron la escasez de los recursos energéticos, ocasionando la desaparición paulatina de estos organismos.

Posterior a cada evento de extinción masiva, gracias a la radiación evolutiva, muchas especies adquirieron los hábitos diurnos, ocupando los nichos que quedaron disponibles.

También sugieren que las especies con individuos de menor tamaño, los cuales son menos demandantes de energía, consumían poca cantidad de alimentos, que para entonces estaban en cantidades limitadas.

Además, ellas tuvieron mayor ventaja al contar con un modo de reproducción conocida como “**estrategia de la r**”, pues, con tiempos cortos de reproducción y gestación, y camadas más numerosas, a las que le invertían poca energía, les proporcionaron una tasa evolutiva mayor, ya que, en tiempos de cambios, esa estrategia reproductiva favoreció a sus poblaciones con mutaciones

propicias, las cuales pudieron ser transmitidas a las nuevas generaciones.

Aquellas especies conformadas por individuos de mayor tamaño, requirieron mayor cantidad de alimento, y en una situación de cambios bruscos de su entorno, la abundancia de alimento a largo plazo se hizo insostenible, por lo que la presión por depredación fue insoportable para los ecosistemas perturbados y eventualmente las especies grandes tienden a desaparecer.

Por otro lado, estas especies de mayor tamaño, con un modo de reproducción conocido como “**estrategia de la K**”, la cual, en presencia de cambios bruscos en su entorno, esa estrategia reproductiva no los favorece, ya que una lenta reproducción, con pocos descendientes, proporciona una baja variabilidad genética, haciendo difícil la aparición de individuos con rasgos genéticos y no genéticos, que les permitirían mejor adaptación a las nuevas condiciones ambientales. Con los escasos recursos de alimento, y refugios que para el momento existían, las especies más generalistas pudieron tomar lo que encontraban a su paso, mientras que aquellas más especializadas, al escasear un recurso del cual dependían, su sobrevivencia resultó perjudicada hasta su extinción.

Por otro lado, las transformaciones en las áreas de distribución de las especies, han causado periodos de aislamiento, que, desde el punto de vista evolutivo, han beneficiado a la biodiversidad,

ya que por su causa surgieron nuevas especies, subespecies, y géneros, por hibridación a partir de ancestros comunes adaptados a las nuevas condiciones del medio.

Así mismo, han sucedido periodos en los que el aislamiento fue fracturado, permitiendo la migración de las especies hacia otros lugares, beneficiando su dispersión, y ampliando de esta manera su área de distribución a través del tiempo.

En el mundo animal existen además grupos unicelulares y multicelulares que han perdurado desde el Proterozoico, hasta nuestros días, y algo muy importante es que el número de especies en algunos de esos grupos ha permanecido muy uniforme, entre estos se destacan los siguientes organismos marinos: *Protozoos*, *Esponjas*, *Braquiópodos*, *Pelecípodos*, *Gasterópodos*, *Anélidos*, *Ostrácodos*, *Percebes*, *Langostas*; todos, han sobrevivido a las extinciones masivas ocurridas durante la evolución geológica de nuestro planeta.

La principal característica común entre todos estos superorganismos ha sido el medio marino donde habitan, o dependieron directamente, que en un principio se trató del único océano, **Panthalassa**, y por ese tiempo pocas fueron las barreras físicas que impedían la dispersión o distribución de las especies.

Desde el periodo **Cámbrico**, **Era Paleozoica**, aparecieron otros grupos de animales que a través del tiempo sufrieron radiaciones evolutivas dando origen a otras especies, algunas se extin-

guieron y otras permanecen muy diversificadas, como en el caso de los *Vertebrados*, algunos *Artrópodos*, *Moluscos*, y *Equinodermos*.

Desde entonces el crecimiento en números de las especies ha sido importante, principalmente debido a los múltiples nichos ecológicos libres, antes y después de cada episodio de extinción masiva.

Es decir, siempre han ocurrido y ocurren fenómenos que afectan negativamente, o positivamente a la biodiversidad, por lo que cabe la pregunta ¿Tiene algún sentido, cuando estamos finalizando la segunda década del Siglo XXI, seguir haciendo énfasis en el concepto de **Especie Exótica Invasora (EEI)**, como causa de perturbación a la biodiversidad, que induce a la extinción de otras especies?

Si recordamos lo postulado por Charles Darwin en su obra sobre el origen de las especies, la sobrevivencia del más apto en su lucha por perpetuarse; y además, si sabemos que cada individuo de una especie animal, vegetal, o microbiana, y cualquier otro taxón, tiene una carga única de genes que lo hace diferente a los demás individuos de esa especie, y cuanto más sea la variabilidad genética de la especie, mayor es su posibilidad de perpetuarse; no cabe duda que, allí está la clave para descifrar ¿Dónde? influyen los efectos causados por la “**Especie Amenaza**” (EA) en la biodiversidad.

Al influir de manera directa en las especies con escasa variabilidad genética, producto de indivi-

duos que poseen poca pluralidad de genotipos y fenotipos —mayor vulnerabilidad— , el número de individuos de esa especie residente que ocupa el lugar que ha sido “intervenido” por la “**Especie Amenaza**” (EA), disminuye por depredación, y/o, por competencia, reduciendo así parte de la biodiversidad, desequilibrando de esta forma al ecosistema por un período determinado, hasta que una vez establecida la especie intrusa —ocupa el nicho dejado por los individuos desplazados— , comenzaría la recuperación del ecosistema con una nueva biodiversidad local, caracterizada por una nueva variedad genética aportada por la especie intrusa.

Sin embargo, también puede ocurrir —lo que es poco frecuente— que todas las especies residentes sean desplazadas, si además de actuar la especie intrusa, ocurren impactos ambientales que causan la migración de estas especies residentes locales, hacia otras áreas, por lo que estaríamos en presencia de la formación de un sistema monoespecífico creado por la especie intrusa establecida, que es uno de los sistemas más inestables, puesto que los recursos son sobreexplotados por el intruso, lo que puede provocar a corto plazo que la población monoespecífica se vea diezmada, y comience la recuperación de la diversidad biológica de manera paulatina, en la medida de que se restablezcan las condiciones de armonía, y aparezcan nichos libres dejados por individuos de la especie intrusa, favoreciendo la recuperación

de la biodiversidad local al regresar las especies anteriormente residentes, —en la actualidad es frecuente encontrar en revistas especializadas artículos con el título “*Aparece Especie que se Creía Extinta...*”—

Otro escenario que pudiera suceder es la hibridación de especies dentro de un mismo grupo taxonómico, es posible que la carga genética de individuos de la especie amenazada, también se perpetúe con el intercambio del material genético que pudiera darse por el cruce entre estos individuos con algunos de la especie intrusa, continuando parte de la carga genética, de ambas especies, en los nuevos individuos (mestizos o híbridos viables). Es decir, la hibridación estaría funcionando como una mutación que favorece la biodiversidad local.

Otro evento que puede ocurrir es el efecto estresante causado por un agente patógeno, siendo en este caso más lenta la recuperación de la armonía del ecosistema, hasta que, de manera natural las especies locales afectadas, adquieran inmunidad a la enfermedad; así como, el *Homo sapiens* desarrolle estrategias y acciones para mitigar el problema.

En este caso se “pierde biodiversidad”; que, por un lado, puede ser menos grave a nivel local, si se afecta una especie con amplia distribución, pero, por otro lado, al tratarse de la pérdida de especies endémicas, presentes en un área aislada (Isla o Lago endorreico) el problema sería de mayor gravedad debido al importante papel biológico que

juegan estos lugares. De esta manera, estaríamos descifrando el ¿Cuánto? y ¿Cómo?, pueden influir los efectos causados por la “**Especie Amenaza**” (EA) en la biodiversidad.

Reflexión:

“La biodiversidad, a pesar de las presiones que sufre, encuentra la salida para perpetuarse”



Pannotia

Imagen tomada y modificada de: Original “Red Historia” <https://redhistoria.com/historia-de-la-tierra-el-supercontinente-pannotia>

Capítulo III

ADN

Estas tres letras, **A**, **D** y **N**, identifican una sustancia reconocida como “**La sustancia de la vida**”, en ella se encuentra el registro histórico de la diversidad genética presente en los organismos, desde su aparición en el planeta tierra, hace más de 3.500 millones de años, hasta nuestros días.

El Ácido Desoxirribonucleico (ADN) contiene el código que identifica a cada especie. Por ejemplo, en el *Homo sapiens* —especie humana— el ADN está formado por 3.000 millones de bases aproximadamente, y el 99% de esas bases nitrogenadas es idéntico para todos sus individuos; mientras que, el 1% es característico para cada uno de éstos, haciéndonos con nuestras diferencias, únicos entre los humanos.

De igual modo, pero con sus particularidades, ocurre en las demás especies, en las cuales, también cada miembro es único por un pequeño porcentaje de su variabilidad genética, que los diferencian del resto de los individuos dentro de sus respectivas especies. Estas representaciones diferentes, simbolizan la base sustancial de la biodiversidad, que, como vimos en el capítulo anterior, es allí donde los efectos causados por la “**Especie Amenaza**” (**EA**), provocan el disturbio que puede ponerla en peligro de extinción,

o, favorecer la sobrevivencia de las especies residentes, influyendo en la biodiversidad local, y en el más innegable de los casos, sobre la diversidad biológica global.

Lo que se perjudica cuando es afectada negativamente la biodiversidad, no se trata solamente de la especie que juega un rol importante dentro de la armonía ecológica en un ecosistema, sino, nada más y nada menos que, la herencia genética y la herencia no genética, expresadas en rasgos ideales que han hecho posible la existencia de cada uno de los individuos de las especies amenazadas, haciéndolas cada vez más vulnerables de extinción, pero... ¿esas informaciones genéticas y no genéticas, que se perjudican, siempre son útiles para la supervivencia de las especies?

En la naturaleza, una especie que está amenazada de extinción ocurre porque parte de sus individuos no están “**aptos**” para resistir los constantes cambios cíclicos, paulatinos a largo plazo, o, bruscos a corto plazo, de su entorno. En este caso —lo que sobreviene muchas veces en la naturaleza—, actúa la selección natural, desapareciendo así, aquellos individuos más “**débiles**”, más “**vulnerables**”, y con ellos se “**inactivan**” los rasgos o caracteres codificados en su variabilidad genética hasta ese instante “**inútiles**” para enfrentar las nuevas condiciones, o, circunstancias del hábitat.

Los individuos que logran sobrevivir a estas perturbaciones del ambiente, contienen la informa-

ción genética y la información no genética, de los rasgos genotípicos (código genético particular), y fenotípicos (principalmente de comportamiento y fisiológico), que les resuelven resistir esos cambios, garantizando la sobrevivencia de la especie al transmitir esa información a sus descendientes. También puede suceder que la variabilidad genética afectada —cuando desaparecen individuos de especies que pertenecen a ecosistemas perturbados; bien sea, por las actividades del hombre u otros cambios bruscos de su entorno—, contenga información importante que le da flexibilidad a dichas especies para resistir y sobrevivir a esos cambios, lo que sí implicaría complicados efectos en la biodiversidad, es decir, debemos tener mucho cuidado con las campañas de combate, a través de la eliminación de individuos catalogados erróneamente como **EEI**.

Hay otro caso bien interesante que puede ocurrir; y vale la pena analizar en este **Capítulo III**, me refiero a lo que pasa con la información genética cuando sucede el cruce entre individuos de una especie residente o autóctona amenazada, con individuos de una “**Especie Amenaza**”(EA), que pertenezcan a taxones afines. Esta hibridación, frecuentemente es considerada como un ultimátum para la conservación, destacando más su efecto dañino, sin enfatizar los efectos beneficiosos; por lo que, considero necesario la evaluación precisa de estos cruces, pues hay ejemplos en la naturaleza que indican de que este tipo de rela-

ción biológica y ecológica inter-específica, también puede traer beneficios, a la sobrevivencia de las especies, a la biodiversidad, y a los ecosistemas perturbados per se.

