



Sobre estrategias y divulgación de la ciencia para la conservación: anfibios, reptiles y otros vertebrados terrestres

About strategies and science communication for conservation: amphibians, reptiles and other terrestrial vertebrates

Carlos Jesús Balderas-Valdivia^{1*} , Adriana González-Hernández² 
& Alejandra Alvarado-Zink¹

¹Biodiversidad y Conservación de la Naturaleza, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, Zona Cultural, Cd. Universitaria, Coyoacán, 04510, CDMX. Correspondencia: cjbv@unam.mx

²Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Interior. Ciudad Universitaria, 04510 CDMX.

RESUMEN. En este trabajo se realiza una reflexión sobre la problemática ambiental y la necesidad de recuperar la relación de los humanos con la naturaleza como estrategia básica para enfrentar la pérdida de la biodiversidad. Se utilizan ejemplos de la herpetofauna de México por ser de los animales vertebrados más biodiversos del país y caracterizados por sus valiosos servicios ecosistémico para nuestro bienestar, pero a la vez, uno de los seres vivos más amenazados de extinción en el planeta. Una serie de conceptos relacionados con el fenómeno de la vida, el ambiente y la divulgación de la ciencia son tratados y dirigidos a interesados en la conservación de la naturaleza e iniciadores de actividades de comunicación científica. En su conjunto, la propuesta esencial de estrategias para la conservación de la naturaleza consiste en proporcionar las nociones básicas de la temática ambiental con la idea de conocer para conservar. Como recurso adicional, se proporciona un glosario de términos como referencia para los temas relacionados.

ABSTRACT. This article reflects on the problem of the environmental crisis and the need to recover the relationship between humans and nature as a basic strategy to confront the loss of biodiversity. Examples of Mexico's herpetofauna are used, as they are among the most biodiverse vertebrate animals in the country and characterized by their valuable ecosystem services for our well-being, but at the same time, they are one of the living beings most threatened with extinction on the planet. A series of definitions related to the phenomenon of life, the environment and dissemination are discussed and addressed for those interested in the conservation of nature and for those initiating science communication activities. The essential proposal of strategies for the conservation of nature consists of providing the basic notions of the environmental theme with the idea of knowing to preserve. Additionally, a glossary of terms is provided as a reference for related topics.

Palabras clave: extinción, divulgación, ecoalfabetización, contribuciones de la naturaleza, herpetofauna.

Key words: extinction, science communication, ecoliteracy, contributions of nature, herpetofauna.

Cita/Citation: Balderas-Valdivia, C. J., A. González-Hernández & A. Alvarado-Zink. 2024. Sobre estrategias y divulgación de la ciencia para la conservación: anfibios, reptiles y otros vertebrados terrestres. *Herpetología Mexicana*, 8: 35-70. DOI: <https://doi.org/10.69905/11ejaw83>

LOS ANFIBIOS Y REPTILES SON PARTE DE LA SEXTA EXTINCIÓN

Entre varios trabajos que anteceden, la reciente publicación de la obra “Anfibios y reptiles de México en peligro de extinción” de Ceballos et al. (2024a y b) no es otra cosa que la coronación de un enérgico llamado de atención a los dirigentes de gobiernos, instituciones y a la sociedad en general sobre la seriedad de la crisis ambiental y el impacto

negativo que está teniendo sobre los humanos. Lo mismo ha venido pasando con otros vertebrados terrestres de México como las aves (Ceballos & Márquez-Valdemar, 2000; Ceballos & Eccardi, 2003) y los mamíferos (Ceballos & Eccardi, 2003; Ceballos & Oliva, 2005). Es la presentación de una dura realidad, que, a falta de una relación cercana con la naturaleza, el desconocimiento, y hasta el desprecio de sus elementos y procesos, tarde o temprano también nos pondrá entre los elegibles de lo que conocemos como la sexta extinción

(Ceballos & Ortega-Baes, 2011). La sexta extinción es una etapa real que forma parte de la era llamada el antropoceno (ver Glosario), pero que muchas personas no parecen ser sensibles al fenómeno, pese a la situación de peligro en la que nos coloca (Cloquell, 2017a y b).

La declinación de los anfibios, reptiles y otros vertebrados no es un fenómeno exclusivo de México, pero nos atañe por ser una nación de las más biodiversas del planeta en estos seres vivos que han contribuido al bienestar de la sociedad. Durante las últimas décadas, en todo el mundo, numerosos estudios han podido constatar cómo los reptiles y los anfibios (Fig. 1) proyectan tasas de amenaza y declive que van alarmantemente en aumento (Böhm et al., 2013; Luedtke et al.,

2023; respectivamente), y su pérdida, junto con otras especies, involucra complejos procesos que mantienen el equilibrio de los ecosistemas, de los cuales depende el humano.

Organismos internacionales de los cuales México forma parte, están realizando esfuerzos basados en información científica sin precedentes dado que la condición del planeta Tierra no muestra una mejoría ante la crisis ambiental causada por la especie humana, y donde nos estamos acercando gravemente a los límites de la capacidad de carga (ver Glosario) de la biósfera para poder sostenernos (González-Ordaz & Vargas-Hernández, 2017; Chapman & Carrie, 2018; IPBES, 2019; Sánchez, 2019; NU, 2023).



Figura 1. La salamandra enana de la Sierra Madre Oriental o Salamandra enana de Townsend (*Parvimolge townsendi*) es una de las especies de vertebrados más pequeños del mundo. Se trata de un anfibio endémico de México y con un área de distribución limitada, cuya destrucción de su hábitat la han puesto en peligro de extinción.

Como puede verse, uno de los efectos negativos más notables de este fenómeno de origen humano es la pérdida de la biodiversidad (IPBES, 2019; NU, 2023; UICN, 2024). Por una parte, la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN, 2024) considerada como el barómetro de la vida, es un indicador crítico de la salud de la biodiversidad del planeta que usan las agencias de los gobiernos, corporaciones, académicos y personas del mundo para tomar decisiones sobre la conservación de la vida silvestre. Desafortunadamente, al momento de la publicación de este trabajo las noticias que brinda esta organización, es que “hay malas noticias”, ya que la biodiversidad mundial se está perdiendo. A través de sus procesos de evaluación la UICN trabaja para revertir, o al menos frenar, la disminución de la diversidad biológica, no obstante, sus indicadores muestran que el 28%

de las especies evaluadas están amenazadas, y donde los anfibios, entre los animales vertebrados terrestres, encabezan la lista por ser el grupo de seres vivos con el mayor riesgo de extinción (41%), luego seguidos por mamíferos (26%), después los reptiles (21%) y las aves (12%).

Entre una gran cantidad de seres vivos con gran valor ecosistémico, cultural y que son carismáticas, se presenta una paradoja, ya que muchas de ellas, a pesar de estos valores, tienen un estatus de conservación en peligro de extinción (Courchamp et al., 2018). En este sentido, es difícil entender como un emblemático anfibio, el ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*; Fig. 2 SEMARNAT, 2018a), un imponente y prodigioso reptil, la serpiente de cascabel (p. e. *Crotalus molossus*; Fig. 3; SEMARNAT, 2018b), un ave majestuosa, el águila real (*Aquila chrysaetos*; Fig.



Figura 2. El ajolote mexicano o axólotl (*Ambystoma mexicanum*) es la especie de ajolote más famosa del mundo. Ha formado parte de la mitología mexicana desde tiempos prehispánicos hasta nuestros tiempos. Mientras que alrededor del mundo a la especie se le ha criado en la industria de las mascotas y laboratorios, en su hábitat natural su población se ha reducido dramáticamente. A pesar de ser uno de los anfibios más emblemáticos y con gran valor cultural, las proyecciones a futuro no son alentadoras ante la reducción, contaminación e invasión de su limitado hábitat, poniendo a la especie en peligro crítico de extinción por causas humanas.



Figura 3. México es el país más biodiverso en serpientes de cascabel del mundo, por lo que no es casualidad que su linaje forme parte de la cultura nacional y con gran poder simbólico en las culturas mesoamericanas, llegando a ocupar hasta nuestros días un privilegiado lugar en el escudo y bandera nacional. La serpiente de cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*) se piensa que es la especie representada en los símbolos patrios. Todas las especies se encuentran en situación de amenaza y bajo protección especial, esto debido a la degradación de sus hábitats y a la matanza injustificada por humanos a pesar del enorme valor ecosistémico que tiene controlando potenciales plagas y dando estructura y función a los ecosistemas.

4; SEMARNAT, 2008) y un poderoso mamífero, el jaguar (*Panthera onca*; Fig. 5; SEMARNAT, 2009), están siendo llevados a la extinción por la soberbia

humana. Esto, sin tomar en cuenta que además son especies con un carácter simbólico, emblemático y representativo, que le han dado identidad al pueblo de México como resultado del acúmulo cultural durante siglos (SEMARNAT, 2018a y b; SEMARNAT, 2008, 2009 y 2019; Rodríguez-Estrella et al., 2020; Balderas-Valdivia et al., 2021; Caballos



Figura 4. El águila real (*Aquila chrysaetos*) es uno de los animales con mayor fuerza emblemática de México, ya que está representada en el escudo nacional. Paradójicamente, es una especie amenazada de desaparecer. La especie ha sido sometida a fuertes presiones negativas de sobrevivencia de origen humano, tales como la cacería, envenenamiento y saqueo de nidos. Los aspectos sociales complejos como la erosión cultural, la falta de educación ambiental y el desenfreno del modelo socioeconómico, han desenfocado la mirada hacia la conservación y respeto del medio natural, pasando por alto los valores ecosistémicos culturales de las especies, en este caso, los que dan identidad a toda una nación.

Figura 5. El Jaguar (*Panthera onca*) es uno de los mamíferos carnívoros terrestres más grandes de México, con un enorme prestigio en las antiguas culturas mesoamericanas. La conservación del jaguar tiene implicaciones importantes, ya que también comprende la protección de grandes extensiones de territorio y sus poblaciones presa. Esto a su vez, impacta positivamente en el mantenimiento de toda la cadena de procesos ecosistémicos y la estructura de comunidades de otras especies, siendo también una contribución para el beneficio de las personas. Actualmente, sus poblaciones están al borde de la extinción por causas humanas.



et al., 2024a y b). Para recalcar esta situación, la mayor parte del territorio mexicano se encuentra entre los niveles “alto” y “muy alto” de amenazas potenciales a la biodiversidad terrestre, y en las dos grandes regiones entre las que se encuentra el país (neártica y neotropical), la pérdida y degradación del hábitat (1), la explotación de recursos (2) y las especies invasoras y enfermedades (3), constituyen las tres mayores amenazas para los anfibios y reptiles de acuerdo a las evaluaciones de la WWF (2018; Fig. 4).

A pesar de todo, si bien toda esta información es desalentadora, también hay buenas noticias, estas son que conocemos las causas (Ceballos et al., 2024a) y contamos con algo de tiempo para revertir, o por lo menos, frenar el deterioro ambiental, así como lograr un cambio de paradigma que promueva una cultura de respeto y cuidado por el ambiente (Bárcenas

et al., 2020; Gligo et al., 2020). Algo en lo que se debe prestar mucha atención y actuar, es que, aunque la ciencia sigue avanzando, sin darnos cuenta existe el peligro de centrarnos más en comprender el problema ambiental y que no actuemos con la rapidez necesaria; mientras, las especies se están extinguiendo a una velocidad alarmante (Cumming, 2016).

LA ESTRATEGIA DE CONOCER RAZONES DE FONDO

Gligo et al. (2020) exponen duramente, pero con acierto, que es evidente que la sociedad moderna ha vivido bajo una modalidad de desarrollo depredador de la naturaleza, con un desenfreno capitalista donde la economía material se proyecta falsamente sin límites en el tiempo, encaminado a muchas naciones hacia un destino de tragedia ambiental. Ante la pérdida de la

biodiversidad, el abuso en la extracción de recursos naturales, la carencia de políticas ambientales para el cuidado y recuperación ambiental que mantienen en un estado de deterioro a la biósfera, y el cambio climático (Bárcenas et al., 2020; Gligo et al., 2020), se han ignorado las voces de

alerta de al menos cuatro décadas atrás (Sánchez, 2019; Gligo et al. 2020). Todo esto, en espera de la catástrofe ambiental cuestionado en qué momento vamos a actuar (Bárcenas et al., 2020).

La idea de vivir en una sociedad sostenible basadas en una “economía material de cero crecimiento”, y donde el “crecimiento cultural, psicológico y espiritual” fueran evidentes y se aproximaran al buen vivir de los pueblos como lo refieren Domínguez et al. (2019) y Gligo et al.



Figura 4. Destrucción del hábitat en el Pedregal de San Ángel en el sur de la Ciudad de México. Es un ecosistema rocoso único en el mundo, que a pesar de los esfuerzos de conservación realizados, se hace evidente la insensibilidad humana a la pérdida del hábitat.

(2020) no es ni reciente, ni novedosa. Domínguez et al. (2019) realiza una notable síntesis del discurso de Guimarães (2003) que lleva al rompimiento de este paradigma, donde resume que: “un desarrollo positivo de la sociedad debería de basarse en una economía subordinada a las leyes funcionales de los sistemas naturales y a criterios de respeto a la dignidad humana y mejoría de su calidad de vida, esto, frente al estilo de desarrollo ecológicamente depredador, socialmente censurable, políticamente injusto, culturalmente alienado y éticamente repulsivo”. Esto nos lleva a la pregunta de ¿quién hace algo que debemos conocer para sumar esfuerzos ante la carrera contra el tiempo? pues cada acción emprendida debe generar un impacto positivo y un efecto alentador.