Muchas veces se dice que “*la hibridación entre una especie autóctona & una especie invasora, es una amenaza para la supervivencia de las especies en peligro*”, y no se da una razón sustancial que justifique esa afirmación; por ejemplo, hay quienes dicen que de esa unión pueden salir híbridos infértiles, lo que eventualmente no sería significativo, pues, el problema llegaría hasta allí, ya que estos nuevos individuos estarían en desventaja y pronto desaparecen, otros argumentan que se pierde la **identidad genética** de las especies, pero... ¿Qué pasa cuando desaparecen individuos de determinada especie por otras causas naturales? ¿Eso también es una amenaza para la conservación de la **identidad genética** de las especies? ¿La **identidad genética** de las especies siempre está amenazada?, si es así... ¿Qué estrategia utilizan las especies para conservar su **identidad genética**?

En las poblaciones de *Homo sapiens* existen individuos que no llegan a reproducirse durante su vida por diversas causas ¿Son ellos una amenaza para la conservación de la **identidad genética** de la especie humana? ¿Qué preeminencia o importancia tiene la **identidad genética** de una especie en la evolución de la vida sobre nuestro planeta?

Con el avance de los estudios genéticos se pueden aclarar estos dilemas; de hecho, ya hay al-

gunos estudios que indican que nuestra especie *Homo sapiens* se cruzó con *Homo neanderthalensis*, y sin duda, algo de ese mestizaje ha beneficiado la sobrevivencia de *H. sapiens*, por lo que parte de esa **identidad genética** de ambas especies permanece hoy en día a pesar de la extinción de los individuos de una de ellas.

Sólo hay que fijarse en ciertos rasgos físicos de algunas personas —incluyendo su comportamiento—, para percibir que su código genético contiene genes de *Homo neanderthalensis*. Mis disculpas, esta afirmación es un chiste...continuemos con la seriedad del caso.

Uno de esos estudios fue llevado a cabo por un grupo interdisciplinario de investigadores en la Universidad de Cornell, con base en datos aportados por el Biobanco del Reino Unido, información genética de rasgos en casi 300.000 británicos de ascendencia no africana, analizaron más de 235.000 variantes genéticas de origen neandertal, y, descubrieron que más de 4.000 de esas variantes en el ADN, tienen una importante influencia en los humanos modernos, cabe destacar que algunos de esos rasgos genéticos distintivos tienen que ver con la resistencia inmunológica natural de una persona a ciertas enfermedades, así como aspectos metabólicos y rasgos faciales. Este estudio fue publicado en la Revista eLife del 20 de marzo del 2023, por Xinzhu Wei, Cristopher Robles... Sriram Sankararaman et al., se puede acceder al artículo en: <https://doi.org/10.7554/eLife.80757>

Otro dato interesante, es que solamente entre el 1,5% y 7% del genoma humano es exclusivo del humano moderno, conclusión a la que llegó un equipo de investigadores de la Universidad de California Santa Cruz (en EEUU), según un estudio comparado del material genético en fósiles de Nardentales, y Denisovanos, quienes vivieron entre hace 40.000 a 50.000 años, con una muestra de 279 personas que viven hoy día. Esto indica que las tres especies heredaron, por lo menos, un 93 % del código genético de antepasados comunes, y esa parte de **identidad genética** existe en la actualidad como ADN en *Homo sapiens sapiens*. Muchas especies contienen un considerable porcentaje de su código genético muy similar al del *Homo sapiens*; por ejemplo, los Chimpancés, (*Pan troglodytes*), tienen un 99% similar al del genoma humano; los Gorilas, (*Gorilla gorilla*), un 98%; y los Orangutanes, (*Pongo pygmaeus*), coinciden en un 97%; los Perros, (*Canis lupus familiaris*), en un 84%; Ratones (*Mus musculus*), un 95%; el Pez Cebra, (*Danio rerio*), 73%; el Pollo, (*Gallus gallus domesticus*), 65%; la Mosca de la fruta, (*Drosophila melanogaster*), un 60%, las Abejas (*Hymenoptera: Apoidea*) un 44%, la lista es larga, y mucho más cuando van apareciendo según se vayan completando las secuencias de sus respectivos Códigos Genéticos. Es más, a nivel químico el ADN del Cactus es igual al del los humanos.

También sucede similitud en los genomas de otras especies entre sí, lo que es lógico ya que todos los seres vivos descendemos de un an-

cestro común, LUCA (Last Universal Common Ancestor), o por lo menos contenemos la misma “*sustancia de la vida*”, el ADN. Un ejemplo viviente que demuestra la similitud genética que existe entre especies distintas, lo representa el *Ornitorrinco*, animal australiano que tiene características de mamíferos, aves y reptiles.

Otro caso de hibridación, muy interesante, es el de los Gorilas pertenecientes a la especie oriental *Gorila beringei*, pues, se ha encontrado, en este grupo de primates, un vestigio genético de una población extinta, se trata de un 3% del material genético de una especie arcaica dentro del genoma de la especie de gorila oriental actual, se cree que hace 40.000 años se produjo un cruce entre la especie ancestral de los gorilas orientales modernos, con una población fantasma, denominada así por los investigadores al no tener aún restos fósiles de esa especie arcaica, pero cuentan como evidencia, de que esos rasgos genéticos no los tienen las otras especies y subespecies actuales de gorilas.

Lo anterior constituye un ejemplo de cómo la **identidad genética** puede ser un legado de una herencia permanente gracias al intercambio del ADN. Sin duda, esta **identidad genética** está formada por rasgos genotípicos, y fenotípicos — activos, y también inactivos— que benefician, o, han beneficiado, la sobrevivencia de las especies. En el ejemplo de los gorilas orientales, se ha

determinado que el material genético heredado proporciona la capacidad de percibir el sabor amargo, que, a través del tiempo, fue asociado estrechamente con plantas potencialmente tóxicas, considerándolo como un rasgo muy aventajado por la selección natural.

Viendo este panorama, pareciera complicado que se pierda por completo la **Identidad genética** de las especies, pero... como todo... no es imposible.

Ahora bien, entre la comunidad científica hay un importante debate acerca de las vías por las cuales son transmitidos esos significativos rasgos de generación en generación.

Aunque todos concuerdan en que la herencia genética juega un rol indiscutible en la evolución; por un lado, están quienes defienden los mecanismos evolutivos convencionales donde la genética hereditaria juega un papel preponderante, otros investigadores sugieren complementar la tesis de evolución convencional, agregando las modificaciones epigenéticas establecidas en las células germinales durante la gametogénesis, así como las modificaciones epigenéticas no programadas, ambas consideradas como mecanismos relacionados con la regulación genética; además, están quienes le dan mayor importancia a la plasticidad fenotípica en el cambio evolutivo, sosteniendo que cuando los ambientes cambian, al inicio los organismos salen adelante por sus características individuales fisiológicas, morfológicas, y aquellas de comportamiento, que no están codificadas en su ADN, hasta que

después, en las nuevas generaciones, aparecen codificados como cambios genéticos, lo que los convierte en portadores de esos rasgos para garantizar la sobrevivencia; de tal manera que, finalmente se pueda transmitir esa valiosa información genética a sus descendientes.

Lo más importante de este debate, es que se expone una nueva manera de ver la evolución de las especies, pues, aunque se está consciente de la importancia de la herencia genética, unos defienden y plantean que los genes —que en el caso de la especie humana son unos 20.000— son los responsables, y utilizan los individuos como vehículos protectores para sobrevivir a las presiones y los cambios naturales; mientras que otros científicos, ven a cada individuo como el responsable de garantizar la evolución.

Ahora bien, la “pérdida” de una parte de la diversidad genética local; es decir, la perdida de una especie en esa localidad, no tendrá fuertes efectos negativos sobre la sobrevivencia en la diversidad genética de su población global, alcanzada hasta ese momento, sólo si la especie en cuestión, forma parte de un ecosistema de alto nivel evolutivo que contienen una formidable biodiversidad genética. Recordemos que, al igual que en las especies, mientras mayor sea la diversidad biológica en el ecosistema, se habría alcanzado un nivel superior evolutivo, con la flexibilidad suficiente para resistir las presiones del medio ambiente, haciendo más armónico al ecosistema. nuestro gran ecosistema,

Planeta Tierra, cuenta con cuatro (4) significativos tipos de biodiversidad: la diversidad de especies, la diversidad de ecosistemas, la diversidad genética, y además de una no menos importante diversidad química, que han hecho de él un Superecosistema flexible a los ciclos de su historia natural, como un proceso evolutivo a través del cual se suceden cambios ambientales, climáticos, y los provocados por las actividades propias de la diversidad de especies, que modifican su entorno de acuerdo a sus necesidades, para asegurar su supervivencia. Hay que destacar las actividades antropogénicas por su intensidad y efecto global.

De allí la importancia de asumir nuestro rol como individuos de nivel evolutivo superior, para hacer los mayores esfuerzos en conservar la biodiversidad que caracteriza cada uno de los ecosistemas existentes, con el fin de dar continuidad a estos niveles evolutivos, manteniéndolos lo más energéticos posible a través de las generaciones.

Redondo y colaboradores, en su artículo titulado **“El conocimiento de la diversidad genética como base para la conservación”** de fecha 1/12/2003, en la revista **El Ecologista N° 38** afirman que...,

“conocer el grado de variabilidad genética de las especies, nos permite establecer unidades de conservación para una mejor gestión de las especies amenazadas”

...y además agregan que,

“En los últimos años las tecnologías moleculares de análisis del ADN están despuntando como una herramienta

más precisa y específica a la hora de afrontar viejos problemas ecológicos y evolutivos”

Entonces, podemos decir que la variabilidad genética (en términos de porcentajes), siendo menor que la diversidad de especies —su carruaje— es la conductora de la biodiversidad por una vía de cambios en su entorno, para llegar a un nivel evolutivo superior, y de hecho más armónico, por lo que se requiere especial atención de nuestra parte, para entender y proteger la **identidad genética** de los seres vivos. Ese es nuestro rol por *Naturaleza*.

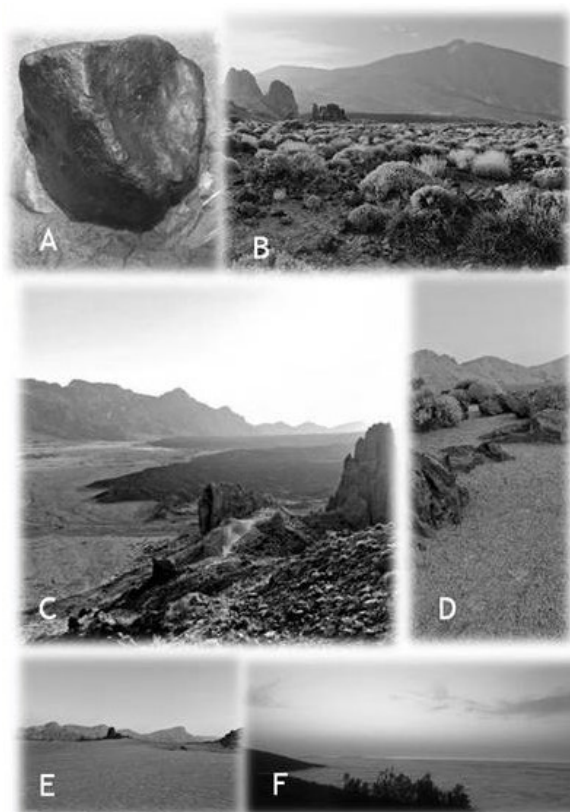
Así pues, el *Homo sapiens* tiene el conocimiento y la tecnología necesarios para “**remediar**”, o como se dice en el argot ecológico, “**mitigar**” los efectos negativos que provocan sus actividades por el aprovechamiento de los recursos naturales para su supervivencia, así como los causados por el cambio climático periódico, y otras especies.

Reflexión:

“La biodiversidad se sostiene sobre un pequeño porcentaje de genes, que sobreviven por su plasticidad cooperativa con la selección natural”



Imagen adaptada de: “Pangea”, Equipo editorial de Concepto.de (Argentina). Disponible en: <https://concepto.de/pangea/>. Consultado el 18 de mayo de 2024.