¿ESTRATEGIAS INTERNACIONALES?

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio o MEA (por sus siglas en inglés; MEA, 2005) ha consistido en un programa de trabajo internacional convocado por las Naciones Unidas para ofrecer a los tomadores de decisiones y al “público en general”, información científica para dar a conocer las consecuencias que tiene el cambio en los ecosistemas sobre el bienestar humano y las opciones que se tienen para enfrentar esos cambios. El concepto que representa y resume esta iniciativa son los denominados Servicios Ecosistémicos (ver Glosario; provisión, culturales, regulación y de soporte) que garantizan el bienestar humano. Este programa evolucionó actualmente a la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas o IPBES (por sus siglas en inglés; IPBES, 2024a) y ha reemplazado el término Servicios Ecosistémicos usado por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio por el de Contribuciones de la Naturaleza a las Personas (PNC, por sus siglas en inglés; ver Glosario).

En la actualidad, la IPBES es un órgano intergubernamental independiente que se dedica

a establecer y guiar la relación entre la ciencia, normatividad y políticas públicas, diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad, el bienestar de las personas y el desarrollo sostenible. Su intención es que los gobiernos y tomadores de decisiones cuenten con bases científicas para implementarlas en la normatividad de modo que contribuyan con la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica.

Si organizaciones como ésta tienen como estrategia lograr un impacto global en sus misiones (no olvidemos al público general), se antoja pensar que la sociedad en su conjunto debiera tener alguna noción sobre su existencia o por lo menos conocer sobre algún término relacionado con la conservación de la naturaleza. Lo cierto es que esto no está sucediendo. Lo que se quiere decir, es que además de promover el acercamiento y las actividades experienciales con los demás seres vivos de la naturaleza, también es necesario el acercamiento con el “saber y conocer”, en este caso con saber cuál es el verdadero significado de “conservar a la naturaleza” y conocer qué es lo que realmente debemos conservar o proteger (sus elementos con sus nombres). Se escucha simple pero no lo es. En sentido estricto, conservar a la naturaleza significa proteger a los elementos “nativos” (plantas, animales, etc.), junto con toda la cadena de procesos que “nos” relaciona, pues ahí también habitamos ya que formamos parte de ella.

Un problema que surge, es que la mayoría de las personas no tienen tan claro que es eso de “nativo”, y por lo general suponen que se trata de los seres que “ahí nacen” (en las cercanías), y eso suele considerar a muchas especies exóticas (ver Glosario) porque son más conocidas y porque se está más familiarizadas con ellas, mientras que las especies locales muchas veces son desconocidas.

Los estudios demuestran que se tiene la falsa

idea de que perros (*Canis familiaris*) y gatos (*Felis catus*) son animales ambientalmente inocuos, que no hacen daño, pero en contra de cualquier forma de pensar y sentir de la sociedad, los “mejores amigos”, constituyen los “peores enemigos” para la vida silvestre (Orduña-Villaseñor et al., 2022). De hecho, algunas especies de vertebrados terrestres con las que las personas están muy familiarizadas (además de los gatos) como las palomas domésticas (*Columba livia*), el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) y la rata negra (*Rattus rattus*), son de las especies más nocivas del mundo (Cuthbert et al., 2022) y sin que la gente se percate de ello. Las personas por lo general no saben o suelen comprender el significado de especies exóticas invasoras, y por lo tanto, tampoco dimensionan las repercusiones para el ambiente y para nosotros.

¿QUÉ ES LA NATURALEZA? UNA ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN HUMANA AL AMBIENTE

El alejamiento humano de la naturaleza y la pérdida del conocimiento biocultural es una de las principales causas del deterioro ambiental, en este caso de la pérdida de la biodiversidad (Boege, 2008; Toledo, 2013; Cupul-Cicero et al., 2019). Este distanciamiento de la naturaleza dificulta conocer su valor y tener una noción de respeto hacia ella, así como no poder percibir su impacto para el bienestar humano.

Pero ¿qué debemos entender por naturaleza? Sus acepciones (ver Glosario) son diversas porque es una apreciación relacionada con cada cultura. En algunos casos, a la naturaleza se le ha visto como el mundo no humano, enfatizando a los demás seres vivos junto con sus procesos, interacciones entre sí y con su entorno dentro del planeta Tierra. Pero como se observa, esta idea es limitada, ya que el humano es parte de esos procesos y no hay mención del resto del universo. Podemos decir en un sentido amplio y no excluyente, que la naturaleza somos todos

los componentes, entes y manifestaciones de la energía y la materia conocidos e interconectados del universo, vivos y no vivos, donde somos parte de esta, de sus orígenes, principios, leyes y procesos que los rigen, por lo que la humanidad está sujeta a las mismas causas y efectos (Coscieme et al., 2020; Ducarme et al., 2021; Droz et al., 2022).

El entendimiento de la naturaleza tiene efectos profundos en nuestra forma de relacionarnos como especie y con nuestro medio cercano. El conocer y compartir el conocimiento de la naturaleza local no es una ocurrencia de estrategia para la conservación de la naturaleza, es de hecho, una estrategia de adaptación humana al ambiente (ver Blanco & Carrière, 2016). Berkes et al. (2000) definen claramente que el conocimiento local ecológico se entiende como “la acumulación de un conjunto de conocimientos, prácticas y creencias, que evolucionan por procesos adaptativos, los cuales pasan de una generación a otra por transmisión cultural y sobre la relación de los seres vivos (incluidos los humanos) entre sí y su medio”, y esto contribuye a la resiliencia de las personas (Blanco & Carrière, 2016).

Harrison (2007) resume que “gran parte de lo que la humanidad sabe sobre el mundo natural se encuentra fuera de los libros, del conocimiento académico, de las bibliotecas y de las bases de datos, ya que existe en un lenguaje no escrito, en los conceptos y recuerdos de la coexistencia a largo plazo de las personas con las montañas, ríos, bosques, desiertos y otros ecosistemas”. El agregado académico fortalece en estas relaciones y permite la preservación de este conocimiento, esta combinación de conocimiento experiencial y académico se conoce como ecoalfabetización (ver Glosario; Capra, 1999; Harrison, 2007; McBride et al., 2013; Parra, 2018; IPBES, 2022).

Con preocupación, la ecoalfabetización se erosiona cada vez más, vemos como los niños de zonas urbanas se distancian aún más

de la naturaleza, y a medida que las personas se alejan, la biodiversidad se está perdiendo a un ritmo rápido (Pilgrim et al., 2007; Genovart et al., 2013; Marouf et al., 2015; IPBES, 2019). En las sociedades recientes y alejadas de la naturaleza, los niños conocen más sobre especies exóticas que sobre sus especies nativas (Genovart et al., 2013; Celis-Diez et al., 2017; Hooykaas et al., 2019). Y México no es la excepción ni es menos preocupante. Continuemos con el ejemplo de la excepcional biodiversidad y endemismos de especies de anfibios y reptiles, que además de otros animales vertebrados, nos colocan en las primeras posiciones mundiales (Balderas-Valdivia et al.,

2022), pero que desafortunadamente, no todos entre la ciudadanía saben o conocen a las especies de esta importante riqueza biológica (Fig. 5). A esto se le llama erosión cultural (ver Glosario).

Está bien documentado que la erosión cultural afecta gravemente a la ecoalfabetización de los pueblos indígenas, comunidades locales y a toda nuestra sociedad (Blanco & Carrière, 2016; Schwann, 2018; Shah & Bhat, 2019; Uchida & Kamura, 2020) por impedir las relaciones duraderas con la naturaleza (Cox et al., 2017; IPBES, 2022). La creciente desconexión de las personas con la naturaleza y la pérdida de la ecoalfabetización



Figura 5. La serpiente *Masticophis mentovarius* es una especie relativamente grande y nativa de México que habita en una zona de interfaz urbano-forestal al norte del estado de Morelos. Mientras que en otras regiones suele tener varios nombres comunes, en este lugar, los habitantes no la conocen, y por lo tanto, no tienen un nombre para ella. Los habitantes locales dejaron de ser hablantes del náhuatl, con una reducción de actividades agrícolas y donde sus generaciones pasadas se mezclaron con personas de otro origen, perdiendo el lenguaje ancestral y las costumbres basadas en la relación con la naturaleza. Cuando ocasionalmente ven a la serpiente suelen sacrificarla por falta de desconocimiento, pese a su importancia en el ecosistema y sus beneficios para los humanos.

a causa de la urbanización y pérdida del hábitat se identifica concretamente como un riesgo importante para el bienestar humano y la sostenibilidad (IPBES, 2022; Cumming, 2016), ya que las personas que viven lejos de la naturaleza suelen tener menor conciencia de su impacto en los ecosistemas y ser menos capaces de reducirlos (Cumming, 2016).

LA ESTRATEGIA DE CONOCER EL SIGNIFICADO DE LA VIDA

Estudiosos y no estudiosos de cualquier ser vivo, posiblemente nos hemos preguntado qué es la vida. Con frecuencia sabemos que ésta sucede por la manera en que se manifiesta, por algunos rasgos que implican nacer, pero no todos sabemos cuál es su significado. Un rasgo en común que todos los seres vivos tenemos autoprogramado (inconscientemente) es la conservación de nuestras propias vidas, y los humanos, aún sin saber necesariamente sobre su significado, afortunadamente ahora comenzamos a preocuparnos por conservar la de todos los seres vivos y una de sus manifestaciones más asombrosas, la biodiversidad.

Para sorpresa de algunos y pese a los avances de la ciencia, el significado de lo que es la “vida” todavía está limitado, no hay un consenso para definirla, y en cualquiera de sus intentos, hay sesgos por el enfoque que cada disciplina tiene que no permite llegar a un acuerdo (Gómez-Márquez, 2021). Pero antes de hablar sobre su significado, conviene decir que el fenómeno vida va más allá de entender una cuestión orgánica, su manifestación tiene que ver con las leyes físicas, las bases químicas y la biología. Por ejemplo, sabemos que, bajo las leyes de la física, la materia y la energía tienden a mantener su equilibrio siguiendo un estado de desorden (caos, entropía) y no funcional en un sistema; sin embargo, en los sistemas vivos, que estamos hechos de esa materia, exhibimos un enorme nivel de organización y

funciones extremadamente complejas, por lo que esto parecieran estar en contra de las leyes físicas (Schrödinger, 1944; Pross, 2012). Obviamente, esto no sucede, la naturaleza ha provisto de mecanismos para que diferentes subsistemas estén contenidos en otros con un orden claramente evidente (p. e., el sistema solar), en los seres vivos, de hecho, sus bajos niveles de entropía causan desorden en el ambiente, cumpliéndose así las leyes de la termodinámica (Gómez-Márquez, 2021).

De esta manera, una aproximación del concepto, es que la vida (ver Glosario) consiste en un proceso que sucede en los sistemas llamados seres vivos; la vida tiene una naturaleza orgánica basada en el carbono y un gran nivel de organización (baja entropía); tiene una preprogramación de su forma y función (fisiología, metabolismo, crecimiento) basada en material genético (ácidos nucleicos); tiene interacciones inter o intraespecíficas con capacidad de adaptación al ambiente que provienen de la aparición y selección de nuevas características que luego evolucionan; se reproducen (sexual o asexualmente) con el objetivo de perpetuarse y heredar su capacidad de adaptación. También se consideran seres vivos a los que no se reproducen como algunos híbridos. Muchos especialistas opinan que los virus encajan en la definición de vida porque cumplen con todos los rasgos que la definen con el propósito de autoconservarse, donde fuera de la célula huésped, solo mantienen un estado inactivo igual que otros parásitos no virales, y además, a que han estado omnipresentes en los organismos existentes, moldeando su evolución (Schrödinger, 1944; Pross, 2012; Gómez-Márquez, 2021).

La importancia de este significado radica en que a medida en que entendemos qué es y cómo se da el fenómeno llamado “vida”, y nos damos cuenta de su complejidad, puede motivar al menos tres cosas. La primera es el interés y curiosidad que puede despertar en una persona el saber qué es lo que sucede con la condición “ser

y estar vivo”, la que damos por sentado siendo que somos una manifestación de esta sin ni siquiera cuestionarlo o incluso percatarnos. La segunda, que al ser consciente o tener una noción de lo que hasta ahora sabemos o entendemos sobre la vida, nos lleve a valorar a todos los sistemas vivos capaces de lograr este maravilloso proceso que nos hace peculiares entre el resto de la materia. Y la tercera, como ya se mencionó, apreciar una de sus manifestaciones más asombrosas que es la biodiversidad y el impacto positivo para el bienestar humano.



Figura 6. El calate jarocho (*Charadrahyla taeniopus*) es una rana endémica y amenazada, representa a la familia Hylidae, unas de las más biodiversas de México.

Lo anterior tiene mucho sentido para México si consideramos que a nivel global es una nación megadiversa (Sarukhán et al. 2017),

en la que a propósito de la herpetofauna, se destaca porque es el séptimo país más rico en anfibios (Quintero-Vallejo & Ochoa-Ochoa, 2022; Ceballos, et al., 2024 a; Fig. 6) con cerca de 431 especies (Balderas-Valdivia & González-Hernández, 2024), y el segundo en reptiles (Flores-Villela & García Vázquez, 2014; Caballos et al., 2024a; Fig. 7) con cerca de 995 especies (Balderas-Valdivia & González-Hernández, 2024).