(A) Meteorito como evidencia de la teoría de la panspermia; (del B al F) paisajes que evocan la Tierra primitiva, fotografiados por el autor en áreas cercanas al volcán Teide (Tenerife).

Capítulo IV

Dañinas vs Beneficiosas

Mucho se habla de los efectos negativos que pueden ser causados por la “**Especie Exótica Invasora**” (EEI) —que seguiré llamando “**Especie Amenaza**” (EA) —. La UICN hace referencia a interacciones ecológicas inter-específicas, como: la competencia, la depredación, la hibridación, y la transmisión de agentes patógenos, atribuyéndoles la capacidad de afectar negativamente la sobrevivencia de otras especies.

Pocas veces se señalan otras interacciones ecológicas inter-específicas positivas; como por ejemplo, las actividades antropogénicas positivas, el mutualismo, el comensalismo, así como también, sus interacciones derivadas —Cleptoparasitismo, por ejemplo— , que igualmente pueden ocurrir entre la “**Especie Amenaza**” (EA) y la especie residente en áreas perturbadas, donde estas interacciones contribuyen con la biodiversidad, favoreciendo la alimentación, sirviendo de refugio, o interviniendo en la dispersión de sus semillas; así como, la protección contra enfermedades y depredadores.

Un ejemplo claro de lo afirmado en el párrafo anterior lo representa la especie invasora por excelencia, *Homo sapiens*, que, a pesar de causar muchos desequilibrios ambientales, también hace

grandes esfuerzos por mitigar los efectos negativos provocados por él, y por otras **EA**, favoreciendo la restauración de la armonía en los ecosistemas. En trabajos de investigación, reportes e informes científicos, la premisa que se utiliza para justificar —o promover— el contexto negativo de la “**Especie amenaza**”, es que la **EA** no tiene enemigos o competidores naturales, pero... ¿dónde queda el *Homo sapiens*? La especie humana es el depredador y competidor con mayores ventajas sobre las otras especies, ojo, en la *Era* actual que transcurre...

Así como somos conscientes de causar perturbaciones a los ecosistemas, para obtener sus “servicios”, también nos esforzamos para mitigar los efectos negativos producidos a la biodiversidad, pues también hay consciencia de pertenecer a esa naturaleza, somos parte de la biodiversidad, no debemos olvidar eso.

Cuando pretendamos hacer un plan de acción para controlar, y/o, mitigar los efectos negativos de la “**Especie Amenaza**”, —que dicho sea de paso, es una forma de interacción de competencia muy natural de *Homo sapiens* contra esas especies intrusas—, debemos ser conscientes de no hacer referencia a especies “*nativas*”, y “*no nativas*” o “*exóticas*”, si queremos diferenciar especies residentes de especies introducidas respectivamente; también, debemos ser reflexivos con los beneficios que puede aportar la “**Especie Amenaza**”, a través de sus interacciones ecológicas con las

residentes, así como la importancia que tiene su carga o herencia genética y no genética, por la cual puede lograrse la armonización biológica en la restauración de ecosistemas perturbados.

Al respecto, en el Blog de ciencia y divulgación científica “Divulgador Herbívoro” publicado el 25/01/2017, se expuso un artículo que habla sobre la carta que presentó, el ecólogo Marck A. Davis (respaldada por 18 ecólogos más), a la Revista **Nature**, donde expone la necesidad de dejar de usar la dicotomía nativo - no nativo, y empezar a ver los beneficios que podrían llegar a aportar las especies “*invasoras*”, he hizo los siguientes comentarios:

“...que en algunos casos se han llevado a cabo campañas contra especies invasoras que no tienen comprobados efectos perjudiciales sobre el nuevo hábitat donde estaban”

Además comentó,

“..., hay ejemplos en los que se atacan a las especies invasoras con planes de acción, y son afectadas otras especies en la misma área”.

—Eso también lo debemos tomar en cuenta al momento de hacer uso del “**Principio Precautorio**”—...

Este hecho, que ocurre todavía en pleno siglo XXI, es un ejemplo más, de lo que pasa cuando una definición con características muy generales y ambiguas, como la definición de *EEI* de la *CDB*, tomada como modelo para los diferentes

planes de conservación, tiende a ser empleada de manera incorrecta, muy frecuentemente peligrosa para la biodiversidad global. Todas las especies tienen una amplia gama de interacciones con el ambiente que ocupan, así como, con las comunidades que integran, sin embargo, muy poco se habla sobre los efectos positivos que causan las especies catalogadas de “**invasoras**” sobre las especies ya establecidas en el área perturbada.

Por supuesto, en esa constante interacción inter-específica, algunas especies ya establecidas, que han estado sufriendo efectos negativos en sus poblaciones a causa de la destrucción de su hábitat, el cambio climático, la contaminación, la transmisión de patógenos, entre otros factores estresantes naturales; entonces, terminen llevando la peor parte, hasta su reducción y desplazamiento, o total desaparición.

Un buen ejemplo de ello, es el caso ocurrido entre *Homo neanderthalensis* y el *Homo sapiens*, donde los Neandertales se extinguieron después que *H. sapiens* se estableció en las áreas donde permanecieron los Neandertales por mucho tiempo antes de la llegada de aquellos “**humanos modernos**”. Esto sucede con frecuencia en una biodiversidad que está sujeta a cambios ambientales, procesos evolutivos, de extinción y de aparición de nuevas especies; de hecho, se estima que solo del 2% al 4% del total de las especies que han existido, en la actualidad siguen presentes (May et al., 1995; en Rodríguez y Rojas, 2008).

A continuación, daré algunos ejemplos de especies caracterizadas como “**Exóticas Invasoras**” que aportan beneficios a la biodiversidad y ecosistemas afectados por la destrucción del hábitat, que en la mayoría de los casos es provocada por *Homo sapiens*, y de hecho es la principal y más antigua amenaza de la extinción de otras especies.

Ejemplos 1 y 2: (Son casos presentados en el Blog THE CONVERSATION, en un artículo publicado por Dailos Hernández-Brito, el 30/11/2021)

1.- La cotorra argentina, *Myiopsitta monachus*, es una especie de loro distribuida principalmente en Suramérica y se han introducido en 27 países por su popularidad como mascota. Es un loro que se caracteriza por construir su propio nido con estructuras de ramas y cámaras internas.

Se ha comprobado tanto en zonas originarias como en áreas donde se han introducido, que sus nidos pueden llegar a ser utilizados por otras especies, principalmente por aves que nidifican en cavidades que no son hábiles para construir; además, hay observaciones reveladoras de aves inquilinas cooperando con las cotorras en la defensa de la colonia frente a depredadores, y también se ha detectado en colonias de estos intrusos más especies inquilinas que en las áreas procedentes.

Se ha observado que algunos inquilinos que presentan un preocupante declive poblacional, encuentran en estas colonias lugares propicios para su reproducción.

2.- En una reciente investigación en la ciudad de Barcelona, España, se pudo observar Cleptoparasitismo heteroespecífico de material de nidificación, por parte de una especie autóctona, *Ardeacinerea*, (Graza real) extrayendo material de nidos de la especie introducida *Myiopsitta monachus*, (Cotorra argentina) para construir sus nidos. Se benefician porque no tienen que hacer grandes desplazamientos, ni mucho esfuerzo, en encontrar el material para sus nidos, empleando ese ahorro de energía en su reproducción. (Dawson et al., 2023)

Ejemplo 3: (Es un caso presentado en el Blog de la AGENCIA IBEROAMERICANA PARA LA DIFUSIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA- DICYT)

(CSIC/DICYT) El Ungulado, *Ammotragus lervia*, de origen africano, según un estudio de la Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA), centro del Concejo Superior de Investigaciones Científicas, (CSIC), sobre la especie introducida, se concluyó “*no existen datos científicos que determinen sus efectos perjudiciales en el Sureste peninsular (España), y que además tiene un comportamiento alimenticio similar al de otros Ungulados autóctonos, con tendencia a alimentarse preferiblemente de especies herbáceas, lo que puede llevar a preservar el paisaje en mosaico y consecuentemente a una mayor diversidad*”.

Ejemplos 4 y 5: (Son casos presentados en el Blog de ciencia y comunicación científica, DIVULGADOR HERVÍVORO, publicado el 25/01/2017)

4.- La Tortuga de Aldabria, *Aldabrachelys gigantea*, principalmente distribuida en el Atolón de Aldabre en las Islas Seychelles, es un caso de reemplazo ecológico, donde la especie introducida cumple la función de una especie extinta, la tortuga gigante de las Islas Mauricio, *Cylindraspis inepta*, que sufrió destrucción de su hábitat por acción del hombre.

5.- Una planta “**invasora**” del género *Spartina* introducida en California, ofrece refugio a una especie de ave amenazada, *Rallus longirostris obsoletus*, y cuando se intentó eliminar la planta, la población del ave empezó a disminuir. Por otro lado, debemos tener en cuenta que un 15% de los mamíferos, y un 10% de aves introducidas están amenazadas en su lugar de “origen”, —una razón más para considerar cuando queremos catalogar una especie como “**invasora**”, y aplicar el plan de acción de control o erradicación correspondiente—.

Ejemplo 6: El Lago Victoria, ubicado en el continente africano, África Oriental, que tiene una superficie de más de 68.000 km², repartidos en un 51% para Tanzania, el 43% Uganda y el 6% para Kenia. De él dependen más de tres millones de personas que se dedican a la pesca.

Es un ejemplo interesante de cómo la hibridación de especies beneficia a la biodiversidad, pues, hace aproximadamente 150.000 años, cuando un linaje de peces cíclidos del Congo se encontró con un linaje de peces cíclidos del Alto Nilo, se cruzaron, y

luego sus híbridos se distribuyeron a través de los diferentes lagos de la región, lo que permitió que los peces evolucionaran en múltiples variedades, por un fenómeno conocido como radiación adaptativa; luego, parte de estos híbridos, hace 15.000 años aproximadamente, se introdujeron por sus propios medios, colonizando el Lago Victoria, donde pronto divergieron, formando al menos 500 nuevas especies endémicas de cíclidos, con una amplia variedad de especializaciones ecológicas. Este caso fue tratado en un artículo publicado por Europa Press, el 14 de febrero del 2017. Títulado “*El milagro de los peces del Lago Victoria ya tiene explicación*”. En Web. iAgua.es

Este Lago también es un ejemplo en el estudio de los efectos positivos y negativos que han causado las actividades del hombre, como lo son, la sobreexplotación pesquera, la introducción de otras especies de peces, y la destrucción del hábitat de numerosas especies residentes, lo cual causó la desaparición de especies detritívoras, estimulando un aumento de la materia orgánica, produciendo el crecimiento de la población del Jacinto acuático, *Eichhornia crassipes*, una especie originaria de Suramérica, que afectó la navegación, disminuyó la concentración de oxígeno en algunos lugares, entre otros problemas.

La Perca del Nilo, *Lates niloticus*, es una especie con distribución original en África tropical, presencia en el Congo, Senegal, Níger y en el Río

Nilo, Lago Chad, Turkana. Ha formado parte importante de la economía y alimentación de África Oriental. Es un predador que se alimenta de pequeños peces, crustáceos, moluscos, e insectos. Ocupa muchos ambientes con suficiente oxígeno. Fue introducida en Uganda, en la década de los años 50 por funcionarios británicos de la colonia, con el propósito de contrarrestar la sobrepesca a la que estaban siendo sometidas las especies de mayor tamaño del Lago Victoria.

Aunque tuvo un impresionante efecto positivo en el incremento de la producción pesquera, se le atribuye haber contribuido con la desaparición de más de 200 especies pobladores del lago, debido a depredación y competencia por alimento, agravada por la situación de sobre explotación que habían sido sometidas esas especies residentes.

El aumento de la población de la Perca del Nilo en el Lago Victoria se detectó dos décadas después de haber sido introducida en Uganda y Tanzania, según expertos de la Universidad de Leiden, en Holanda. En los años sesenta la pesca en el lago era de 100.000 toneladas anuales y en los años noventa pasó a 500.000 toneladas anuales, incluyendo la Perca del Nilo.

Datos oficiales del Instituto Nacional de Recursos Pesqueros de Uganda en Jirja de 2002, muestran que el número de pescadores aumentó en un 32%, las embarcaciones en un 24%, las redes en 50%, y se multiplicó el número de anzuelos en los palangres, lo que evidenciaba un claro y nue-

vo caso de sobreexplotación. Así mismo señalan que en Uganda el número de captura de especies de la zona pasó de 92% a 0% entre los años 1981 y 1985, y en ese mismo período el número de Percas capturado pasó del 5% a 96%.

En el 2013, biólogos de la Universidad de Leiden, en Holanda, han descubierto que un 25% de especies de cíclidos son ahora más abundantes que en el pasado. Algunas de estas especies están modificando parte de su morfología y son más ágiles y rápidas para huir de depredadores como la perca del Nilo, signos claros de recuperación de la biodiversidad de peces del lago. Tomando en cuenta todo lo anterior, se puede afirmar que los lugares más afectados —o de mayor vulnerabilidad para ser perturbados—, son Islas, lagos y mares interiores, en los cuales, por su condición de aislamiento, la hibridación juega un papel positivo para la biodiversidad, porque puede originar una importante presencia de especies endémicas. Ojo, las especies endémicas pueden ser organismos que por alguna razón no han tenido tiempo para alcanzar una distribución más amplia, o, pueden ser especies que en el pasado tuvieron una amplia distribución, y su población por diferentes causas, ha venido disminuyendo.

Es decir, debemos estar conscientes de que son lugares guarderías de nuevas especies, que, en algún momento, eventos naturales como, la transferencia e introducción hacia nuevos lugares, les permitan ampliar su área de distribución.

Es preciso entonces destacar que cuando pretendamos caracterizar una especie como dañina, lo debemos hacer con base en datos científicos que comparen los beneficios vs daños que puedan causar estas especies, además de conocer el estado de sus poblaciones, y entender que las especies siguen el curso natural de su existencia.

Reflexión:

“Solo la inexistencia detiene la extinción”



Pangea

Tomado y modificado de: <https://es.quora.com> (La imagen original es de Richard Morgen).

Capítulo V

Especie Exótica Invasora, *Homo sapiens*

Se sabe que, de acuerdo al punto de vista evolutivo, hemos estado poblando la tierra desde hace 6 crones, cuando en el *Orden Primates* ocurrió la divergencia de los Chimpancés y seres humanos, a partir de un ancestro común, según estudios genéticos que lo confirman.

Desde entonces, fueron apareciendo y desapareciendo especies genéticamente más cercanas a nosotros. Se tienen registros de al menos cinco (5) especies del género *Australopitecus*, tres (3) del género *Paranthropus* y doce (12) del género *Homo*, siendo *Homo sapiens* la única especie viviente.

Algunos estudios paleontológicos han arrojado evidencias de que el origen del *Homo sapiens* está en un área perteneciente a lo que hoy conocemos como África, en el valle del río Omo, sur de Etiopía, y los restos encontrados revelan que tienen una antigüedad de 195.000 años; sin embargo, otros hallazgos con mayor antigüedad, (entre 280.000 y 1.300.000 años), indican que *Homo sapiens* pudo haber surgido por lo menos 100.000 años antes de lo que se pensaba, y en cualquier otro lugar, lo que dejaría por fuera al África subsahariana como el lugar del origen de esta especie; sin embargo, todas estas hipótesis y teorías están todavía en discu-

sión por los expertos, principalmente, porque son pocos los fósiles encontrados que permiten una información más completa.

Hasta estos momentos, los estudios de los registros fósiles han sugerido que la especie humana tuvo como especies ancestros directos a *Australopithecus*, *Homo habilis*, y *Homo erectus*, por ser las especies genéticamente más cercanas. El género *Australopithecus*, evolucionó en África hace aproximadamente 4 crones y se extinguió hace 2 crones, se considera que a partir del cruce de él con otro ancestro común evolucionó el género *Homo* hace 2 crones.

A partir de *Australopithecus*, interesante género arcaico, comienza a notarse una de las características que nos diferencian de los otros *Primates*, el bipedismo (Caminar erguidos). Se han registrado las siguientes especies de *Australopithecus*: *Australopithecus anamensis*, registrada por Meave Leakey et al. 1995, que vivió entre 4,1 y 3,8 crones aproximadamente; *A. afarensis*, registrada por Mary Leakey et al. 1976 y 1979, y otro registro en 2010 por Yohannes Haile-Selassie, esta especie vivió entre 3,9 y 2,9 crones, y muestra la reducción de la dentición y el tamaño de la mandíbula que es una tendencia que encontramos en nuestra evolución, sus caninos y molares más pequeños que los simios modernos; *A. africanus*, vivió entre los 3 a 2 crones, registrado desde 1936 por varios investigadores, aunque era más esbelto y bípedo, es posible que pasaba buen tiempo en los árbo-

les, como los primeros homínidos. En 1995 fue descubierto, por Michael Brunet, el fósil de la especie *A. babrelghazali*, vivió hace 3,58 crones, y en 1997 fue descubierto, por Yohannes Haile-Selassie, el fósil de la especie *A. garhi*, que vivió hace 2,5 crones.

Otro género, de estos primeros homínidos, ha sido *Parantrhopus*, que es una rama independiente de nuestra tribu *Hominini*, y no son nuestros ancestros directos. Vivieron hace 2,5 crones y se extinguieron hace 1 crón, no se les ha encontrado, o registrado descendientes —lo que no quiere decir que no existan. Entretanto, apareció el género *Homo* hace 2,5 ó 3 crones, siendo *Homo gaugensis* la más antigua, seguida por *Homo habilis*, con características muy cercanas a los humanos modernos, aunque con los brazos más alargados como los *Homini* más primitivos. Con esta especie convivieron *Homo rudolfensis* y *Homo ergaster*, entre 1,95 crones y 1,98 crones.

Posteriormente, de acuerdo al registro fósil, aparece otra especie, el *Homo erectus*, hace aproximadamente 1,8 crones en África oriental y se cree que fue el primer homínido en migrar fuera de África, se extinguieron hace unos 500.000 años.

Normalmente se considera que nuestra especie, *Homo sapiens*, surgió del *Homo erectus*, hace 500.000 años. De ese periodo se han encontrado varios fósiles muy parecidos a *Homo sapiens*, pero con algunas características anatómicas arcaicas. En ese grupo de especies se encuentran, *Homo*

neanderthalensis, *H. rhodesiensis*, *H. heidelbergensis*, y *H. antecessor*.

Homo sapiens, ecológicamente hablando, es una especie omnívora, con reproducción exclusivamente sexual, normalmente monógamo, de 1 a 7 hijos por pareja, altamente adaptable, inteligente, e innovador, y por estas grandes capacidades ha logrado un enorme crecimiento demográfico con una eventual colonización de muchos lugares en todos los continentes del mundo.

La visión ecológica de la mayoría de los investigadores de la paleontología, la antropología y otras disciplinas; es que, la especie, *Homo erectus*, se expandió a otras zonas de África, dando origen a *Homo sapiens*, y mucho antes otro grupo de *H. erectus* emigró a Europa dando origen a *Homo neanderthalensis*.

Posteriormente, hace unos 100.000 años, *Homo sapiens* emigró, en varias oleadas, hacia Europa y Asia, donde se encontró con otras especies humanas en diferentes periodos y zonas, comenzando así, una lucha por la sobrevivencia, no entre ellas per se, —se tienen evidencias que indican cierto grado de convivencia entre ellas—, sino más bien, por la adaptación, de cada una de estas especies, a los cambios bruscos en el entorno de sus hábitat, de las que sacó provecho *Homo sapiens* entre todas estas especies hermanas, siendo desplazadas y posteriormente extintas, *H. neanderthalensis*, *Homo denisoviensis*, *H. floresiensis*, *H. luzonensis*, quedando solo *H. sapiens*, que ocupó

luego todas las regiones de encuentro en Europa y Asia.

Estudios genéticos novedosos han demostrado que *H. sapiens* pudo cruzarse con *H. neanderthalensis*, *Homo denisoviensis*, *H. floresiensis*, *H. luzonensis*, ya que en el ADN de *H. sapiens* se encontraron genes del ADN de estas especies, factor positivo de la hibridación, pues desaparecieron los individuos de esas especies, pero no parte de su ADN, es decir, quizás llevemos un *neandertal*, o, un *denisovano*, o, algo de los diminutos *floresiensis*, y *luzonensis*, por dentro.

Este proceso de dispersión de los primeros humanos se llevó a cabo durante un largo periodo de tiempo, con etapas donde podemos considerarnos como una “**Especie Exótica Invasora**” —si utilizamos el concepto de **EEI** del **CDB**—, hasta finalmente establecernos en la mayoría de tierras emergidas del mundo y así convertirnos en una “*especie cosmopolita*”. Durante el proceso natural de migración que ha experimentado *Homo sapiens*, desde el principio hasta nuestros días, y si utilizamos el concepto del CDB, podemos decir entonces, que hemos perdido la condición de especie “*exótica*”, pero la categoría de “*invasora*” la conservamos por nuestra naturaleza de generar impactos en otras especies, en los lugares donde nos establecemos.

Hacer un análisis de la biogeografía histórica del *Homo sapiens* nos permite tener una idea de lo que pudo haber sucedido a otras especies, o, a dife-

rentes taxones que se conocen, y que actualmente también son consideradas cosmopolitas; además, podemos inferir que esto ocurriría a todas las especies si tuvieran su tiempo suficiente, según sus capacidades.

Ecológicamente hablando, ser *Homo sapiens* cosmopolita e invasora, no quiere decir que somos una amenaza para la biodiversidad, puesto que estamos simplemente interactuando con el medio según nuestras capacidades, y necesidades de supervivencia; pero, socialmente hablando ...sí, podemos ser una amenaza para la biodiversidad, pero aun, así depende de dos “*aspectos*”: uno “*natural*”, y el otro “*antinatural*”.

El “**aspecto natural**” aparece en las primitivas sociedades, cuando éstas reconocen formar parte de la naturaleza, y conviven con ella sin perturbarla, más allá del aprovechamiento de sus recursos, para garantizar cubrir sus necesidades, lo que todavía hoy día, podemos observar en todas las poblaciones “**originarias**” de las Naciones del mundo, ellas mantienen una relación de convivencia con el ambiente que los rodea, y afortunadamente este “**aspecto natural**” comienza a empapar a la “**sociedad moderna**”. En cuanto al “**aspecto antinatural**”, aquel que se ha manifestado desde el inicio de la “**sociedad moderna**”, cuando algunos elementos de *Homo sapiens* pierden, o, desconocen el aspecto natural, y comienzan la explotación de los recursos naturales, incluyendo el propio recurso humano, para acu-

mular riquezas, por la ambición de mantener el poder sobre otras Naciones, sin tomar en cuenta la condición de no renovables de esos recursos naturales que explota, comenzando así los procesos de conquistas de otras tierras para tomar sus recursos y atesorar esas ocupaciones como sus bienes.

Desde entonces se ha comprobado que realizamos actividades que perturban la biodiversidad y la armonía biológica de los ecosistemas, lo que nos convierte en una “**Especie Amenaza (EA)**”. Este “**aspecto antinatural**” tiene muchos temas importantes e interesantes para discutir, pero trataré los que eco-lógicamente hablando vengo presentando y es de nuestro interés.

De los doce (12) factores que afectan la sobrevivencia de las especies, según la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)*, ocho (8) de estos factores son categorías, donde *Homo sapiens* está involucrado como causa principal de la extinción, o, amenaza de otras especies; sin embargo, no somos considerados *EEI*... ¿quién? ¿...para no ser incluidos en la lista de las 100 especies de mayor peligro?

En su obra titulada “*THE COLUMBIAN EXCHANGE. BIOLOGICAL AND CULTURAL CONSEQUENCES*” de 1972, Alfred Crosby detalla información muy valiosa relacionada con el alcance que el intercambio de personas, animales, plantas, y enfermedades, tuvo a lo largo de los siglos para los pobladores de Europa

y América, desde la llegada de Cristóbal Colón al “**Nuevo Mundo**”. El autor nos señala que *“con los colonizadores llegaron caballos, vacas, bueyes, asnos, cabras, puercos, ovejas, caña de azúcar, trigo, olivo, entre otros recursos alimenticios”*

Natural introducción justificable, ya que, posiblemente, debido a que se estaban enfrentando a un mundo desconocido, no se atrevían ingerir lo que comían los indígenas.