Figura 7. La lagartija espinosa menor (*Sceloporus minor*) es un saurio que representa a la familia Phrynosomatidae, una de las más biodiversas de México.

LA COMPRENSIÓN DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA Y DE LA ESPECIE PARA LAS ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

En estos días todavía hay una comprensión incorrecta, desconocimiento y hasta resistencia a cerca de postulados científicos que son importantes para guiar nuestras decisiones como sociedad en el futuro. Un ejemplo de esto es la evolución biológica (ver Glosario), que, pese a la basta cantidad de evidencias acumuladas durante más de un siglo, todavía se sigue cuestionando este proceso por personas o grupos sociales, ya sea por falta de acceso a la educación, una mala calidad al comunicar las ciencias y hasta por influencia de las formas de pensamiento religioso (NA, 2024b). A esto hay que anotar que el mismo medio científico titubea en designar una cualidad apropiada a este proceso natural, al que ya no debería de nombrarse “teoría”, cuando la evolución biológica cuenta con suficientes fundamentos que la convierten en un “hecho” (NA, 2024a y b; UC, 2024).

Dejando atrás lo anterior, nos vamos a centrar primero en cómo se debe entender el proceso de la evolución, ya que paralelo a la gestación del fenómeno de la vida en el planeta, ha sido, y seguirá siendo el motor de tan espectacular variedad de formas vivientes que han surgido, a las que, por cierto, llamamos especies, concepto que también es necesario comprender. Yendo al grano, la evolución biológica es un proceso que consiste en la descendencia de los seres vivos en la que ocurre una modificación de su herencia genética, y es producida principalmente por mecanismos como la selección natural, selección sexual, mutación y deriva génica; es un proceso complejo de selección, adaptación y herencia, donde no existen formas más evolucionadas o menos evolucionadas, lo que vemos son especies mejor o menos adaptadas (Mayr, 1963; Butlin et al., 2009; Herron & Freeman, 2014; NA, 2024a; UC, 2024).

Ahora bien, para nuestros fines, no se puede dejar pasar esta noción cuando México ha sido un notable escenario de los resultados de la evolución biológica, un foco de origen y especiación que nos marca de manera casi única y privilegiada en el orbe (Sarukhán et al., 2017). Dicho desde otro ángulo, el país es un lugar donde la evolución de la vida ha operado por millones de años creando no solo fascinantes seres vivos como los anfibios, reptiles, otros vertebrados y muchas más especies, sino que, a su vez, moldeó la riqueza biocultural de nuestros pueblos gracias a la estrecha relación humano-naturaleza en un proceso coevolutivo (Boege, 2008).

Así, el entendimiento de la evolución biológica se resume en el surgimiento de las especies, pero ¿qué es una especie? Bueno, desde la antigüedad aristotélica, pasando por la revolución darwiniana-Wallace y hasta llegar a la molécula de la vida, no sabemos todavía qué es exactamente una especie (ver Glosario). Para muchos se trata de una definición artificial y subjetiva que los humanos han inventado por conveniencia para establecer límites de lo que considera entidades, para otros, las entidades son reales, y por extraño que parezca, de las muchas definiciones que se han elaborado, cada especialista, dependiendo de su grupo biológico y disciplina, se apega a una definición para alcanzar su objetivo de conocer. Estos son cuatro de los conceptos más utilizados para definir una especie según Mayr (1963); Martín-Villuendas, (2019) y UC (2024), en los que vale la pena comentar sus principales deficiencias para comprender su complejidad:

1) El concepto biológico. Una especie es un grupo de organismos (población) que se reproducen entre sí, dejando descendencia fértil y que están aislados reproductivamente. El problema es que muchos seres vivos se reproducen de forma asexual como las bacterias y algunos artrópodos, moluscos y reptiles, entre otros. Otro problema, es que a veces, dos especies distintas originan

híbridos, lo que indica que no siempre hay aislamiento reproductivo. Una tercera es que no se puede aplicar a organismos fósiles al desconocerse su reproducción.

2) El concepto ecológico. Una especie es un conjunto de linajes que ocupan zonas adaptativas mínimas, o nichos ecológicos (ver Glosario) y que evolucionan separadamente de otros linajes fuera de su rango. El problema es que en la vida real una especie puede ocupar más de un nicho (p. e., fases de vida) y viceversa, además, miembros de una especie pueden dejar de ocupar un nicho con el tiempo por capacidades adaptativas.

3) Concepto evolutivo. Una especie (especie evolutiva) es una secuencia ancestro-descendiente de poblaciones que forman un linaje con su propia historia evolutiva y separada de otras. Algunas dificultades son que la idea que se tiene de población habla de razas o variedades, y una misma especie con dos o más poblaciones se convertiría en dos o más especies (p. e., cada raza de perro se convertiría en una especie).

4) Concepto filogenético. Una especie es el taxón monofilético (el ancestro y su descendiente) más pequeño (linaje; ver Filogenia en Glosario). Aunque este concepto tiene amplio uso en la taxonomía actual, su inconveniente es que aún las poblaciones cercanas poseen variabilidad genética única cada una, por lo que pueden ser tratadas como especies diferentes cuando podrían no serlo; debe haber criterios con un valor convenido que a veces no tiene consenso; es decir, qué porcentaje de variabilidad debe considerarse para definir una especie.

Como puede verse, el tema es complejo, no obstante, en muchos casos, operativamente, a la especie se le considera como una unidad taxonómica básica de la clasificación biológica, que es aceptada por tener similitud morfológica o genética entre los individuos de una población,

y que es el mayor acervo genético posible en condiciones naturales a la que se le da un nombre científico.

Como sea que se apliquen los conceptos de especie, es posible conocer y medir el tamaño del patrimonio que tiene nuestro país; es decir, con este podemos contar lo que tenemos en cada rincón de la nación, de modo que podamos aprovechar, administrar y recibir sus beneficios de manera sustentable, ahora, y en todas las generaciones futuras. Para poder contar dicha biodiversidad, primero tenemos que saber cuales especies están presentes, y para distinguir unas de otras, tenemos que saber cómo distinguirlas. Entre mejor podamos hacer esa distinción, mejor será la precisión para planear y enfocar las estrategias de conservación de la naturaleza.

El siguiente ejemplo puede ilustrar lo anterior. Antes se pensaba que los enigmáticos lagartos del género *Heloderma* conocidos entre sus varios nombres como “lagartos enchaquirados” o “escorpiones” (Domínguez-Vega et al., 2018; Balderas-Valdivia et al., 2019) consistía en una sola especie (*Heloderma horridum*), y que se distribuía a lo largo de toda la costa del océano Pacífico en México y una fracción de Guatemala (Bogert & Martín del Campo, 1956). Sin embargo, los estudios modernos permitieron descubrir que en realidad se trataba de cuatro especies (*Heloderma alvarezzi*, *H. charlesboguerti*, *H. exasperatum* y *H. horridum*; Reiserer et al., 2013), algunas, ocupando extensiones de territorio mucho más pequeños, donde tres de las especies son nativas del país y dos de ellas endémicas (Fig. 8). Por lo tanto, esto hizo poner al descubierto una situación de riesgo de extinción ante la degradación de los ecosistemas en esas áreas de menor extensión.

De no comprenderse y aplicarse el concepto de especie, podría seguir pensándose que el lagarto enchaquirado tiene una distribución muy extensa, restándose importancia a la conservación



de su linaje y a la creación de áreas naturales protegidas para él y su ecosistema, lo que los pone en peligro de desaparecer junto con sus contribuciones positivas para nosotros. Los lagartos enchaquirados son muy importantes para nosotros, sus especies son bioindicadoras de la salud del ecosistema, juegan un papel importante en la estructura, soporte y función de los ecosistemas, y además, contribuyen con servicios ecosistémicos culturales (Beck, D. D. 2005; Domínguez-Vega et al., 2018; Balderas-Valdivia et al., 2021). El significado de este hallazgo es que ahora se tiene que gestionar la conservación de esos hábitats restringidos, así como realizar actividades de divulgación locales y regionales si no queremos que estos importantes seres vivos desaparezcan junto con los beneficios que nos brindan.

Figura 8. Las tres especies de lagartos enchaquirados de México el escorpión negro (*Heloderma alvarezii* arriba) el escorpión norteño (*H. exasperatum*; endémico; en medio) y el escorpión o lagarto enchaquirado (*H. horridum*; endémico; abajo). Es necesario actualizar la normatividad actual para que las especies antes no reconocidas como el escorpión negro y el escorpión norteño estén consideradas dentro de alguna categoría de riesgo que pueda favorecer su protección.

SABER SOBRE DIVULGACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA CIENCIA COMO ESTRATEGIA

La divulgación científica es por sí misma una estrategia para comunicar los temas que nos interesan, y una de las más utilizadas, en este caso, los referentes a la protección de las especies para nuestro bienestar. Pero para que sea más eficaz, la noción de divulgación debe entenderse con claridad. Es así como en la práctica, recurrir a materiales y recursos de divulgación de la ciencia como estrategias para extender los objetivos de la conservación de la herpetofauna y otros vertebrados, es cada vez más común (p. e., Berlanga et al., 2010; Charre-Medellin, 2013; Cuevas et al., 2018; Marroquín-Páramo & Suazo-Ortuño, 2020; González-Contreras & Balderas-Valdivia, 2022; Hernández-Trujillo et al., 2022; Maldonado-López & Cuevas-Reyes, 2022; Maza-Villalobos & Monroy-Hernández, 2022). Sin embargo, siempre es recomendable tener a la mano algunos principios básicos en la materia para no incursionar con una noción superficial, de modo que se evite deformar el conocimiento o que permanezca en el esquema del rigor de la ciencia (Bonfil-Olvera, 2003).

El éxito de un tema ambiental, científico o de cualquier otro tipo no necesariamente se debe a su importancia o a lo novedoso de éste. En muchos casos, su éxito se debe a que el tema está en manos de “expertos de la comunicación”; sin embargo, esto no garantiza la comunicación fiel del concepto científico, en otras palabras, que no sea deformado. Olson (2009), Finkler & León (2019) y Zaragoza-Tomás & Roca-Marín (2020) refieren que suele haber una carencia de conocimientos básicos para hacer eficaz la comunicación de la ciencia por parte de los “expertos de la comunicación” y también de los mismos científicos. Y no es porque no se tenga información disponible, sino que ésta puede encontrarse dispersa o ser confusa. Ante esto, el primer paso es saber a qué nos referimos con divulgación de la ciencia.

Para variar, la definición de divulgación de la ciencia todavía no está clara, es un término que a veces suele usarse indistintamente con otros parecidos (ver Glosario) y su significado ha variado con el tiempo y la geografía. Es posible que las imprecisiones encontradas se relacionen con que la divulgación de la ciencia no está profesionalizada a pesar de casi un siglo de práctica (ver Sánchez-Mora, 2002b; Cruz-Mendoza, 2019; Durón & Zapata-Salazar, 2020) y al desconocimiento de los modelos que se han desarrollado para su aplicación (Esquivel-Hernández et al., 2023).

En general, y en su forma tradicional, divulgación de la ciencia se refiere a las actividades diseñadas para aproximar la ciencia al ciudadano (receptor), donde el comunicador de un tema específico no comparte el mismo saber que el receptor. Es decir, se trata de un quehacer que pretende interpretar fielmente el conocimiento científico para hacerlo más accesible, comprensible y ameno a la sociedad en diversos formatos y medios como revistas, libros, televisión, radio, periódicos, internet, redes sociales, museos, ferias, coloquios, campamentos y conferencias, entre otros (Sánchez-Mora, 2002a; Espinosa-Santos, 2010; Moreno-Castro, 2011; Estrada, 2014; Davies & Horst, 2016; Rocha et al., 2017; DEM, 2024). También hay que anotar que algunas definiciones han incluido que el receptor es un público voluntario (Sánchez-Mora, 2002a; Cruz-Mendoza, 2019).

Debe tomarse en cuenta que, si hacer divulgación científica fuera tan simple como traducir el lenguaje de la ciencia original a definiciones parecidas, o recurrir a metáforas para su mejor comprensión a públicos no especializados como lo refieren Anaya (2002) o de Regules (2023) respectivamente, no estaríamos hablando de esto para encontrar estrategias o medios para lograr este fin. Obviamente, esto no es así de simple, pues muchos hechos de la naturaleza quizá no tienen todavía un lenguaje similar ni metáforas

equiparables. Es más, muchos eventos naturales son complejos y no se conocen maneras distintas o fáciles de entenderlos (p. e., vida, evolución biológica, especie y naturaleza ya comentados). Un aspecto importante a favor de lo anterior, es que se ha reconocido que el lenguaje empleado para la divulgación puede fluctuar entre lenguajes coloquiales y especializados, y entre la narrativa y la forma descriptiva cumpliendo el objetivo de comunicar (Camacho & Vázquez-Ahumada, 2022; Esquivel-Hernández et al., 2023), lo que nos habla de una definición que todavía sigue en construcción.

Otros puntos de vista señalan que la divulgación de la ciencia no tiene como objetivo que el público receptor termine con la comprensión o le sea transmitido un verdadero conocimiento, más bien, que termine con un cierto “barniz de saber” (Fourez, 1997; Espinoza-Santos, 2010), lo que podría entenderse como “dar a conocer” ese tema científico sin que el contenido científico sea central. Lo anterior da la sensación de estar entre el límite de divulgar y comunicar una noticia, y puede ser válido, pero no sabemos qué tanta utilidad pueda tener como estrategia para motivar el interés en la conservación de la naturaleza y otros temas.

Como se mencionó, una dificultad que tiene la divulgación de la ciencia, independientemente de cómo se le quiera llamar (comunicación pública de la ciencia, educación no formal en ciencia, popularización de la ciencia, alfabetización científica, ciudadanización de la ciencia, percepción social de la ciencia, democratización de la ciencia, apropiación social de la ciencia, apropiación de la ciencia, comunicación de la ciencia, etc.), es que todavía no hay un significado preciso, tampoco límites, diferencias o similitudes con respecto a muchos otros términos que para algunos autores son lo mismo y para otros no, causando así confusión (Moreno-Castro, 2011; Rocha et al., 2017). Incluso algunos de estos mismos términos

se usan erróneamente en el ámbito profesional para referirse a la comunicación entre pares (Rocha et al. (2017), y no a lo que idealmente se pretende entender como divulgación. Un ejemplo notable de uso inadecuado es el de “difusión científica” (Bolet, 2015; Ordóñez, 2020), término que se ha posicionado entre una variedad de otros términos no mencionados y en el que se detectan al menos tres usos en la práctica y que causan aún más confusión.

En el primer caso de uso, lo conveniente es indicar que la definición más aceptada de difusión se refiere a comunicación de la ciencia entre pares o especialistas que comprenden una misma disciplina; es decir, hay un comunicador y un receptor que comparten el mismo saber, y participan de manera bidireccional en una conversación u opinión en diversos formatos (revistas especializadas, congresos, seminarios, etc.) para refutar o fortalecer un conocimiento (Estrada, 1981; Espinoza-Santos, 2010; Estrada, 2014; Ordóñez, 2020). Como lo refiere Berruecos-Villalobos (2018), la difusión de la ciencia permanece en su carácter de “saber hacer”, lo que es distinto de “hacer saber” (comunicar, divulgar), por lo que se contrapone con Sánchez-Mora & Sánchez-Mora (2003) quienes la han mencionado como una sinonimia de divulgación.

En un segundo caso, difusión de la ciencia también suele citarse como sinónimo de divulgación (p. e., Sánchez-Mora & Sánchez-Mora, 2003; RAE, 2024a); sin embargo, muchos autores señalan que este uso es incorrecto y marcan claras diferencias con la noción que se tiene de divulgación, pues hay fundamentos basados en rasgos históricos y regionales del término difusión que lo separan de divulgación (Espinoza-Santos, 2010; Estrada, 2014, Bolet, 2015, Berruecos-Villalobos, 2018; Ordóñez, 2020).

El tercer caso es el menos citado por especialistas en el tema y que tampoco es aceptado,

pero es una forma muy utilizada en la práctica. Aquí, difusión de la ciencia se usa como una forma de comunicación informativa, de dar noticias o hacer anuncios (Ordóñez, 2020). Al respecto, podemos ver que la RAE (2024b) define la palabra “difundir” (además de divulgar) como propagar noticias, publicar o anunciar, entre otros términos, creando más confusión e imprecisiones. Un ejemplo de uso incorrecto en la práctica sería dar difusión (anunciar) al “Descubrimiento de una especie de salamandra con los colores del jaguar”; es decir, la difusión como una labor de comunicación, pero con carácter publicitario para informar el quehacer científico en medios masivos a la sociedad (folletos, redes sociales, carteleras, páginas de internet, radio, televisión, periódicos, boletines).

Esto significa que el término difusión es uno de los que suele causar mayor controversia entre quienes intentan formalizar las diferentes acepciones del tema sobre divulgación de la ciencia, y también uno de los que causa más confusión entre los usuarios y lectores. Como un ejemplo más de esto en la práctica, puede verse que en algunas estructuras curriculares académicas y administrativas, emplean difusión para referirse a divulgación, por lo que no extraña que aún en los estratos de la investigación no se empleen correctamente. Recientemente Esquivel-Hernández et al. (2023) explica que uno de los requisitos importantes para ingresar, promoverse o mantenerse en los programas de apoyo a la investigación en México, es la divulgación; sin embargo, no se cuenta con un modelo claro que indique cómo divulgar la ciencia”. Es obvio, que los temas relacionados con la imprecisión del concepto y la falta de profesionalización, entre otros, están relacionados con los problemas descritos.

Otras palabras que también suelen tener un destino parecido son los de “publicidad”, “promoción” y “extensión”, y es probable como ya se observó, que los diccionarios jueguen algún papel en causar inconsistencia conceptual o de connotación de conceptos al no tener precisión (Ordóñez, 2020).

Por ejemplo, al consultar el Diccionario de la Lengua Española de la RAE (2024a) encontramos que para la palabra divulgación (= acción y efecto de divulgar) aparecen como sinónimos o afines difusión, propagación, extensión, generalización, información, propaganda y publicidad, mientras que para publicidad (RAE, 2024c = cualidad o estado de público) se señalan como sinónimos difusión, divulgación y promoción, entre otros, observándose una clara semejanza, pero para la consulta de la palabra promoción (= acción y efecto de promover) no hay ninguna palabra que corresponda con las anteriores (RAE, 2024d). Sería entonces natural que un lector confiado en el prestigio de la fuente de información haga un uso indistinto de estos significados.

La propuesta esencial de este trabajo ha sido revisar los análisis sobre las causas de la pérdida de la biodiversidad. En este caso, tomando como ejemplo el caso de la herpetofauna de México y con base en los discursos de los paneles mundiales. La intención es resaltar que, el conocer y compartir el conocimiento de la naturaleza es la mejor estrategia que tiene la especie humana para enfrentar los problemas que ha generado, y que ésta en realidad, es una adaptación biológica que han tenido para enfrentar las condiciones del ambiente y que debe aprovechar. Algunos de los conceptos que se han tratado, quizá ayuden a poner una dimensión y a valorar uno de los fenómenos más fascinantes de la naturaleza, la vida y sus implicaciones para quienes poseemos esa cualidad. La divulgación de la ciencia como estrategia práctica, es el medio ideal porque permite la conexión del saber científico de estos temas con la sociedad, la cual es necesario que se apropie de este conocimiento para que pueda convertirse en su beneficiaria. México es un país privilegiado por su riqueza biológica que nos ha beneficiado, sin embargo, no toda la ciudadanía parece estar consciente y desconoce mucho sobre su biodiversidad, por lo que, poner en sus manos la información, fortalece la idea de “conocer para saber conservar”.

UN GLOSARIO COMO ESTRATEGIA DE APOYO PARA LA CONSERVACIÓN Y LA DIVULGACIÓN

Se considera que una de las primeras estrategias para la conservación de la naturaleza es poner en manos del divulgador y del gestor de la conservación de anfibios, reptiles, otros vertebrados y de temas afines, una serie de conceptos básicos que relacionen transdisciplinariamente a áreas del conocimiento como la biología, la zoología, la herpetología, la conservación y la divulgación de la ciencia, entre otras, y que se puedan incorporar a los discursos objetivo con una aproximación conceptual y promover una comprensión fundamentada.

De esta manera, y para finalizar, se ha desarrollado un glosario (ver Apéndice) como un apoyo para la conservación de la biodiversidad, en el que se utilicen los discursos de la divulgación de la ciencia y de las organizaciones internacionales dedicadas a enfrentar la problemática ambiental, el cual pone al alcance aproximaciones elementales sobre la noción de naturaleza, la ecoalfabetización, las Contribuciones de la Naturaleza a las Personas (Servicios Ecosistémicos), entre otras, para comprender el valor, importancia y las contribuciones de los recursos naturales de la biodiversidad. Adicionalmente, se comenta que las aproximaciones de los conceptos tienen la intención de brindar una herramienta que reduzca la formación de ideas confusas en los interesados en desarrollar documentos para divulgar el conocimiento científico y gestionar planes y propuestas para conservación de la vida silvestre en México.

Los conceptos del glosario fueron elaborados y adaptados a partir de diversas fuentes de información provenientes de artículos, libros, informes de evaluación, fundaciones, plataformas de organizaciones intergubernamentales regionales, algunas convocadas por Naciones

Unidas, así como recursos de algunas instituciones tanto nacionales como extranjeras y universidades del mundo.

Agradecimientos. Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE200824. Agradecemos a María del Pilar López Rico y a Citlalli Juárez de la Luz por las correcciones al manuscrito y al glosario respectivamente; a los dos revisores anónimos que con sus observaciones mejoraron profundamente el manuscrito.

LITERATURA CITADA

Anaya, R. 2002. La función democrática del periodismo científico. In: Tonda-Mazón, J., A. M. Sánchez-Mora & N. Chávez Arredondo (coords.), Pp. 13-19. Antología de la divulgación de la ciencia en México. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Balderas-Valdivia, C. J., A. Alvarado-Zink & H. Domínguez-Vega. 2019. Los lagartos enchaquirados. *Correo del Maestro*, 227: 5-17.
- Balderas-Valdivia, C. J. & A. González-Hernández. 2024. Inventario de la Herpetofauna de México. <https://www.herpetologiamexicana.org/inventario-de-especies/> [Acceso: noviembre, 2024]
- Balderas-Valdivia, C. J., A. González-Hernández & A. Leyte-Manrique. 2021. Servicios ecosistémicos de reptiles venenosos en el trópico seco. *Herpetología Mexicana*, 1: 19-38. DOI: <https://doi.org/10.69905/a6pskm57>
- Balderas-Valdivia, C. J., A. González-Hernández & A. Leyte-Manrique. 2022. Inventario mexicano de anfibios y reptiles, su riqueza mundial. In: Joaquim de Freitas D. R. (ed.), Pp. 65-124. *Ciencias biológicas: vida y organismos vivos*. Ponta Grossa, Atena Editora.
- Bárceñas, A., J. L. Samaniego, W. Peres & J. E. Alatorre. 2020. La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe. *Libros de la CEPAL No. 60 (LC/PUB 2019/23-P)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 375 pp.
- Beck, D. D. 2005. *Biology of Gila Monsters and Beaded Lizards*. Berkeley / Los Angeles: University of California Press. 211 pp.
- Berkes, F., J. Colding & C. Folke. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10 (5): 1251–1262. DOI: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)
- Berlanga, H., V. Rodríguez & H. Gómez de Silva. 2010. aVerAves: La ciencia ciudadana para la conservación. In: Carabias, J., J. Sarukhán, J. de la Maza, Javier & C. Galindo (coords), Pp. 196-197. *Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito*. CONABIO, México, D. F.
- Berruecos-V., M. de L. 1995. La producción discursiva de la ciencia. *Argumentos*, 23: 93-108.
- Berruecos-Villalobos M. de L. G. 2018. La ciencia en la palabra subjetividad y divulgación científica. *Colección Cuadernos del DEC*, Universidad Autónoma Metropolitana. 169 pp.
- Blanco, J. & S. M. Carrière. 2016. Sharing local ecological knowledge as a human adaptation strategy to arid environments: Evidence from an ethnobotany survey in Morocco. *Journal of Arid Environments*, 127: 30-43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.10.021>
- Boege, E. 2008. El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México, Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 344 pp.
- Bogert, C. M. & R. Martín del Campo. (1956) 1993. The gila monster and its allies. Facsimile of the first edition. With a new preface by Charles M. Bogert and retrospective essay by Daniel D. Beck. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles*. 242 pp.
- Bolet, F. J. 2015. Difusión y divulgación de la ciencia: orígenes históricos y rasgos discursivos diferenciadores. *Bitácora-e*, 1: 3-32.
- Böhm, M., B. Collen, J. E. M. Baillie, P. Bowles, J. Chanson et al. 2013. The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*, 157 (2013): 372-385.
- Bonfil-Olvera, M. 2003. La tensión esencia. *El Muégano Divulgador*, 23: 9.
- Butlin, R. K., J. R. Bridle & D. Schluter. 2009. *Speciation and Patterns of Diversity*. Cambridge

University Press. 333 pp.

Camacho, J. & M. A. Vázquez- Ahumada. 2022. Multimodalidad en tres tipos de textos de divulgación de la ciencia para niños. *Estudios de Lingüística Aplicada*, 40 (75): 37-73. DOI: <https://10.22201/enallt.01852647p.2022.75.1004>

Capra, F. 1999. *Ecoliteracy: the challenge for education in the next century*. Liverpool Schumaner Lectures. Center for Ecoliteracy. Berkely, California.

Ceballos, G. & F. Eccardi. 2003. *Animales de México en peligro de extinción*. Fundación Ingeniero Alejandro Peralta y Díaz Ceballos. 203 pp.

Ceballos, G., G. Santo-Barrera & L. Canseco-Márquez. 2024a. *Anfibios y reptiles de México en peligro de extinción, volumen I: anfibios*. Grañen Porrúa-Litio Grapo, DCMX.

Ceballos, G., G. Santo-Barrera & L. Canseco-Márquez. 2024b. *Anfibios y reptiles de México en peligro de extinción, volumen II: reptiles*. Grañen Porrúa-Litio Grapo, DCMX.

Ceballos, G. & L. Márquez-Valdemar. 2000. *Las aves en peligro de extinción*. CONABIO-Fondo de Cultura Económica. México. 430 pp.