También el autor señaló en su obra que:

*“Con los colonizadores también llegaron enfermedades como la viruela, el sarampión, el tifus, la varicela y la malaria, las cuales jugaron un rol determinante en la conquista del “**Nuevo Mundo**”, registrándose, entre los años 1.520 y 1.600, 14 epidemias en México y 17 en Perú, que arrasaron con la población indígena por no tener inmunidad a enfermedades aparecidas con la llegada de los conquistadores”.*

Todo ello sucedió a finales del siglo XV y principio del siglo XVI, período en que también ocurrió colonización en numerosos lugares alrededor del mundo; por ejemplo, las exploraciones europeas también alcanzaron Madeira y Las Azores, en la primera mitad del siglo XV. Han ocurrido numerosos casos en los que la mano del hombre ha tenido mucho que ver con la amenaza a la biodiversidad y la perturbación de los ecosistemas. Por ejemplo, el microorganismo que causa la enfermedad Malaria aviar, conocido como *Plasmodium relictum*, fue introducido en Hawai por los colonos que llevaron aves “**exóticas**” infectadas

mantenidas en cautiverio; por otro lado, ya antes, en 1826, habían introducido al mosquito *Colex quinquefasciatus* en barriles de agua, el cual sirvió de vector transmisor de la enfermedad, causando la muerte de aves autóctonas de Hawai por no resistir la infección.

Se sabe que 10 especies de aves hawaianas se han extinguido por la pérdida del hábitat y la contribución de la malaria aviar; mientras que, las otras especies de aves siguen amenazadas. Curiosamente, es el *Colex quinquefasciatus*, la especie registrada en la lista de las 100 “**especies exóticas invasoras**” más peligrosas del mundo, mientras que el *Homo sapiens* ¿No? ¿Por qué será? ¿...será porque es quien escribe la lista? ¿...o será por el contradictorio uso del concepto del **CDB**?

Pero no todo puede ser misantropía, nuestra especie ha aportado grandes beneficios a la biodiversidad y al cuidado del ambiente.

Muy recientemente la población humana sufrió la pandemia del COVID-19 producida por un coronavirus y diseminado por el *Homo sapiens* contagiado, esto provocó que muchas actividades antropogénicas naturales, como los vuelos comerciales, el tráfico automotor, y las industrias, se vieron en algunos procesos total, y en otros, parcialmente paralizadas, debido a los periodos de cuarentena implementados por la mayoría de los países, siguiendo las recomendaciones de la *Organización Mundial para la Salud (OMS)*, lo que tuvo efectos positivos en el ambiente al reducirse

la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Por ejemplo, en la ciudad de Sao Paulo, Brasil, se redujo en un 50% las emisiones de gases en una semana durante el período de cuarentena, según datos suministrados por la Compañía Ambiental del Estado de Sao Paulo (Cetesp). En Europa, de acuerdo a datos de La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) ciudades como Madrid redujo en un 56% los niveles de dióxido de nitrógeno, y Milán redujo en un 24% los niveles de ese gas.

Lo anterior es un ejemplo claro del poder que tenemos para mitigar los efectos dañinos al ambiente, causados por actividades del *Homo sapiens* en nuestros días.

En la defensa de los ecosistemas, la especie humana, ha declarado Zonas Protegidas, Parques Nacionales, entre otras figuras, que, en muchos casos han ayudado a la conservación de la biodiversidad, y en otros, han mitigado los efectos negativos de ciertas actividades humanas dañinas para el medio ambiente; en cuanto a la defensa de la biodiversidad, ha dirigido sus esfuerzos para identificar las especies en peligro de extinción, creando categorías que facilitan la toma de decisiones en planes de conservación en pro de la reivindicación de muchas especies, y se han instaurado numerosas organizaciones que luchan por la defensa de la vida en nuestro Mundo.

Además, se están obteniendo buenos resultados, a través de la educación ambiental, en programas

de conservación, con énfasis en la concienciación de las nuevas generaciones de *Homo sapiens* —lo cual considero muy importante—, ello nos hace más conscientes de nuestras acciones que tienen repercusiones en todo el ecosistema de mayor nivel de evolución, como lo es el Planeta Tierra.

Ya está quedando atrás aquel error común cometido —de manera intencional, o, no—, que al estudiar a las especies “**invasoras**”, nos excluimos, como si nuestras actividades nada tuvieran que ver con el resto de las especies, lo que sin duda ha comenzado a cambiar, porque la población humana —y no sólo un grupo de individuos—, se está mostrando de acuerdo en reconocer, a *Homo sapiens*, como entidad que tiende a modificar los ecosistemas de manera natural, y antinatural.

Reflexión:

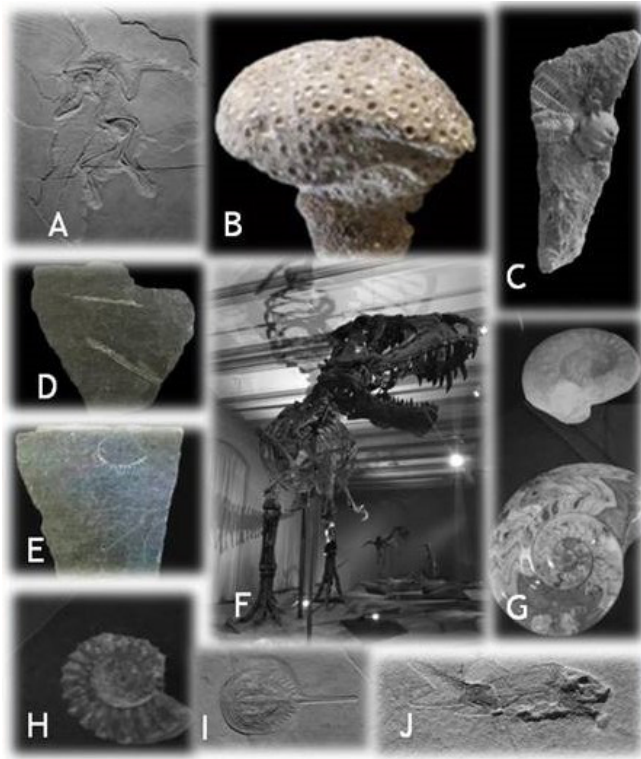
“El reconocimiento, también te hace sabio ¿Has leído...

Homo sapiens?”



Distribución actual de los continentes

Imagen adaptada de: “Pangea”, Equipo editorial de Concepto.de (Argentina). Disponible en: <https://concepto.de/pangea/>. Última edición: 19 de noviembre de 2023.



Biodiversidad extinta: (A) *Archaeopteryx*; (F) *Tyrannosaurus rex*; (I) *Mesolimulus walchi*; (J) *Histionotus oberndorferi*; (B) *Heliolites porosa*; (C) trilobites; (D–E) graptolites; (G–H) amonites (*Ammonites* sp.). Fotografías del autor en museos de Berlín (2024) y Tenerife (2025), e imágenes adaptadas del Museo Virtual de Paleontología UAH.

Capítulo VI

Concepto y Definición.

Especie Exótica Invasora

Al revisar diccionarios buscando el significado de los términos “**Concepto**” y “**Definición**”, con el fin de abordar este tema de “**Especie Exótica Invasora**” desde la raíz, es decir, desde el punto de vista gramatical, me encontré con varios significados para ambas palabras, pues, son de esas palabras del Castellano, que tienen más de un significado, por lo que se debe poner mucha atención al momento de elegir una de ellas, según el contexto de lo que se esté hablando, para no caer en imprecisiones cuando queremos referirnos correctamente a un tema particularmente importante en Biología, y todas las ramas de esta ciencia, donde se incluye la Ecología.

Pensar, hablar, y escribir en castellano parecería complicado, pero no lo es, más bien, lo considero una ventaja de nuestra cultura, pues nos hace más analíticos.

En el caso de la palabra “**Concepto**”, el DICCIONARIO ENCICLOPEDICO ILUSTRADO OCEANO UNO. Editorial OCEANO, S.A., y el GRAN DICCIONARIO ENCICLOPEDICO VISUAL. Editorial ENCAS, S.A., indican que “**Concepto**” “*es el pensamiento expresado con palabras*”, mientras que el término “**Definición**” para el DICCIONARIO ENCICLOPEDICO ILUSTRADO OCEANO UNO, dice que

“**Definición**” es “Proposición que expone los caracteres de una cosa”, y “**Definir**” es “fixar con precisión el significado de una palabra o la naturaleza de una cosa”.

Por otro lado, el GRAN DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO VISUAL, expresa que “**Definición**” es “Acción y efecto de definir”, y “**Definir**” “es fixar con exactitud y claridad el significado de una palabra o la naturaleza de una cosa”.

Como se puede ver, entre los dos diccionarios hay poca o ninguna diferencia en sus respectivos significados seleccionados para ambos términos, quizás uno más general que el otro, y aunque siendo éstos los que me parecieron razonables, todavía los consideré muy generales, por lo que decidí consultar al DICCIONARIO DE OXFORD LANGUAGES, y me encuentro la palabra “**Concepto**” con significados más generales, que no es necesario transcribir, pero en cuanto al término “**Definición**”, dice que “es el enunciado con que se define una palabra o un concepto” ¿enredo total?, no lo es, resulta para mí el más claro y preciso.

Naturalmente me orientaré con el significado de “**Definición**” que encontré en este diccionario, ya que contiene las palabras “Definir” y “Concepto”, o sea, podemos decir que “Definición” es fixar con precisión (exactitud y claridad) el significado de una palabra, la naturaleza de una cosa, o, el enunciado de un concepto, es decir, cuando queremos hacer la definición de algo, debemos ser precisos, exactos, y claros; por otra parte, en el caso de “**Concepto**” me orientaré con el significado que ofrecen los dos primeros diccionarios consultados; todo ello,

con el propósito de emprender el tema del **“Concepto” “Especie Exótica Invasora”(EEI)** y su **“Definición”**

Pues bien, una vez decidido consultar la definición del **“Concepto” “Especie Exótica Invasora” (EEI)** —para complicar más las cosas—, me encuentro con que en una importante obra escrita sobre la conservación, que nos ha servido de guía para tratar significativos temas sobre la biodiversidad local, me refiero al caso que me ocurrió al revisar el *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*, en su tercera edición, **Capítulo I “Extinción y Conservación”**, específicamente en el punto **“Causas de la Extinción”**, presentan un cuadro donde aparecen los factores que afectan las especies, los cuales fueron propuestos por la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)*, con el propósito de facilitar los análisis comparativos de los factores que causaron la extinción o amenazan a las especies en la actualidad; pues, es allí donde se ha cometido el error de utilizar el **“Concepto” “Especie Exótica Invasiva”** que es igual, pero no es lo mismo que el **“Concepto” “Especie Exótica Invasora”**, pues pareciera que se trata de una incorrecta traducción —muy grave— de la palabra **“invasive”** (invasora) del inglés al español.

Por si fuera poco, en el argot científico este concepto de *EEI* tiene varias definiciones, dependiendo del país donde se utilice, y de la especie, subespecie, o taxón con que se trabaje. De hecho,

hay investigadores que sostienen la opinión, de que las definiciones de *EEI* “*son ambiguas y generales*”, “*lo que han ocasionado que en la literatura científica sean utilizadas de manera imprecisa, errónea e incluso contradictoria*” (Heger et al., 2013; Richardson et al., 2000, en Martínez, 2020), por eso vengo diciendo que hablar de “**Especies Exóticas Invasoras**” no es nada simple, además en la práctica caracterizar una especie como *EEI*, tampoco lo es.