Ceballos, G. & G. Oliva. 2003. *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO-Fondo de Cultura Económica. México. 986 pp.

Ceballos, G. & P. Ortega-Baes. 2011. La sexta extinción: la pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico. In: Simonetti, J. A. & R. Dirzo (eds), Pp. 95-108. *Conservación Biológica: Perspectivas de Latinoamérica Latina*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.

Celis-Diez, J. L., C. E. Muñoz, S. Abades, P. A. Marquet & J. J. Armesto. 2017. *Biocultural*

homogenization in urban settings: Public knowledge of birds in city parks of Santiago, Chile. *Sustainability*, 9 (4): 485. DOI: <https://doi.org/10.3390/su9040485>

Chapman, E. J. & J. B. Carrie. 2018. The flexible application of carrying capacity in ecology. *Global Ecology and Conservation*, 13 (2018): e00365. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.e00365>

Charre-Medellin, J. F. 2013. Los mamíferos silvestres desconocidos y en peligro de extinción de Michoacán. *Saber Más Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 2 (10): 12-13.

Cloquell, M. E. 2017a. Sobre la sexta extinción (I) Apariencia y realidad en la ecología de la sexta extinción. *Revista Latinoamericana de Estudios Críticos Animales*, 4 (1): 107-126.

Cloquell, M. E. 2017b. Sobre la sexta extinción (II) De la domesticación a la sexta extinción. *Revista Latinoamericana de Estudios Críticos Animales*, 4 (2): 202-224.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2008. *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 620 pp.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2010. *Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México*. CONABIO, CONANP, SEMARNA. 110 pp.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2024. *Biodiversidad Mexicana*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/> [Acceso: noviembre, 2024]

- Coscieme L., H. da Silva Hyldmo, Á. Fernández-Llamazares, I. Palomo, T. H. Mwampamba et al. 2020. Multiple conceptualizations of nature are key to inclusivity and legitimacy in global environmental governance. *Environmental Science and Policy*, 104: 36-42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.018>
- Courchamp F., I. Jaric, C. Albert, Y. Meinard, W. J. Ripple & G. Chapron. 2018. The paradoxical extinction of the most charismatic animals. *PloS Biology*, 16 (4): 1-13 e2003997. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003997>
- Cox, D. T. C., H. L. Hudson, D. F. Shanahan, R. A. Fuller & K. J. Gaston. 2017. The rarity of direct experiences of nature in an urban population. *Landscape and Urban Planning*, 160: 79-84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.12.006>
- Cruz-Mendoza, E. D. 2019. Divulgación científica: enseñanza y evaluación. *Revista Digital Universitaria*, 20 (4): 1-12. DOI: <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n4.a3>
- Cuevas, J. C., I. Tello-López, J. A. González-Pelayo & C. Palomera-García. 2018. ¡Sal a pajarear! Una mirada a la observación de aves en México. *ORAMA*, 2: 29-33.
- Cumming, G. S. 2016. The relevance and resilience of protected areas in the Anthropocene. *Anthropocene*, 13: 46-56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.03.003>
- Cupul-Cicero, V., W. de J. Aguilar-Cordero, J. Chablé-Santos & C. I. Sélem-Salas. 2019. Conocimiento etnozoológico de la herpetofauna de la comunidad maya de Santa Elena, Yucatán, México. *Estudios de Cultura Maya*, LIV: 285-314.
- Curtis, H., N. S. Barnes, A. Schnek & A. Massarini. 2008. *Curtis Biología*. 7a. Ed. Editorial Médica Panamericana. 1009 pp.
- Cuthbert, R. N., C. Diagne, P. J. Haubrock, A. J. Turbelin & F. Courchamp. 2022. Are the “100 of the world’s worst” invasive species also the costliest? *Biological Invasions*, 24:1895-1904.
- Davies, S. R. & M. Horst. 2016. *Science Communication, Culture, Identity and Citizenship*. Palgrave Macmillan, London. 266 pp. DOI: <https://doi.org/10.1057/978-1-137-50366-4>
- Díaz, S., U. Pascual, M. Stenseke, B. Martín-López, R. T. Watson et al. 2018. Assessing nature’s contributions to people. *Science*, 359 (6373): 270-272. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>
- de Régules, S. 2023. Pásele a la cocina. ¿Cómo ves? 301:14-17.
- DEM (Diccionario del Español de México). 2024. Divulgación. El Colegio de México, A. C. <https://dem.colmex.mx/Ver/divulgaci%c3%b3n> [Acceso: noviembre, 2024]
- Domínguez, R., M. León, J. L. Samaniego & O. Sunkel. 2019. El pensamiento neoestructuralista de la CEPAL sobre recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad (1990-2018). In: Sánchez, J. (coord), Pp. 89-195. *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad. 70 años de pensamiento de la CEPAL*. Libros de la CEPAL No. 158 (LC/PUB 2019/18-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Domínguez-Vega, H., C. J. Balderas-Valdivia, J. Manjarrez & O. Monroy-Vilchis. 2018. Conociendo al lagarto escorpión: leyendas, realidad y potencial de una rareza biológica. *CIENCIA ergo-sum*, 25 (2): 1-8. DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v25n2a10>
- Droz, L., H-M. Chen, H-T. Chu, R. Fajrini, J. Imbong et al. 2022. Exploring the diversity of conceptualizations of nature in East and South-East Asia. *Humanities and Social Sciences*

- Communications, 9 (186):1-12. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01186-5>
- Ducarme, F., F. Flipo & D. Couvet. 2021. How the diversity of human concepts of nature affects conservation of biodiversity. *Conservation Biology*, 35:1019-1028. <https://doi.org/10.1111/cobi.13639>
- Durón, J. S. & J. Zapata-Salazar. 2020. La radiodifusión universitaria: acción discursiva radiofónica para la divulgación de la ciencia. *Ámbitos Revista Internacional de Comunicación*. 47: 87-108. DOI: <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2020.i47.05>
- Espinosa-Santos, V. 2010. Difusión y divulgación de la investigación científica. *IDESIA*, 28 (3): 5-6.
- Esquivel-Hernández, M. A., A. Escudero-Nahón & E. Mercado-López. 2023. Los modelos de divulgación científica en México: Cartografía Conceptual. In: Escudero-Nahón, A. & R. Palacios-Díaz (coords.), Pp. 465-477. *Horizontes de la transformación digital*. Editorial Transdigital. DOI: <https://doi.org/10.56162/transdigitalb18>
- Estrada, L. 1981. La divulgación de la ciencia. In: Estrada, L., J. Fortes, L. Lomnitz, J. de Oyarzabal, M. L. Rodríguez-Sala & A. Tovar (coords.), Pp. 55-75. *La divulgación de la ciencia, Cuadernos de Extensión Universitaria*, México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Estrada, L. 2014. La comunicación de la ciencia. *Revista Digital Universitaria*. 5 (3): 2-11.
- Finker, W. & B. León. 2019. The power of storytelling and video: a visual rhetoric for science communication. *Journal of Science Communication*, 18 (05): 1-23. <https://doi.org/10.22323/2.18050202>
- Flores-Villela, O. & U. O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 467-475.
- Fourez, G. 1997. Alfabetización científica y tecnológica, Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Ediciones Colihue. Argentina. 256 pp. http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_t4hCUOYG7gC&oi=fnd&pg=PA3&dq=alfabetizacion+tecnologica&ots=0iVRjHoMAC&sig=IO1WTSTvHrDW-xBMvljwEYkbozE
- Galindo-Leal, C. J. Sarukhán-Kermez & D. C. Wrigh-Carr, 2017. Una historia natural del emblema nacional de México. In: Galindo-Leal, C. (ed.), Pp. 42-61. *Escudo Nacional: flora, fauna y biodiversidad*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Cultura, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Museo Nacional de Antropología.
- Genovart, M., G. Tavecchia, J. J. Enseñat & P. Laiolo. 2013. Holding up a mirror to the society: Children recognize exotic species much more than local ones. *Biological Conservation*, 159: 484-489. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.10.028>
- Gligo, N., G. Alonso, D. Barkinn, A. Brailovsky, F. Brzovic, et al. 2020. La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe. *Libros de la CEPAL No. 61 (LC/PUB 2020/11-P)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 120 pp.
- Gómez-Márquez, J. 2021. What is life? *Molecular Biology Reports*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-021-06594-5>
- González-Contreras G. B. & C. J. Balderas-Valdivia. 2022. Herpetofauna del Parque Ecoturístico Didáctico San Lorenzo Chiamilpan. *Herpetología Mexicana*. 3: 1-15. DOI: <https://doi.org/10.69905/vd04rn18>
- González-Ordaz, G. I. & J. G. Vargas-Hernández.

2017. La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Revista de coyuntura y perspectivas*, 2 (3): 105-130.
- Guimarães, R. 2003. Tierra de sombras: desafíos de la sustentabilidad y del desarrollo territorial y local ante la globalización corporativa. *Serie Medio Ambiente y Desarrollo*, No. 67 (LC/L.1967-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 62 pp.
- Harrison, K. D. 2007. *When Languages Die: The Extinction of the world's languages and the erosion of human knowledge*. Oxford University Press, Inc. 304 pp.
- Herron, J. C. & S. Freeman. 2014. *Evolutionary Analysis*. Pearson Education, Inc. 850 pp.
- Hernández-Trujillo, A. M., E. A. Hickman-Carranza, M. F. Lechuga-Olguín, J. J. López-Zenón, I. J. Ramírez-Muñoz et al. 2022. La importancia de conservar a las serpientes en Papantla, Veracruz. *Herpetología Mexicana*, 4: 1-25. DOI: <https://doi.org/10.69905/as7gs623>
- Hooykaas, M. J. D., M. Schilthuizen, C. Aten, E. M. Hemelaar, C. J. Albers & I. Smeets. 2019. Identification skills in biodiversity professionals and laypeople: A gap in species literacy. *Biological Conservation*, 238. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108202>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Anexo II: Glosario. In: Mach, K. J., S. Planton & C. von Stechow (eds.), Pp. 127-141. *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC, Ginebra, Suiza.
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). 2024a. Home. <https://www.ipbes.net/> [Acceso: noviembre, 2024]
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). 2024b. IPBES core glossary. <http://www.ipbes.net/glossary> [Acceso: noviembre, 2024].
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). 2019. *Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Brondízio, E. S., J. Settele, S. Díaz & H. T. Ngo (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1144 pp. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5517154>
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). 2022. *Methodological Assessment Report on the Diverse Values and Valuation of Nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Balvanera, P., U. Pascual, M. Christie, B. Baptiste & D. González-Jiménez (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 562 pp. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6522522>
- Isasi-Catalá, E. 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36 (1): 31-38.
- Jaramillo, L. 2003. ¿Qué es Epistemología? *Cinta moebio* 18: 174-178.
- Luedtke, J. A., J. Chanson, K. Neam, L. Hobin, A. O. Maciel et al. 2023. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*, 622: 308-314. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06578-4>
- Maldonado-López, Y. & P. Cuevas-Reyes. 2022. *Anfibios estresados en un mundo antropizado*.

- Saber Más Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 11 (6): 14-17.
- Marroquín-Páramo, J. A. & I. Suazo-Ortuño. 2020. Anfibios y reptiles: Una batalla contrarreloj. *Saber Más Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 9 (51): 28-31.
- Marouf, M., M. Batal, S. Moledor & S. N. Talhouk. 2015. Exploring the practice of traditional wild plant collection in Lebanon. *Food, Culture & Society*, 18 (3): 355-378. DOI: <https://doi.org/10.1080/15528014.2015.1043103>
- Martín-Villuendas, M. 2019. Una discusión en torno a los límites del concepto especie. *Revista de Humanidades de Valparaíso*, 14: 241-273. DOI: <https://doi.org/10.22370/rhv2019iss14pp241-273>
- Mayr, E. 1963. *Populations, Species, and Evolution*. Cambridge: Harvard University Press. 453 pp.
- Maza-Villalobos, S. & E. Monroy-Hernández. 2022. Ni princesas ni príncipes encantados, solo anfibios amenazados. *Saber Más Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 11 (65): 17-21.
- McBride, B. B., C. A. Brewer, A. R. Berkowitz & W. T. Borrie. 2013. Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here? *Ecosphere* 4 (5): 67. DOI: <http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00075.1>
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and human well-being. A framework for assessment*. Island Press, Washington, D. C., USA.
- Moreno-Castro, C. (ed.). 2011. *Periodismo y divulgación científica: tendencias en el ámbito iberoamericano*. Editorial Biblioteca Nueva, S. L. 379 pp.
- Morrone, J. J. 2008. Endemism. In: Brian Fath, B. (ed.), *Pp. 81-86. Encyclopedia of ecology* (2nd. Ed.), Vol. 3. Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63768-0.00786-1>
- NA (The National Academies). 2024a. *Evolution Resources at the National Academies: Definitions of Evolutionary Terms*. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. <https://www.nationalacademies.org/evolution/definitions> [Acceso: noviembre, 2024]
- NA (The National Academies). 2024b. *Evolution resources at the National Academies: Science and Religion*. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. <https://www.nationalacademies.org/evolution/science-and-religion> [Acceso: noviembre, 2024]
- NU (Naciones Unidas). 2023. *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023: Edición especial. Por un plan de rescate para las personas y el planeta*. Naciones Unidas. 76 pp.
- Olson, R. 2009. *Don't be such a scientist: talking substance in an age of style*. Washington, DC, USA. Island Press. 256 pp.
- Ordóñez, J. 2020. La importancia de la difusión y la divulgación continua de los hallazgos científicos. *lus Comitiãlis*, 3 (6): 5-6.
- Orduña-Villaseñor, M., D. Valenzuela-Galván & J. E. Schondube. 2022. Tus mejores amigos pueden ser tus peores enemigos: impacto de los gatos y perros domésticos en países megadiversos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 94: 1-26 e944850. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.94.4850>
- Parra, S. C. 2018. Eco-alfabetización. *Infancias Imágenes*, 17 (1): 117-124.

- Pilgrim, S., D. Smith & J. Pretty. 2007. A cross-regional assessment of the factors affecting ecoliteracy: implications for policy and practice. *Ecological Applications*, 17 (6): 1742-1751. DOI: <https://doi.org/10.1890/06-1358.1>
- Pross, A. 2012. *What is Life? How Chemistry becomes Biology*. Oxford University Press. 200 pp.
- Quintero-Vallejo, D. E. & L. Ochoa-Ochoa. 2022. Priorización y distribución de los anfibios en las áreas naturales protegidas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93: 1-23 e933939 DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.3939>
- RAE (Real Academia Española). 2024a. Divulgación. *Diccionario de la Lengua Española*. Asociación de Academias de la Lengua Española. <https://dle.rae.es/divulgaci%C3%B3n?m=form> [Acceso: noviembre, 2024]
- RAE (Real Academia Española). 2024b. Difundir. *Diccionario de la Lengua Española*. Asociación de Academias de la Lengua Española. <https://dle.rae.es/difundir?m=form> [Acceso: noviembre, 2024]
- RAE (Real Academia Española). 2024c. Publicidad. *Diccionario de la Lengua Española*. Asociación de Academias de la Lengua Española. <https://dle.rae.es/publicidad> [Acceso: noviembre, 2024]
- RAE (Real Academia Española). 2024d. Promoción. *Diccionario de la Lengua Española*. Asociación de Academias de la Lengua Española. <https://dle.rae.es/promoci%C3%B3n?m=form> [Acceso: noviembre, 2024]
- Reiserer, R. S., G. W. Schuett & D. D. Beck. 2013. Taxonomic reassessment and conservation status of the beaded lizard, *Heloderma horridum* (Squamata: Helodermatidae). *Amphibian and Reptile Conservation*, 7(1): 74-96.
- Rocha, M., L. Massarani & C. Pedersoli. 2017. La divulgación de la ciencia en América Latina: términos, definiciones y campo académico. In: *Aproximaciones a la investigación en divulgación de la ciencia en América Latina a partir de sus artículos académico*, Pp. 39-58. Rio de Janeiro, Fiocruz-COC. <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.4668/pm.4668.pdf>
- Rodríguez-Estrella, R., A. Lafón, G. de León, J. Nosedal, L. Chapa, L. Scott, F. Eccardi, J. Ojeda & A. Lozano. 2020. Informe del Programa de Monitoreo del Águila Real en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad & CIBNOR. México. 15 pp.
- Sánchez-Mora, A. M. 2002a. Bestiario de los divulgadores. In: Tonda-Mazón, J., A. M. Sánchez Mora & N. Chávez-Arredondo (coord.), Pp. 302-306. *Antología de la divulgación de la ciencia*. DGDC, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez-Mora, A. M. 2002b. Guía para el divulgador atribulado I: Enseñanza y aprendizaje de la divulgación. *El Muégano Divulgador*, 17: 4-5.
- Sánchez-Mora, A. M. & C. Sánchez-Mora. 2003. Glosario de términos relacionados con la divulgación: una propuesta. *El Muégano Divulgador*, 21: 9.
- Sánchez, R. J. 2019. La bonanza de los recursos naturales para el desarrollo. Dilemas de gobernanza. Libros de la CEPAL No. 157 (LC/PUB 2019/13-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 410 pp.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo et al. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 100 pp.

- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo et al. 2017. Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 126 pp.
- Schrödinger, E. 1944. What is Life? 14 th ed. Cambridge University Press: Cambridge. 184 pp.
- Schwann, A. 2018. Ecological wisdom: Reclaiming the cultural landscape of the Okanagan Valley. *Journal of Urban Management*, 7(3): 172-180. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.05.004>
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Programa de Acción para la Conservación de las Especies Águila real (*Aquila chrysaetos*) SEMARNAT/CONANP, México. 47 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Programa de Acción para la Conservación de las Especies Jaguar (*Panthera onca*) SEMARNAT/CONANP, México. 53 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2018a. Programa de Acción para la Conservación de las Especies *Ambystoma* spp. SEMARNAT/CONANP, México. 75 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2018b. Programa de Acción para la Conservación de las Especies: Serpientes de Cascabel (*Crotalus* spp.). SEMARNAT/CONANP, México. 153 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2019. PROYECTO de Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010, Diario Oficial de la Federación 14 de noviembre de 2019.
- Shah, S. & J. A. Bhat. 2019. Ethnomedicinal knowledge of indigenous communities and pharmaceutical potential of rainforest ecosystems in Fiji Islands. *Journal of Integrative Medicine*, 17(4): 244-249. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joim.2019.04.006>
- Toledo, V. M. 2013. El paradigma biocultural: crisis ecológica, modernidad y culturas tradicionales. *Sociedad y Ambiente*, 1 (1): 50-60.
- UC (Universidad de California, Berkeley). 2024. UC Museum of Paleontology Understanding Evolution. www.understandingevolution.org [Acceso: noviembre, 2024]
- Uchida, K. & K. Kamura. 2020. Traditional ecological knowledge maintains useful plant diversity in semi-natural grasslands in the Kiso Region, Japan. *Environmental Management*, 65 (4): 478-489. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01255-y>
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales). 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-21. <https://www.iucnredlist.org> [Acceso: diciembre, 2024]
- Valencia-Ávalos, S. 1991. El problema de la especie. *Ciencias*, 24:13-22.
- WWF (World Wildlife Fund). 2018. Living Planet Report - 2018: Aiming Higher. Grooten, M. & R. E. A. Almond (Eds.). WWF, Gland, Switzerland. 144 pp.
- Whiten, A. 2021. The burgeoning reach of animal culture. *Science*, 372 (6537): eabe6514. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.abe6514>
- Yamaura, Y., M. Higa, M. Senzaki & I. Koizumi.

2018. Can charismatic megafauna be surrogate species for biodiversity conservation? Mechanisms and a test using citizen data and a Hierarchical Community Model. In: Nakamura, F. (ed.), Pp. 151-177. Biodiversity conservation using umbrella species. Ecological Research Monographs. Springer, Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-7203-1_11

Yucra- Quispe, T. & L. Z. Bernedo-Villalta, 2020. Epistemología e Investigación Cuantitativa. Revista Igobernanza, 3 (12): 107 -120. DOI: <https://doi.org/10.47865/igob.vol3.2020.88>

Zaragoza- Tomás, J. C. & D. Roca-Marín. 2020. El movimiento Youtuber en la divulgación científica española. Revista Prisma Social, 31: 212-238.

APÉNDICE

Glosario: Glosario de apoyo a la conservación de la naturaleza y divulgación de la ciencia.

APÉNDICE

GLOSARIO DE APOYO A LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA Y DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Término	Definición	Fuente
Aclimatación	Son los cambios funcionales (fisiológicos) o morfológicos ocurridos, ya sea una o varias ocasiones durante la vida de un ser vivo.	IPBES (2024b)
Adaptación	Es la respuesta de los sistemas naturales (incluida la especie humana) para ajustarse a nuevos cambios del ambiente por medio sus capacidades, expresiones o cambios genéticos (morfología, fisiología, conducta); es una respuesta a estímulos que logra moderar el daño y aprovecha oportunidades benéficas.	IPBES (2024b); UC (2024)
Agroecosistema (agrobiodiversidad)	Sistema de actividad humana de importancia alimentaria en el que predomina la agricultura, que además de activos, mantiene parte de biodiversidad (todo en su conjunto, agrobiodiversidad, a veces producto de especies seleccionada durante milenios) y sus procesos ecológicos como las redes tróficas. Aunque es un ecosistema, afecta el ensamble de especies, flujo de energía y biomasa, y el equilibrio de nutrientes originales del suelo.	IPBES (2024b)
Alelo	Una de varias versiones de un gen que puede estar en un locus, por ejemplo, el locus para el color de una flor puede tener el alelo violeta o el alelo rojo.	UC (2024)
Animismo	Cuando se atribuye un "alma viviente" de los seres vivos a los objetos o fenómenos de la naturaleza.	IPBES (2024b)
Antropoceno	Es un intervalo de tiempo que reconoce la actividad humana y sus efectos, pretende ser una nueva época geológica que abarca desde la agricultura temprana hasta los tecnofósiles en la actualidad.	Cloquell (2017a y b); IPBES (2024b)
Antropocéntrico	Es la percepción o interpretación humana de los sucesos, naturaleza y lo que lo rodea. Considera a los humanos como parte central de las explicaciones. Las PNC (por siglas en inglés, Contribuciones de la Naturaleza a las Personas) es un ejemplo de la visión antropocéntrica porque se valora por los beneficios a los humanos.	IPBES (2024b)
Antropogénico	Que tiene su origen por las acciones humanas.	IPBES (2024b)
Aprendizaje (tradicional y formal)	Es el proceso para adquirir conocimientos, prácticas y creencias por medio de la imitación, copia, ensayo, error y los efectos o acumulación de ciencia y tecnología que se transmite entre individuos.	IPBES (2024b)
Beneficios de la naturaleza para las personas	Según IPBES, todos los beneficios (y en ocasiones pérdidas) que la humanidad obtiene de la naturaleza.	IPBES (2024a y b)
Beneficios no materiales de la Naturaleza	Beneficios sin forma física: espiritualidad, intelecto, recreación, cultura y valores estéticos.	IPBES (2024a y b)
Biodiversidad	Es la variedad de vida en el planeta Tierra, que incluye diversidad dentro de las especies, entre las especies, sus atributos genéticos, fenotípicos, filogenéticos y funcionales, además incluye todos los ecosistemas continentales y oceánicos.	Sarukhán et al., (2009); IPBES (2024)
Biología de la conservación	Rama de la biología que se dedica a la conservación, gestión y protección de las especies, sus poblaciones y los ecosistemas.	IPBES (2024b)
Bosque primario	Estado natural de los bosques sin intervención humana, donde los procesos evolutivos han generado la biodiversidad y procesos que los compone.	IPBES (2024b)
Calentamiento global	Aumento del promedio de la temperatura de la Tierra a escala centenaria y sus efectos climáticos relacionados.	IPCC (2014); IPBES (2024b)
Cambio climático	Cambio en los patrones climáticos durante un período de tiempo prolongado, de décadas a millones de años. Puede tener origen humano y no humano o su combinación, y se debe a la alteración de la composición de la atmósfera.	IPCC (2014); IPBES (2024b)
Cambio de uso de suelo	Modificación de la tierra por causas humanas, pasando de entornos naturales a los llamado urbes, zonas seminaturales y agrícolas.	IPCC (2014); IPBES (2024b)