Ese “**Concepto**” y su “**Definición**” propuestos en **El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)**, debido a su naturaleza, se viene utilizando como formato guía en importantes instituciones como la **Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)**, conformada por más de 1.000 organizaciones y 18.000 expertos en temas de conservación ambiental, de los cuales más de 9.000 expertos conforman la *Comisión para La Supervivencia de las Especies (CSE)*, quienes dan asesoría técnica y científica a la *UICN*, sobre la conservación de las especies; así como también, están siendo utilizados en trabajos científicos y en planes de manejo, para el control y mitigación de los efectos negativos que pueden causar las especies catalogadas como “**Especies Exóticas Invasoras**”, muchos de los cuales son desarrollados por el *Grupo Especialistas en Especies Invasoras (ISSG)*, como Red Mundial.

Al respecto, el profesor Mauricio Soler me hizo el siguiente comentario:

“En el documento WCC-2016-Res-018-SP de la UICN, Hacia una clasificación normalizada de la UICN del impacto de las especies exóticas invasoras, establece:

CONSIDERANDO que las especies exóticas invasoras están reconocidas como un importante factor impulsor directo e indirecto de la pérdida de la biodiversidad en todo el mundo y que se estima que su impacto económico asciende a cientos de miles de millones de dólares anuales...”

RECORDANDO que la Meta 9 de Aichi del Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Meta 15.8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) instan a que se determinen las especies exóticas invasoras prioritarias para evitar su introducción, erradicarlas o controlarlas.”

Por otro lado, continúa diciendo:

“El Congreso Mundial de la Naturaleza, en su período de sesiones en Hawaii, Estados Unidos de América, 1 a 10 de septiembre de 2016...

1. SOLICITA a la Comisión para la sobrevivencia de las especies (CSE) y la Directora General que realicen un proceso de consultas en el que participen todos los interesados pertinentes de la Unión para desarrollar la EICAT, incorporando los resultados en la Base de datos mundial sobre especies invasoras y la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, facilitando así unos antecedentes esenciales para el logro de la Meta 9 de Aichi (y de las metas conexas subsiguientes) y de la Meta 15.8 de los ODS; ...”

En;<https://portals.iucn.org/congress/assembly/motions/print?langua>

“puede verse que desde el año 2000 la UICN está usando el término ESPECIES EXÓTCAS INVASORAS” (M. Soler, comunicación personal, del 05 de marzo del 2024).

En un artículo de Europa Press, publicado en www.diariolibre.com de Diario Libre, Edición USA, del 04 de junio de 2024, titulado *“Científicos reclaman acciones urgentes contra las especies invasoras”*, en él hablan sobre una *“evaluación crítica realizada por 88 autores, que representan 101 organizaciones de 47 países”*, en un estudio titulado *“Curbing the major and growing threats from invasive alien species is emergency and achievable”* (Frenar las amenazas importantes y crecientes de las especies exóticas invasoras es urgente y alcanzable), el cual fue *“publicado en Nature Ecology & Evolution”*, —en este artículo nombran el **“Concepto”** de **“Especie Exótica Invasora”** de forma exageradamente repetitiva—, y se dice que aproximadamente se introducen, en el mundo, doscientas especies exóticas cada año...

Estos significativos hechos, unidos a los errores que también se han presentado en importantes documentos de la IUCN, como el referido a “Categorías y Criterios de la EICAT” (Clasificación del Impacto Ambiental de Taxones Exóticos); así como, en artículos científicos, al traducir e interpretar los términos “Exótica” e “Invasora” para caracterizar algunas especies, —pero siempre excluyendo a *Homo sapiens* de las EEI, lo que,

eco-lógicamente hablando, es ocasionado por el ininteligible tratamiento por separado de las actividades antropogénicas de los factores estresantes naturales que provocan efectos adversos a la biodiversidad—, es por lo que considero muy necesario revisar ese concepto **EEI**, y su “**Definición**”, y a la vez sugiero el “**Concepto**” “**Especie Amenaza**” (**EA**), y su respectiva “**Definición**”, que más adelante, en este capítulo presento, el cual es preciso y además suprimiría las ambigüedades originadas por la definición de *EEI*, del *CDB*, tales como:

“No todas las especies exóticas son invasoras”.

“Las especies exóticas pueden ser invasoras en un área y en otras no”.

Primero, para entrar en materia, a continuación, transcribo afirmaciones que se hicieron en el *CDB*, como aportes, o, soportes para destacar el efecto negativo de las *EEI* sobre la biodiversidad, la economía y la salud de los seres humanos. Estas afirmaciones, así como, el concepto y la definición, sobre las *EEI* aparecen en el documento resumen del **Convenio sobre la Diversidad Biológica**, identificado como “**Decenio de Las Naciones Unidas 2011-2020 sobre La Biodiversidad. Viviendo en armonía con la naturaleza**”

Las afirmaciones:

“Las especies exóticas invasoras tienen efectos devastadores para la biota autóctona, ya que provocan el declive e incluso la extinción de especies autóctonas y afectan negativamente los ecosistemas”.

“La economía mundial, con el aumento en el transporte de bienes y viajes, ha facilitado el movimiento de especies vivas a través de largas distancias y más allá de las fronteras naturales. Si bien sólo un pequeño porcentaje de los organismos transportados se convierten en invasores, tienen un enorme impacto sobre la salud de las plantas, los animales e incluso las personas, representando una amenaza para sus vidas y afectando la seguridad alimentaria y la salud de los ecosistemas. Su impacto negativo sobre la economía de los países es enorme, generando pérdidas agrícolas, por miles de millones de dólares y un costo ambiental mundial de aproximadamente un billón de dólares cada año. Una vez establecidas, la erradicación es la solución más deseable, pero ésta puede resultar muy costosa. Por lo tanto, la prevención continúa siendo la mejor respuesta”.

Concepto:

Especie Exótica Invasora (EEI)

Definición:

“Plantas, animales, hongos y microorganismos introducidos y establecidos en el medio ambiente fuera de su hábitat natural. Se reproducen rápidamente, se imponen sobre las especies locales en la competencia por alimento, agua y espacio, y son una de las principales causas de pérdida de diversidad biológica en todo el mundo. A menudo estas especies se introducen deliberadamente, por ejemplo, mediante la piscicultura, el comercio de mascotas, la horticultura o el control biológico. Asimismo, también pueden introducirse involuntariamente por medios tales como el transporte terrestre y marítimo, viajes e investigación científica”.

Podemos apreciar que esta definición se refiere de manera muy general e imprecisa sobre el proceso

de introducción de los grupos de organismos, y enfatiza la acción del hombre en la “introducción de especies”, como si se tratase de una actividad exclusivamente antropogénica; pero además, excluye a *Homo sapiens* de las *EEI*, cuando hay claras evidencias de la participación directa en las alteraciones del medio, que viene manteniendo nuestra especie, todo ello unido a los aspectos tocados en cada uno de los Capítulos anteriores, relacionados con nuestra biogeografía histórica, y ejemplos evidentes de la influencia de las actividades antropogénicas —actividades que son naturales y no debemos olvidar eso—, sobre la biodiversidad local y global, este hecho termina dándole cierta contradicción a la definición, pues coloca tácitamente al *Homo sapiens* como facilitador de las introducciones de otras *EEI*, pero no lo reconoce como *EEI*, pues, el “Concepto” “Especie Exótica Invasora” y la imprecisión de su “Definición”, no lo permiten.

Como se planteó en el **Capítulo I**, las expresiones “especie exótica” o “que no es nativa” —que en esta oportunidad hace referencia tácita razonablemente el *CDB*—, eco-lógicamente hablando no deben utilizarse en el “Concepto”, ni en la “Definición” por ostentar poca convicción de que existan en una biodiversidad que posee una Biogeografía Histórica común, con un ancestro común, de un territorio común, con cambios ambientales habituales, y portadoras de una historia genética y no genética, que las han hecho resistentes, para el beneficio de su evolución y distribución.

Esa generalidad con que se refiere la definición sobre los organismos potencialmente “**Exóticos Invasores**”, unida al empleo de esos dos términos per se, es lo que induce a la ambigüedad del concepto de *EEI*, y además genera un toque contradictorio al querer incluirlas en cualquier definición de los diferentes tipos de especies, fundamentados por los *Principios Generales* de la Ecología.

Las especies nativas, que en la definición del *CDB* las llaman “**especies locales**”, son aquellas que se encuentran en un área natural de distribución, o hábitat natural, con las condiciones necesarias para que la especie la ocupe, además, sabemos que hay áreas que tienen esas condiciones ideales; sin embargo, las especies aptas no se encuentran allí, o por lo menos no se han registrado hasta ese momento en ellas, también somos conscientes de que las especies están en constante dispersión o proceso de distribución, y en un momento determinado pueden llegar allí, por lo que esas áreas son áreas potenciales de distribución para las especies aptas, y por tanto se deben considerar como hábitat natural para ellas, lo que le da más imprecisión a la definición de *EEI*, por la eco-lógica razón de que un área natural de distribución está ajustada más por las condiciones naturales ambientales unida a la resiliencia de las especies, y no mucho por las geográficas estructurales, que como hemos visto, las fronteras o barreras naturales, en algún momento, y por diversos mecanismos, pueden ser superadas por individuos de las diferentes especies.

Por otro lado, las especies nativas, locales, autóctonas, o como se les quiera llamar, también pueden ser invasoras; es más, “**en la práctica**”, cualquiera de las especies puede convertirse en invasora, — prefiero llamarlas “**intruso**”— si las condiciones ambientales y del momento, las favorece, y, “**en teoría**” cualquier especie puede convertirse en invasora si es utilizado incorrectamente el “**Concepto**” “**Especie Exóticas Invasora**”. Otro punto para la generalidad de su definición.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha propuesto en la clasificación, por categorías, doce (12) factores que afectan la sobrevivencia de las especies; a continuación, se presenta el factor número dos (2) para su análisis, ojo, este número dos (2) no necesariamente indica que es el segundo en importancia, más bien, se refiere al número que se le asignó entre los doce (12) factores propuestos:

Según aparece en el Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera edición revisada, actualizada y ampliada, del 2008...

Factor número dos (2) “*Especies exóticas invasivas (que afectan directamente a la especie amenazada): se refiere al impacto directo de especies exóticas, que actúan como competidoras, depredadoras o patógenos de especies nativas, o que se hibridan con ellas.*”

Podemos notar —como ya lo he reseñado— que se ha empleado la palabra “**invasivas**”, para referirse a las “**especies exóticas invasoras**”, lo que ha valido de ejemplo para ilustrar un error de tra-

ducción del término en inglés “*invasive*” que puede cometerse al traducirse como “invasivas”, cuando debería ser “invasoras”, pero..., ¿a todas estas? ¿Quién tendrá la razón? ¿misterio de la ciencia?

El Diccionario de la lengua española, de La Real Academia Española, y el DICCIONARIO DE OXFORD LANGUAGES, sobre el término “**Invasiva**” dicen: – adj. Biol. Y Med. *Que invade o tiene capacidad para invadir*, – adj. *Que invade o puede invadir*, respectivamente; además, el DICCIONARIO DE OXFORD LANGUAGES agrega el siguiente ejemplo “*es una especie muy invasiva que está modificando la regresión de las autóctonas*”.

Por otro lado, el término “**invasor**” significa “*que invade*” y viene de “**invadir**” que significa “*entrar por la fuerza en una parte*”, “*ocupación general de un lugar*”, “*irrupción militar en un país*”.

Como vemos son términos muy precisos que requieren de un minucioso análisis para ser utilizados en “*conceptos*” y “*definiciones*” de carácter ecológico, por la influencia de múltiples variables ambientales, y no deberían emplearse en “*conceptos*” y “*definiciones* ambiguas y generalizadas”, como es el *EEI* del *CDB*; es decir, si se caracteriza una especie como invasiva o invasora —en cualquier lugar y circunstancia—, siempre será invasiva o invasora.

¿El ejemplo dado por el DICCIONARIO DE OXFORD LANGUAGES, es un error producto del mal uso del concepto de **EEI**? En la naturaleza podemos encontrar muchos ejemplos de

especies que invaden una madriguera, o nidos contruidos y habitados por otra especie, a la que desplazan de su lugar.

La formación de los arrecifes de corales puede considerarse como una serie de invasiones sucesivas por diferentes especies. Las sucesiones ecológicas que ocurren en la formación de un bosque, son producto de invasiones progresivas de diferentes especies vegetales que sustituyen las precedentes, pero sus efectos negativos son muy puntuales, digamos a nivel individual (de individuos), y que en algunos casos pueden acarrear efectos negativos, y, también efectos positivos, a las poblaciones o comunidades que han sido previamente perturbadas por cualquier otro agente estresante natural.

Otro factor propuesto por la UICN, que también vale la pena destacar, es el factor número ocho (8):

Factor número ocho (8) “*Cambios en la dinámica poblacional de las especies nativas. Abarca cambios ecológicos en la dinámica de las especies nativas que interaccionan con la especie amenazada y pueden aumentar su riesgo de extinción. Ejemplos: competidores, depredadores, presas, hibridizadores, patógenos, parásitos y mutualistas.*”

Este factor considera el efecto negativo que pueden causar las especies nativas —locales, autóctonas, o como se les quiera llamar—, en la sobrevivencia de las especies amenazadas, siendo una clara evidencia que demuestra el papel negativo que también podrían jugar las especies nativas —locales, autóctonas, o como se les quiera llamar—, en la biodiversidad.

Como podemos apreciar en estos dos factores expuestos, cualquier especie puede tener efectos negativos sobre otras, lo que siempre ha ocurrido y ocurre en la naturaleza.

Volviendo al caso de la pandemia provocada por un coronavirus; este organismo, invadió el cuerpo de algunas personas, quienes se convirtieron en portadores en sus respectivas regiones, e infectaron a muchas personas, pero el coronavirus, por alguna u otra razón, sólo afectó a algunas personas a nivel individual, y esto sucede con muchas enfermedades invasivas, hasta que se logra su control, o, su erradicación, aplicando estrategias y métodos acordes.

Considero que el término “**invasora**” no debería ser utilizado para hacer una definición correcta de las especies que en algún momento se introdujeron, o fueron introducidas en una zona lejos de donde se encontraban, y pudiera causar daños serios a la biodiversidad, repito, prefiero el término “**intruso**”. Es allí donde se empieza a complicar la definición de **EEI** del **CDB**, porque además todas las especies son susceptibles de ser introducidas en otro lugar, dándole oportunidad para que ellas los ocupen.

Está claro que el mal uso del concepto “**Especie Exótica Invasora**” puede llevar a catalogar injusta e incorrectamente a las especies que logran establecerse en un lugar que previamente fue perturbado por algún proceso catastrófico, cambio climático, contaminación, sobreexplotación, entre

otros; es decir, la especie en cuestión no está invadiendo un área, puede ser que esté inmigrando, o, ha sido trasladada por algún medio, producto de su relaciones interespecíficas naturales —incluyendo las que mantiene con *Homo sapiens*—, desde su área afectada climáticamente, y de forma natural se establece en otro lugar disponible, debido a la desaparición, y/o, vulnerabilidad de la especie residente, y ella, la especie inmigrante, introducida, tiene la capacidad de soportar las condiciones del nuevo hábitat —debemos considerar este hecho como lo más natural en la dispersión de las especies—, es por todo ello que me atrevo hacer la recomendación de eliminar esos términos (*exótica* e *invasora*), y una vez que se haya confirmado el efecto negativo —de individuos intrusos de una especie—, sobre la biodiversidad del ecosistema, sugiero caracterizarla como “**Especie Amenaza (EA)**”, pues como hemos visto en las afirmaciones del **CDB**, anteriormente expuestas, “**prevención continúa siendo la mejor respuesta**”.

Ojo, no quiero que se malinterprete mi sugerencia, porque pudiera parecer impertinente de mi parte querer corregir a los expertos en ecología que han creado el concepto de “**Especie Exótica Invasora**”, y mucho menos quiero justificar la introducción deliberada de especies, ni restar importancia a tal factor estresante de la biodiversidad, mi intención —como *Homo sapiens* que soy—, es contribuir para enfrentar los desafíos

que nos vendrán en el futuro no muy lejano, cuando estemos luchando por mantener la vida en el Planeta Tierra, biodiversidad que no hemos encontrado en ningún otro planeta, a pesar de las enormes, comprometidas, e irrecuperables inversiones económicas —¿pérdida económica?—, y de esfuerzos, que la humanidad ha hecho en viajes espaciales, buscándola fuera de nuestro planeta, a veces sin saber apreciar y cuidar la vida que aquí tenemos. Cada organismo en nuestro Planeta Tierra es un importante reservorio genético, y debemos empezar a respetarlo y conservarlo, suspendiendo la erradicación, o los combates contra las especies, por catalogarlas erróneamente de “**exóticas invasoras**”, de lo contrario estaríamos poniendo en peligro la identidad genética de muchas especies.

No debemos temer a equivocarnos, es parte del enriquecer experiencias y conocimientos.

Hasta nuestro estimado profesor Margalef utilizó —de manera incorrecta—, el término “**invasor**”, en el cuarto párrafo del **Capítulo 11** escrito por él, en la obra *Ecología Marina, de La Fundación La Salle de Ciencias Naturales (1972)* referente a la *Biogeografía Histórica*, donde al final del párrafo se escribió el término “**invasor**” en un contexto en el que pudo haberse utilizado el término “**intruso**”.

Una observación a las afirmaciones que justifican la definición de **EEI** del **CDB**, es que da la impresión de referirse al ecosistema como un lugar

delimitado, cuando en realidad los ecosistemas son niveles de desarrollo evolutivo, es decir son sistemas interactivos complejos, siempre están en procesos de cambio, son raros los ecosistemas en estado estacionario o de equilibrio, al respecto el profesor Margalef agrega:

“es más, aun en el seno de un ambiente que permanece relativamente constante o que cambia por la reacción de la comunidad que vive sobre él, esta comunidad está sometida a un incesante proceso de reorganización” (Margalef, 1972).

Lo que complica más la aplicación de la “**Definición**” del “**Concepto**” “**Especie Exótica Invasora**” sugerido por en el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

En tercer lugar, resumiendo las afirmaciones de soporte al concepto y definición de **EEI**, que se hicieron en el **CDB**, para destacar el efecto negativo sobre la biodiversidad, la economía y la salud de los seres humanos, nos encontramos con que pueden causar daño económico o medioambiental, o afectar negativamente la salud humana, animal y vegetal; pero..., son muchas las especies que pueden tener efectos negativos económicos, medioambientales, y afectar la salud humana, animal, y vegetal, por no decir todas las especies pueden causar esos efectos negativos, incluyendo la especie humana, que también proviene de la naturaleza, lo que no debemos obviar. A menudo se expone, a modo de causas de la extinción o disminución de las especies establecidas, —como particular impacto negativo de las **EEI** sobre la biodiversidad,

el desequilibrio de los ecosistemas locales, y la perturbación de la función de los ecosistemas—, a la competencia, la depredación, o, la transmisión de agentes patógenos, como si se tratase de aspectos distintivos de las “**especies exóticas invasoras**”, cuando más bien, son naturales interacciones ecológicas que ocurren frecuentemente entre todas las especies. Esos efectos negativos, causados por las interacciones entre las especies, producto de su dinámica poblacional, son puntuales en la mayoría de los casos, y cuando afectan a una población, comunidad, o ecosistema, pueden ser mitigados naturalmente, por acción humana, hasta la estabilización del nivel ecológico correspondiente.

La biodiversidad está sometida constantemente a dos procesos naturales, ellos son la extinción y la aparición de nuevas especies (Rodríguez y Rojas, 2008).

Se ha estimado que en el transcurso de los ciclos geológicos de nuestro planeta, han ocurrido cinco extinciones masivas: la **Extinción (I)** en el *Ordoviciánico-Silúrico* hace 439 crones, la **Extinción (II)** en el *Devónico* hace 364 crones, la **Extinción (III)** en el *Pérmico Triásico* hace 251 crones, la **Extinción (IV)** a finales del *Triásico* entre 199 y 244 crones, y la **Extinción (V)** en el *Cretácico Terciario* hace 65 crones; sin embargo, la biodiversidad sigue presente a pesar de todo ello, esto nos indica, —además de las particulares características de las especies sobrevivientes—, que entre las diferentes interacciones ecológicas de las especies, prevalecen las que causan efectos positivos tales como el mutualismo y co-

mensalismo, sobre la competencia y la depredación; o por lo menos, se establece una armonía entre estas interacciones antagónicas.

Razón le doy a Lynn Margulis cuando dijo: “*La evolución no es solo competencia, sino también colaboración*”.

A continuación, muestro mi propuesta para modificar el “**Concepto**” “**Especie Exótica Invasora**”, y su “**Definición**” adoptados en el **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)**.

Concepto:

“Especie Amenaza” (EA)

Definición:

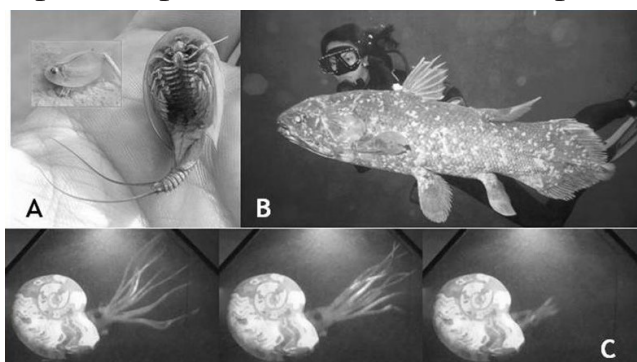
“Son organismos unicelulares o multicelulares, pertenecientes a cualquier taxón conocido, incluyendo individuos de la especie humana, Homo sapiens, que se hayan establecido, y se les haya comprobado su efecto dañino a la biodiversidad regional, o, global, en las condiciones ambientales locales normales, sostenidas, aún después de que el intruso logre llegar al área receptora, a través de un mecanismo de introducción natural, el cual puede suceder por sus capacidades propias, o, ser transportado accidental, o, intencionalmente, por cualquier otro medio, como la ocurrencia de desastres naturales, así como, por otra especie producto de sus interacciones ecológicas”.

Se trata de una definición simple, pero precisa, pues al estar afectando la armonía en un ecosistema, ya implica el resto de efectos negativos que pueden reflejarse, en la salud humana, pérdida de especies, pérdida de los servicios del ecosistema, entre muchos más, ello nos invita al monitoreo continuo, y la conservación de ecosistemas “sanos”, lo que es nuestro rol como especie pensan-

te, sobre todo en tiempos de cambio climático. Es una definición sin ambigüedades, que facilita caracterizar una especie como “**Amenaza**”, de manera correcta. Además, es una definición que ayudará a la “purificación” de las listas de “**especies exóticas invasoras**”, donde se han incluido especies que solo han seguido el proceso natural de dispersión por su capacidad de resistencia a condiciones que presentan las áreas receptoras previamente perturbadas por fenómenos naturales, incluidas las actividades antrópicas. Esta capacidad de resistencia es producto de rasgos genéticos, o rasgos no genéticos, como información heredada, muy importante para la conservación de la biodiversidad. Actualmente se cuenta con información suficiente para catalogar una especie, como “**Especie Amenaza (EA)**”.

Reflexión:

“Todo en la vida es susceptible de extinción, o, evolución, y el concepto de Especie Exótica Invasora no escapa de ello”



Biodiversidad de especies prehistóricas vivientes: (A) *Triops cancriformis* (imagen adaptada de Wikipedia); (B) celacanto y *Homo sapiens* (imagen adaptada de Arnaz Mehta / salvalaselva.org); (C) *Nautilus* sp. (fotografía del autor, Museo de Ciencias y el Cosmos de Tenerife, 2025).

Capítulo VII

Apología

La Naturaleza como esencia creadora de vida, en su aparente caos, responde a un patrón lógico de distribución de diferentes organismos en un plano de tiempo y espacio definido transitoriamente; en ese sentido, la humanidad a través de las diferentes civilizaciones y culturas ha tratado de explicar el origen y la existencia de la vida abarcando creencias religiosas, reflexiones filosóficas y teorías científicas.