Término	Definición	Fuente
Capacidad de carga	1. Límite máximo de un ecosistema para proporcionar bienes y servicios tangibles e intangibles sosteniblemente, sin alterse sus características bio-geo-químicas, funciones y capacidad de reponerse a perturbaciones humanas o naturales. 2. Límite mayor del tamaño poblacional de una especie que el ambiente puede soportar sostenidamente y perpetua.	Chapman & Carrie (2018); IPBES (2024b)
Capital natural	La frase es una metáfora de la economía para referirse a las cantidades limitadas de recursos físicos y biológicos del planeta. Son inherentes los servicios ecosistémicos que hacen posible existencia humana.	CONABIO (2008); IPBES (2024b)
Ciencia ciudadana	Investigación colaborativa de voluntarios y científicos por medio de interfaces digitales interconectadas (informática) para atender preguntas de la vida real. Su información suele requerir de verificación experta y tiene limitantes cuando los datos de imagen u otros formatos no se pueden analizar para dar una respuesta certera. Otros sinónimos son: ciencia colaborativa, ciencia comunitaria, monitoreo participativo, ciencia cívica, ciencia colectiva o monitoreo voluntario.	IPBES (2024b)
Clado	Ver Taxón. Conjunto de seres vivos que comprenden todos los descendientes (vivos y extintos) de un ancestro común durante el proceso de la evolución biológica.	IPBES (2024b); UC (2024)
Comunidad (ecológica)	Es el conjunto de poblaciones de más de una especie que se relacionan entre sí en un espacio y tiempo determinado.	IPBES (2024b)
Conservación biológica	Ocupación y aplicación de la ciencia en problemas para la preservación de la biodiversidad que está o puede estar en situación de amenaza por causas humanas y otros factores.	IPBES (2024b)
Conservación de la biodiversidad	Son los actos para gestionar la interacción entre humanos y la diversidad biológica con el propósito obtener permanentemente el mayor beneficio actual y futuro para las personas y la naturaleza.	IPBES (2024b)
Contribuciones de la Naturaleza a las Personas (PNC, por sus siglas en inglés)	Según la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas IPBES (por sus siglas en inglés), las Contribuciones de la Naturaleza a las Personas (PNC, por sus siglas en inglés) son todas las contribuciones, tanto positivas como negativas (según el punto de vista), de la naturaleza viva (organismos, ecosistemas y sus procesos ecológicos y evolutivos) a la calidad de vida de las personas. Las contribuciones benéficas incluyen provisión de alimentos, purificación del agua, control de inundaciones e inspiración artística, mientras que las contribuciones perjudiciales incluyen transmisión de enfermedades y depredación dañina a las personas o sus bienes. IPBES identifica 18 categorías de PNC, organizadas en 3 grupos parcialmente superpuestos: 1) Las contribuciones materiales (energía, alimentos, materiales y asistencia), que son seres vivos, sustancias, objetos u otros elementos materiales de la naturaleza que sustentan directamente la existencia física y los bienes materiales de las personas. Por lo general, se consumen físicamente, por ejemplo, cuando los organismos se transforman en alimentos, energía o materiales para ropa, refugio o fines ornamentales. 2) Las contribuciones no materiales (recursos genéticos y medicinales, aprendizaje e inspiración, experiencias, identidades de apoyo, opciones de mantenimiento) son los efectos de la naturaleza sobre los aspectos subjetivos o psicológicos que sustentan la calidad de vida de las personas. Por ejemplo, los bosques y los arrecifes de coral ofrecen oportunidades para la recreación y la inspiración, o los organismos (animales, plantas, hongos) o hábitats (montañas, lagos) que son la base de experiencias espirituales o de cohesión social. 3) Las contribuciones reguladoras (mantenimiento y creación del hábitat, polinización y dispersión de semillas, regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación de la acidificación oceánica, regulación de la calidad del agua dulce, regulación de la cantidad del agua, formación y protección del suelo, regulación de eventos peligrosos y extremos, regulación de organismos perjudiciales) son aspectos funcionales y estructurales de los organismos y ecosistemas que modifican las condiciones ambientales y/o regulan la generación de contribuciones materiales y no materiales. Por ejemplo, las personas disfrutan directamente de plantas por ser útiles o hermosas, e indirectamente de los organismos del suelo que regulan o participan en el suministro de nutrientes a dichas plantas. La IPBES reemplaza el término Servicios Ecosistémicos inicialmente usado por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés) por PNC. Originalmente los Servicios Ecosistémicos se clasifican en cuatro categorías: de provisión, culturales, regulación y de soporte; sin embargo, IPBES ha observado que varios servicios caben en más de una categoría, deseando además incluir los efectos positivos y negativos (IPBES ya no incluye a los servicios de soporte). El término "servicios" tiene su origen en la economía, por lo que suele tener una visión estrecha de las relaciones naturaleza-personas; PNC intenta ser inclusivo.	Díaz et al. (2018); IPBES (2024a y b)

Término	Definición	Fuente
Control (de especies)	Acciones tomadas para disminuir o eliminar la diseminación, abundancia, propagación e impacto de las especies exóticas invasoras en una determinada región.	CONABIO (2010); IPBES (2024b)
Control biológico	Utilización de organismos vivos para el control de plagas animales o vegetales utilizando los atributos de otros organismos como sus capacidades de depredación, parasitismo, herbivoría, entre otros, y que involucra la gestión humana. El mecanismo clásico consiste en la introducción intencional de una especie exótica generalmente coevolucionada.	IPBES (2024b)
Cosmocéntrico	Visión de la realidad que da mayor importancia o énfasis al universo o la naturaleza, y es la posición opuesta a la visión antropocéntrica donde se centra en la humanidad como el elemento principal existente.	IPBES (2024b)
Cosmovisión	Manera en que cada sociedad humana desarrolla su visión del mundo para explicar los elementos y seres vivos que lo habitan, la dinámica del universo, así como sus propiedades espacio-temporales y sus principios y energías que explican su origen y futuro.	IPBES (2024b)
Cuello de botella demográfico	Reducción del acervo genético de una población causado por un evento natural o humano que reduce drásticamente el tamaño de dicha población hasta llevarla a la extinción. Los alelos, que constituyen la variante genética, se pierden, y los individuos de la población restante carecen de variabilidad o diversidad genética que le permita adaptarse a nuevos cambios ambientales, por lo que mueren.	IPBES (2024b)
Cultura	Es el conjunto o sistema de creencias, valores, conductas, costumbres, tradiciones y artefactos que comparte una sociedad para enfrentar el mundo real, y que se transmiten de generación en generación a través de la observación, imitación y aprendizaje. La cultura no es exclusiva de los humanos, y quizá, con excepción del concepto de creencias, muchos animales sociales también la desarrollan.	Whiten (2021); IPBES (2024b)
Difusión científica	Ver Divulgación. Existe una inconsistencia del término difusión científica con tres usos. El más aceptado, se refiere a la comunicación de la ciencia entre pares; es decir, entre especialistas y colegas que comprenden un mismo tema o disciplina. En este caso, comunicador y receptor, comparten el mismo saber, y participan en un esquema bidireccional de conversación u opinión en diversos formatos (revistas especializadas, congresos, seminarios) para refutar o fortalecer un conocimiento. En un segundo caso, difusión de la ciencia también se usa indistintamente con el término de divulgación; sin embargo, muchos autores marcan claras diferencias que se fundamentan con rasgos históricos y regionales. El tercer caso es el menos analizado por especialistas y tampoco aceptado, pero frecuentemente utilizado en la práctica, donde difusión de la ciencia se usa incorrectamente como una actividad informativa (p. e., dar difusión al descubrimiento de una nueva especie de serpiente mexicana); es decir como una labor de comunicación pero con carácter publicitaria para informar el quehacer científico en medios masivos a la sociedad (folletos, redes sociales, cartelera, páginas de internet, radio, televisión, periódicos). En su conjunto, difusión es uno de los términos que suele causar mayor controversia entre quienes intentan formalizar las diferentes acepciones del tema sobre divulgación de la ciencia, y también uno de los que causa más confusión entre los usuarios y lectores.	Berruecos-V. (1995); Espinosa-Santos (2010); Moreno-Castro (2011); Estrada (2014); Bolet (2015); Ordóñez (2020)
Diversidad biocultural	Es la variedad de interacciones entre las culturas humanas y la biodiversidad, donde los vínculos desarrollados a lo largo de mucho tiempo ha permitido una adaptación mutua, y quizá una coevolución entre los humanos, sus lenguas, plantas y animales. Las lenguas humanas son producto de esas relaciones mutuas.	Boege (2008); Toledo (2013); IPBES (2024b)
Divulgación de la ciencia	Término que suele usarse indistintamente con el de comunicación pública de la ciencia (disciplina de las ciencias de la comunicación en muchos países), educación no formal en ciencia, popularización de la ciencia, alfabetización científica, ciudadanía de la ciencia, percepción social de la ciencia, democratización de la ciencia, apropiación social de la ciencia, apropiación de la ciencia o comunicación de la ciencia, entre otros. Su significado tiene variaciones históricas y geográficas, y en su forma tradicional, se refiere a las actividades diseñadas para acercar la ciencia al ciudadano (receptor), donde el comunicador de un tema específico no comparte el mismo saber que el receptor; es un quehacer que interpreta fielmente el conocimiento científico para hacerlo más accesible, comprensible y ameno a la sociedad en diversos formatos dedicados a esta labor (revistas, libros, televisión, radio, periódicos, internet, museos, ferias, coloquios, campamentos, conferencias, etc.); el lenguaje empleado para divulgar puede ser coloquial o especializado y usar formas narrativas o descriptivas.	Espinosa-Santos (2010); Moreno-Castro (2011); Estrada (2014); Davies & Horst (2016); Rocha et al. (2017); Cruz-Mendoza (2019); Esquivel-Hernández et al. (2023); Esquivel-Hernández et al. (2023); DEM (2024)

Término	Definición	Fuente
... continuación	Algunas definiciones incorporan que el receptor objetivo es un público voluntario. Otro término relacionado con el de divulgación, es la "difusión científica", sin embargo, varios autores refieren que debe tener una connotación diferente (ver Difusión). Hay posturas que indican que divulgación, comunicación y difusión de la ciencia, siguen siendo acepciones ambiguas y a veces confusas porque su uso como sinónimos todavía es frecuente y variable, señalando que es posible que la dificultad radique en la falta de profesionalización de esta materia. Se ha detectado que algunos diccionarios de la lengua española establecen sinonimias de múltiples términos que podrían tener un efecto que cause el uso inconsistente de divulgación y términos relativos.	... continuación
Domesticación	Evolución biológica ocasionada por la selección humana intencional o inconsciente en las especies silvestres y que son dirigidas a la adaptación de un cultivo y crianza para su consumo y utilización. Puede ser completa cuando los organismos se vuelven dependientes de la asistencia humanos reproducirse y existir, o parcial cuando se reproducen sin intervención humana. La actividad agropecuaria y muchas especies de compañía son un ejemplo.	IPBES (2024b)
Ecoalfabetización	Es la preservación del conocimiento experiencial sobre la naturaleza en la que el lenguaje tiene un papel preponderante, y donde el conocimiento académico se suma para establecer un frente contra la pérdida de biodiversidad y la degradación de la naturaleza. También se puede entender como la combinación de conocimiento experiencial y académico de la naturaleza. La ecoalfabetización no necesariamente se aprende en las escuelas y los libros, sino por el contacto y la experiencia cercana o directa con la naturaleza. Esto permite relacionarnos con las formas de entender, hablar, interactuar y comunicarnos con seres distintos a los humanos. Permite adquirir una visión muy profunda, pues como se ha visto en muchas culturas, esta estrecha relación en la que el lenguaje forma fuertes relaciones con la naturaleza, todos los residentes de un hábitat como animales, plantas y humanos tienen los mismos derechos. La pérdida de lenguas tiene repercusiones en la ecoalfabetización, los medios de vida, los derechos culturales, territoriales y las identidades colectivas de los pueblos. Por una parte, es indispensable promover la ecoalfabetización y las lenguas nativas para fortalecerlas o recuperarlas en espacios urbanos y rurales. Por otro lado, las nuevas sociedades deben adoptar, recuperar, reaprender y reestablecer el aprendizaje experiencial con la naturaleza para establecer los puentes y comunicación ella.	Capra (1999); Harrison (2007); McBride et al. (2013); Parra (2018); IPBES (2022a)
Ecocentrismo	Enfoque en que la naturaleza tiene un valor por sí misma, sin necesidad de destacar los beneficios que pueda tener para las personas.	IPBES (2024b)
Ecología	Estudio (disciplina) de las interacciones de la diversidad biológica, dentro y entre los elementos que la componen y el medio físico.	IPBES (2024b)
Economía circular	Es un modelo operativo y regenerativo de producción y consumo, en el que se comparte, arrenda, reutiliza, repara, reacondiciona y reciclan los insumos existentes el mayor tiempo posible para alargar su ciclo de vida útil.	González-Ordaz & Vargas-Hernández (2017); IPBES (2024b)
Ecosistema	Comunidad de seres vivos que interactúan con los elementos no vivos de su entorno para formar un sistema autónomo, dinámico y equilibrado como una unidad funcional.	IPCC (2014); IPBES (2024b)
Educación ambiental	Es la facilitación y generación de una percepción de las dificultades ambientales para poder tomar acciones racionales capaces de satisfacer las necesidades humanas de manera sostenible con la naturaleza.	IPBES (2024b)
Endemismo (en biología)	Cuando una especie tiene una distribución geográfica exclusiva (definida, única). Si una especie se distribuye de manera natural en otras regiones se le llama especie nativa o autóctona; es decir, no es endémica de la región porque se encuentran en otros lugares.	Morrone (2008); UC (2024)
Epistemología	Teoría del conocimiento que explica cómo sabemos lo que sabemos; es decir, el estudio de los métodos para la generación de conocimiento, sus supuestos y los conceptos. Es una disciplina del campo de las ciencias que reflexiona sobre el conocimiento.	Jaramillo (2003); Yucra-Quispe & Bernedo-Villalta (2020), IPBES (2024b)
Especie	La definición de especie sigue sin ser un concepto único y claro. Para muchos se trata de una definición artificial y subjetiva que los humanos han inventado por conveniencia para establecer límites de lo que considera entidades únicas. Entre diversas razones, la dificultad de conocer el límite de lo que es una especie, radica en que estas no son "inmutables". Han existido muchos conceptos de especie y se argumenta que pueden ser complementarios, quizá los más usados son: 1) El concepto biológico, que dice que una especie es un grupo de organismos (población) que se reproducen entre sí, que dejan descendencia fértil y están aislados reproductivamente.	Mayr (1963); Martín-Villuendas, (2019); UC (2024)