Las primeras hipótesis, las teorías científicas resultantes actuales, han sido, y, son explicadas por conceptos y definiciones producto de las observaciones primigenias, discutidas desde la aparición de la civilización humana, y modificadas a través del tiempo. En **“Especie Exótica Invasora. Un concepto en extinción”** no se trata de imponer un nuevo concepto, sino —al igual que en la adaptación de las especies—, es una reflexión que nos invita a un cambio necesario para dar un paso más en la evolución de este concepto, conservando su esencia...

Reflexión:

“La mutación debe ser un cambio oportuno para favorecer la evolución”

Agradecimiento

Quiero agradecer a la Naturaleza —nuestro Dios creador—, por darme la oportunidad de pertenecer a la especie humana, proveerme del conocimiento, y contribuir con una propuesta, para defender la conservación de la vida en nuestro planeta. A autores y escritores de todas las obras, trabajos y artículos científicos que he consultado, citado y recomendado, quienes, a través de sus inéditos trabajos, me dieron la orientación y la comprensión de los diferentes temas que sirvieron como basamento, para la justificación de mi crítica constructiva.

Especial agradecimiento para mis colegas, profesor Mauricio Soler, Biólogo marino egresado de la Universidad de Oriente, Venezuela, con reconocida trayectoria en Ciencias Ambientales, gracias por la lectura crítica al presente trabajo, sus comentarios, y recomendaciones. Y Wismer A. Alvarado Hofmeister, Biólogo egresado de la Universidad de Carabobo, Venezuela, con destacado trabajo sobre la Distribución Espacio Temporal de Cetáceos en el Mar Caribe, quien además de sus sugerencias, colaboró con la imagen para la creación de la portada de este libro. Los aportes de ambos fueron de incalculable importancia para darle forma a la obra. A Sultana Del Lago Editores, por captar la importancia del tema tra-

tado, y valorarlo con la publicación de la Obra.
En fin, agradezco a todos, quienes de diferentes
maneras han hecho posible esta contribución por
la vida.

Reflexión:

*“Creo en el Dios de Spinoza, un Dios que se muestra
a sí mismo a través del orden y la armonía de las leyes
universales, un Dios en cuyo intelecto participa la mente
humana”*

Albert Einstein

Lectura Recomendada

- . – BooKey, consultado en enero 2024. **LAS MEJORES 30 FRASES DE LYNN MARGULIS CON FOTO.** En <https://www.bookey.app/es/quote-author/lynn-margulis>
- . - Fenández De Andrés V., 2024. ¿ES TAN MODERNO EL CONCEPTO DE EVOLUCIÓN COMO CREEMOS? Publicado en The Conversation. Rigor académico, oficio periodístico. 2024
- . - Europa Press, 2024 **“CIENTÍFICOS RECLAMAN ACCIONES URGENTES CONTRA LAS ESPECIES INVASORAS”** publicado en www.diariolibre.com de Diario Libre Edición USA, del 04 de junio de 2024.
- . – Yuste J. 2024. **SOBRE EL DIOS QUE COMPARTIAN SPINOZA Y EINSTEIN.** culturainquieta.com/pensamiento
- . - Shafer, Maxwell & Nichols, Annika & Schier, Alex & Salzburger, Walter. (2023). **FREQUENT TRANSITIONS FROM NIGHT-TO-DAY ACTIVITY AFTER MASS EXTINCTIONS.** 10.1101/2023.10.27.564421.
- . - Bayón Alarcón, 2023 **¿CÓMO SOBREVIVIR A UNA EXTINCIÓN MASIVA?** Revista Web Muy Interesante. Zinet Media Global S.L.2023
- . - Marín Irene, 2023 **¿CUÁL ES LA ESPECIE ANIMAL VIVA MÁS ANTIGUA DEL MUNDO?** Revista Web. 20 minutos, 20 minutos Editora, S.L.2023
- . - Dowson Pell, et. Al., 2023. **OBSERVACIONES DE GARZAS REALES, Ardeacinérea, EXTRACCIÓN DEL MATERIAL DE NIDOS DE COTORRAS MONJE, Myiopsittamonachus.** ARXIUS DE MISELANIA ZOOLOGICA, 21:13-17, DOI: <https://doi.org/10.32800/amz.2023.21.0013>
- . - Perez Iglesia J.I., 2023. **PRIMATES AL ESTE DEL EDÉN.** El organismo humano a la luz de su evolución. Editorial Planeta. Crítica
- . - Blanco Ignacio, 2023. **PANGEA ÚLTIMA** supercontinente que reinará en la tierra en 250 millones de años. Publicado en 20 Minutos Editorial, S.L. 2023.
- . –ScoteseChristopher R., 2023.**PALEODIGITAL ELEVATION MODELS (PALEODEMS) FOR THE PHANEROZOIC PALEOMAP PROJECT.**Están en: <http://www.gisandbeers.com/paleomaps-la-cartografia-de-pangea-dem/>
- . - Mahendrarajah, T. A. et al. **ATP SYNTHASE EVOLUTION ON A CROSS-BRACED DATED TREE OF LIFE.** <https://doi.org/10.5281/zenodo.10012837> (2023).
- . - UICN (2023). **CATEGORÍAS Y CRITERIOS DE LA EICAT DE LA UICN. CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE TAXONES EXÓTICOS.** Primera edición. Gland, Suiza: UICN.
- . - Bayón Alarcón, 2022 **¿ES EL SER HUMANO UNA ESPECIE INVASORA?** Revista Web Muy Interesante. Zinet Media Global S.L.2022
- . – Hernández – Brito D, 2021 **ESPECIES INVASORAS: sus efectos positivos no son un argumento para su indulto.** Artículo publicado en [The Conversation .com](http://TheConversation.com)
- . - Bermudez J.M. y Carbonell E., 2020. **HOMO ANTECESSOR. EL NACIMIENTO DE UNA ESPECIE.** Editorial Planeta, Crítica.

- . -Martínez Z. J.P., 2020. **ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN LOS BOSQUES SECOS CADUCIFOLIOS NEOTROPICALES**. Tesis de grado presentada ante las Autoridades del Colegio de la Frontera Sur, de la Universidad de Sherbrooke, como requisito parcial para optar al grado de Maestro en Ecología Internacional.
- . -Divulgador Herbívoro, 2017. **¿TIENEN UN LADO BENEFICIOSO LAS ESPECIES INVASORAS?** Blog de ciencia y comunicación científica. <https://divulgadorherbivoro.wordpress.com>
- . - Cassinello Jorge, 2017. **MISCONCEPTION AND MISMANAGEMENT OF INVASIVE SPECIES: The paradoxical case of an Aliens Ungulate in Spain**. Conservationletters. DOI: 10.1111/conl.12440.
- . - Europa Prees, 2017. **EL MILAGRO DE LOS PECES DEL LAGO VICTORIA YA TIENE EXPLICACIÓN**. Web. iAgua.es
- . - Heger, T. Pahl, et. al., 2013. **CONCEPTUAL FRAMEWORKS AND METHODS FOR ADVANCING INVASION ECOLOGY**. AMBIO, 42, 527-540. <https://doi.org/10.1007/s13280-012-0379-x>
- . - Rodríguez, J.P. y F. Rojas Suarez (eds) 2008. **LIBRO ROJO DE FAUNA VENEZOLANA**. Tercera Edición. Provita y Shell de Venezuela, S.A. Caracas, Venezuela. 364 pp.
- . - Redondo, S. et al., 2003. **ANÁLISIS GENÉTICOS Y CONSERVACIÓN**. Revista El ecologista N° 38
- . -Sterelny Kim, 2001. **DÁWSKINS RICHARD CONTRA STEPHEN JAY GOULD**. Edición actualizada y ampliada. Traducción de Pedro Pacheco González. Arpa & Alfíl Editores, S.L. 1ra edición 2020.
- . - Richardson, D. M., 2000. **NATURALIZATION AND INVASIÓN OF ALIEN PLANTS: CONCEPTS AND DEFINITIONS**. Diversity and Distributions, 6, 93-107.
- . - **GRAN DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO VISUAL**. Editorial ENCAS, S.A., 1994
- . - (Zunino, M. & Palestrini, C. (1991). **EL CONCEPTO DE ESPECIE Y LA BIOGEOGRAFÍA**. *Anales de Biología*, 17(Biología Animal, 6), 85-88.
- . - **DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO ILUSTRADO OCEANO UNO**. Editorial OCEANO, S.A., 1991
- . - **EL MUNDO DE LAS CIENCIAS NATURALES. Curso Teórico Practico**. Volumen 1. Editorial OCEANO S.A.
- . - Margalef Ramón, et.al, 1972. **ECOLOGÍA MARINA**. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Editorial Dossat S.A. 1972.
- . - Storer Tracy, y Usinger Robert., 1961. **ZOOLOGÍA GENERAL**. Edición Omega, S.

Contenido

Capítulo I: Principios Generales	9
Capítulo II: Biodiversidad	19
Capítulo III: ADN	39
Capítulo IV: Dañinas vs Beneficiosas	53
Capítulo V: Especie Exótica Invasora, Homo sapiens	65
Capítulo VI: Concepto y Definición. Especie Exótica Invasora	79
Capítulo VII: Apología	99
Agradecimiento	100
Lectura Recomendada	103

Este libro fue diseñado y exportado para su publicación en AMAZON por SULTANA DEL LAGO EDITORES, en los talleres gráficos del poeta Luis Perozo Cervantes, en Maracaibo, estado federal del Zulia, en el continente americano, del planeta tierra; a los 6 días del mes de febrero de 2026, el mismo día pero de 1965 en que naciera el psicólogo Martín Jesús Leal Guerra (en Machiques, estado Zulia). Psicólogo Clínico (URU, 1992), Magister en Recursos Humanos (URBE, 1999), Doctorado en Ciencias Gerenciales (URBE, 2002), Postdoctorado en Gerencia en las Organizaciones (URBE, 2007), Postdoctorado en Gerencia Pública y Gobierno (URBE, 2009), Máster en Medicina y Ciencias aplicadas al Deporte (Universidad de Alcalá, 2014), profesor universitario, investigador, conferencista y escritor (ensayista) Todos los posgrados en la Universidad Rafael Belloso Chacín fueron alcanzados con la distinción de Summa Cum Laude. Se ha desempeñado como asesor de investigación de mercados, gerente de recursos humanos, asesor-consultor en el área de recursos humanos, psicología, gerente general y psicólogo-asesor de la Asociación de Vecinos del Estado Zulia, entre otros. Docente en la Maestría de Gerencia de Empresas de la Universidad del Zulia (LUZ), miembro del Comité del “Doctorado en Ciencias Gerenciales” en la Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín (URBE), docente en la Maestría de Recursos Humanos en la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional (UNEFA-Núcleo Zulia), docente en la Maestría de Recursos Humanos (Gerencia y Comportamiento Organizacional) y Doctorado en Ciencias Gerenciales de la Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín (Gerencia de los Recursos Humanos, Liderazgo y Visión Organizacional, Gerencia de Proyectos y Psiconeuroinmunología lingüística), tutor de tesis de Maestría y Doctorado, jurado de tesis de Maestría y Doctorado en URBE, jurado calificador de la EXPOCUNIBE, jurado calificador del Premio Eureka Uniseria a la Innovatividad Universitaria en URBE, docente-asesor en el Doctorado de Ciencias Gerenciales, investigador permanente en Comunicación Humana, docente del Colegio Universitario Monseñor de Talavera, docente del Centro Juvenil Música y Arte, con varias publicaciones científicas desarrolladas, artículos publicados, certificado como PPI (Programa de Promoción del Investigador), responsable del Programa de Estudios para Graduados de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad del Zulia (LUZ), miembro activo del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales (CI-CAG) de URBE, con exitosos libros publicados como Resiliencia, Gestión Ambiental y Desarrollo Humano y Gerencia corporativa con rostro humano, entre otros. Su más reciente obra El reconocimiento humano como factor potenciador del liderazgo, fue editada por la Editorial Académica Española (EAE), además es autor de artículos científicos en revistas arbitradas e indexadas de varios países. Arbitro internacional de revistas científicas, articulista de varios periódicos, presidente fundador de FUNBIAM (Fundación para el Bienestar del Adulto Mayor), experto en resiliencia, catedrático de varias universidades, conferencista internacional e investigador activo.