Término	Definición	Fuente
... continuación	<p>Un problema de esta definición es que muchos seres vivos se reproducen de forma asexual como las bacterias y algunos artrópodos, moluscos y reptiles, entre otros, que no se reproducen entre sí. Otro problema, es que a veces, dos especies distintas pueden reproducirse entre sí y originar híbridos, por lo tanto, no están aislados reproductivamente y se rompe la idea de reconocer un "límite". Una tercera dificultad es que no se puede aplicar a organismos fósiles al desconocerse su biología reproductiva, aunque algunos asumen que debe haber un límite de aislamiento observable entre rasgos anatómicos separados (discontinuidades) por el distante tiempo geológico (muy distante) que los ha aislado reproductivamente. 2) El concepto ecológico dice que una especie es un conjunto de linajes que ocupan determinadas zonas adaptativas mínimas, o nichos ecológicos y que evolucionan separadamente de otros linajes fuera de su rango. El problema de esta definición es que en la vida real una especie puede ocupar más de un nicho (p. e., en las fases de su vida) y viceversa, además miembros de una especie pueden dejar de ocupar su nicho con el tiempo, las especies simplemente no evolucionan por definición de los nichos y la similitud ecológica es subjetiva. 3) Otro concepto es el evolutivo, donde se considera que una especie (especie evolutiva) es una secuencia ancestro-descendiente de poblaciones (grupo monofilético de organismos o monotípicos) que forman un linaje con su propia historia evolutiva y separada de otras. Esto implica que puede incluir especies asexuales e híbridas; es decir todas, además de que considera la polifilia al no compartir la misma historia común de descendencia de otros linajes (poblaciones). Algunas dificultades de este concepto son: que con la idea que actualmente se tiene de población, una especie que tenga varias poblaciones, (también llamadas razas y que denotan aislamiento geográfico), tendría que tratarse como especies distintas; es decir que solo puede aplicarse a especies monotípicas; otra objeción es que hay caracteres que no son observables y se corre el riesgo de subestimar o sobreestimar el número de linajes en un análisis. 4) El concepto filogenético tiene como idea fundamental el linaje, una especie es el taxón monofilético (relación ancestro-descendiente) más pequeño, no restringido necesariamente a la presencia de sinapomorfías (carácter derivado del ancestro más cercano compartido solo con ese linaje). Aunque este concepto tiene un amplio uso en la taxonomía actual (por ejemplo, con bases moleculares), tiene el inconveniente de que aún las poblaciones cercanas poseen variabilidad genética única cada una, por lo que pueden ser tratadas como especies diferentes (sin quizá lo sean) bajo un cierto criterio de similitud genética, debe considerarse que estos criterios son un valor convenido. En muchos casos, operativamente, a la especie se le considera como una unidad taxonómica básica de la clasificación biológica, que es aceptada por tener similitud morfológica o genética entre los individuos de una población, es el mayor acervo genético posible en condiciones naturales y a la que se le da un nombre científico.</p>	... continuación
Especie feral	Son las especies que en algún momento fueron domesticados, pero ahora pueden vivir sin la presencia humana en un ecosistema o ambiente determinado.	IPBES (2024b)
Especies carismáticas	Especie que ha tenido una empatía popular y que se usa para enfocar la atención social en las campañas de conservación de la naturaleza. Generalmente se trata de especies nativas que adquirieron un valor privilegiado (por ejemplo, el ajolote mexicano, el lobo, el jaguar, el panda) para un grupo de personas, y pueden extender esa popularidad a otras regiones y especies más discretas o ecosistemas enteros para su protección. Una campaña incorrectamente gestionada y la ignorancia pública puede tener efectos negativos para la conservación de una especie (y su medio), ya que la extendida publicidad (virtual) causa la percepción de que esta especie ya está atendida y es abundante, haciendo que disminuyan los esfuerzos e inversiones para la conservación, mientras que su población real está decreciendo, agravando su condición de extinción.	Isasi-Catala (2011); Yamaura et al. (2018); IPBES (2024b)
Especies casuales	Especies introducidas, también llamadas exóticas (no nativas en ambos casos), no establecidas y con una población insuficiente que requiere de introducciones repetidas para persistir.	IPBES (2024b)
Especies clave	Especies excepcionales con respecto a otras de su comunidad que, a pesar de que su población es poco abundante, tiene un efecto fuerte en mantener la estructura de las comunidades donde habita. Su efecto positivo en el ecosistema consiste en mantener la organización y diversidad de sus comunidades. Un daño a estas especies puede ser originado de manera natural por su consumo en interacciones tróficas, la competencia, el mutualismo, la dispersión, la polinización, enfermedades o la modificación del hábitat por eventos naturales, y de origen humano por la extracción, cacería, especies invasoras, contaminación, alteración del hábitat, entre otras.	Isasi-Catala (2011); IPBES (2024b)

Término	Definición	Fuente
Especies clave culturales	Ver Especies emblemáticas. Designación de especies con valor simbólico que moldean a lo largo del tiempo y de manera importante la identidad cultural de un pueblo (p. e., la serpiente de cascabel y el águila del escudo nacional mexicano), por lo tanto, su existencia es esencial en las costumbres culinarias, prácticas espirituales y la obtención de materiales y medicinas.	Galindo-Leal et al. (2017); IPBES (2024b)
Especies criptogénicas	Especie que no puede demostrarse si es nativa o exótica.	IPBES (2024b)
Especies domesticas	Ver Domesticación. Especies en las que fue cambiado intencional o inconscientemente su proceso evolutivo por los humanos para satisfacer sus necesidades. Para poder existir, dependen casi siempre de los humanos.	IPBES (2024b)
Especies emblemáticas	Ver Especies carismáticas. Especies carismáticas o famosas que pueden captar fondos para la conservación de otras y/o sus ecosistemas (por ejemplo, el panda gigante).	Isasi-Catala (2011); Yamaura et al. (2018); IPBES (2024b); WWF (2024)
Especies endémicas	Ver Endemismo. Especies de organismos que solo existen en una región geográfica.	Morrone (2008); IPBES (2024b)
Especies exóticas	También llamadas especies no nativas, exóticas, alienígenas o extranjeras. Se trata de especies que se encuentra fuera de su área de distribución natural reciente o de tiempo atrás, y que son atribuidas a acciones intencionales o inconscientes de los humanos. Estas tienen la capacidad de propagarse y reproducirse sin la intervención humana ya sea por un tiempo determinado o indeterminado.	CONABIO (2010); IPBES (2024b)
Especies exóticas invasoras	Ver Especies exóticas. Ver Plaga. Se trata de especies exóticas (introducidas intencional o inconscientemente por humanos) que dañan la biodiversidad nativa, los procesos y funciones del ecosistema. Estas especies pueden amenazar la seguridad alimentaria, la salud y el bienestar humano. Como invasoras se entiende que alteran el ecosistema donde se propagan. Hay especies que pueden ser exóticas, pero no invasoras, y todas las invasoras en cambio son exóticas; también hay especies nativas que aumenta su población alterando el ecosistema y que podrían caer en la definición de invasora. El hecho de que una especie nativa, exótica o exótica invasora aumente su población no las define como plaga.	CONABIO (2010); IPBES (2024b)
Especies nativas (autóctonas)	Especies que se han originado y distribuyen naturalmente en una región o ecosistema determinado. No incluye híbridos originados por especies exóticas; es decir, especies introducidas por humanos.	CONABIO (2010); IPBES (2024b)
Especies naturalizadas	Son especies exóticas que con el tiempo establecen poblaciones autosuficientes.	IPBES (2024b)
Especies patrimoniales	Especies emblemáticas y culturalmente importantes que están amenazadas o son raras y que necesitan de un manejo local para su conservación.	IPBES (2024b)
Especies silvestres	Cualquier especie que no ha sido domesticada o introducida por el humano. Tampoco incluye especies asilvestradas.	IPBES (2024b)
Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés)	Es la primera y más importante evaluación del impacto humano sobre el ambiente publicada en 2005, en la que se define el concepto de Servicios Ecosistémicos y que precede a la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas o IPBES (por sus siglas en inglés).	MEA (2005); IPBES (2024a y b)
Evolución biológica	Es un proceso en el que se forma la descendencia de los seres vivos con modificación de su herencia genética; abarca desde la evolución a pequeña escala (p. e., cambios en la frecuencia de diferentes versiones genéticas en una población de una generación a la siguiente) hasta la evolución a gran escala (p. e., la descendencia de diferentes especies de un ancestro compartido durante muchas generaciones). Los principales mecanismos que la producen son la selección natural, selección sexual, mutación, deriva génica. La evolución no es un proceso lineal o escalonado, es un proceso muy complejo de selección, adaptación y herencia, que en el mejor de los casos forma árboles intrincados. En consecuencia, no existen formas más evolucionadas o menos evolucionadas, lo que vemos son especies mejor o menos adaptadas.	Mayr (1963); Butlin et al. (2009); Herron & Freeman (2014); NA (2024a); UC (2024)
Extinción	Es la muerte por causas naturales o humanas de todos los individuos de una población en una región o de toda la especie o grupo taxonómico, siendo el proceso opuesto o terminación de la evolución biológica de la misma. Una especie o taxón también se considera extinta cuando su población es muy baja y dejan de tener un impacto funcional, estructural en el ecosistema y hasta económico para el humano.	Ceballos & Ortega-Baes (2011); Courchamp et al. (2018); IPBES (2024b); UICN (2024)
Extirpación de especies	Es la extinción local intencional o inconsciente de una especie.	IPBES (2024b)

Término	Definición	Fuente
Filogenia	Son las relaciones evolutivas entre los organismos, forman patrones de ramificación de linajes causados por sus historias evolutivas. Muchas filogenias se encuentran representados en los árboles genealógicos de grupos de especies estrechamente relacionadas. La filogenia se utiliza para representar las relaciones entre todas las formas de vida.	UC (2024)
Fragmentación del hábitat	Es la pérdida natural, o causada por los humanos, de la continuidad espacial de un hábitat que ocasiona su división y forma parches más pequeños. Sus efectos alteran la biodiversidad, estructura y funciones anteriores del ecosistema.	IPBES (2024b)
Gen	Un gen es la unidad física y funcional básica de la herencia, y está formado por ADN (ácido desoxirribonucleico) que tiene una posición fija llamada locus en un cromosoma. En conjunto, los genes producen los rasgos de un individuo de una especie, dirigiendo la síntesis de proteínas y conformando su aspecto y funciones.	Curtis et al. (2008); IPBES (2024b)
Hábitat	Espacio donde habita naturalmente un organismo, su población o su especie, conteniendo las características que necesita una especie o su nicho ecológico.	IPBES (2024b)
Hotspot de biodiversidad	Zona rica en biodiversidad y endemismos.	IPBES (2024b)
Huella de carbono	Medición de la cantidad total de dióxido de carbono causada directa e indirectamente por una actividad o acumulada durante las etapas de vida de un producto.	IPCC (2014); PBES (2024b)
Huella ecológica	Según la Red Global de Huella, es la cantidad de área de tierra y agua que se requieren para producir los recursos que se consumen. Se pueden calcular en cualquier escala: actividad, individuo, comunidad, ciudad, región, nación o toda la humanidad.	WWF (2018); IPBES (2024b)
Linaje	Ver Filogenia. Cualquier organismo con una ascendencia o descendencia en su origen evolutivo; una o más poblaciones que comparten una historia común de descendencia y que no comparten con otras poblaciones; una línea continua de descendencia; una serie de organismos, poblaciones, células o genes conectados por relaciones de ascendencia-descendencia	Valencia-Ávalos (1991); UC (2024)
Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales)	La Lista Roja de la UICN es un indicador de la salud de la biodiversidad. Proporciona información taxonómica, sobre el estado de conservación y la distribución de plantas, hongos y animales que han sido evaluados a nivel mundial utilizando las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. Este sistema está diseñado para determinar el riesgo relativo de extinción, y el objetivo principal de la Lista Roja de la UICN es catalogar y destacar aquellas plantas y animales que se enfrentan a un mayor riesgo de extinción global (En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerable). La UICN trabaja para revertir, o al menos frenar, la disminución de la diversidad biológica.	UICN (2024)
Monofilético	Cuando un grupo de taxones comparten un ancestro común.	IPBES (2024b); UC (2024)
Naturaleza	Es un concepto con diferentes acepciones y difiere en cada cultura del mundo. Actualmente no hay una sola definición. Para algunas formas de pensamiento, la naturaleza tiene que ver con el mundo no humano, enfatizando a los seres vivos junto con sus procesos (ecológicos, evolutivos), sus interacciones entre sí y con su entorno abiótico, todo en el planeta Tierra, no obstante, esta idea es limitada, ya que el ser humano es resultado de esos procesos, y tampoco menciona los elementos y fenómenos fuera de la Tierra (el universo) que a final de cuenta son el origen de lo que hoy vemos y conocemos. En un sentido amplio no excluyente, la naturaleza son todos los componentes, entes y manifestaciones de la energía y la materia conocidos del universo, vivos y no vivos, además, son parte de esta, sus orígenes, principios, leyes y procesos que los rigen, por lo tanto, la humanidad, es solo uno de ellos y está sujeta a sus causas y efectos.	Coscieme et al. (2020); Ducarme et al. (2021); Droz et al. (2022)
Nicho (ecológico)	Posición y función de una especie en un ecosistema, incluyendo condiciones abióticas y bióticas para que la especie exista.	IPBES (2024b); UC (2024)
Percepciones	Primera etapa de la interpretación o del conocimiento del medio hecha por el humano. Involucra un sentido racional y emocional que permite dar una relevancia de lo que se ve según la experiencia individual, la educación y la cultura.	IPBES (2024b)
Plaga	Es una especie nativa, exótica o exótica invasora cuya población prospera en zonas donde no es deseada por los humanos, como áreas agrícolas, jardines, llanuras o bosques, independientemente de su importancia ecológica.	IPBES (2024b)

Término	Definición	Fuente
Pobreza (humana)	Es la privación de algo, tales como falta de recursos principalmente económicos para asegurar un sustento sostenible y la falta de acceso a la educación, servicios básicos, participación en la toma de decisiones y la cultura. Algunas manifestaciones son el hambre, la malnutrición, la discriminación social, la exclusión, entre otras.	IPBES (2024b)
Polifilético (taxón)	Un conjunto de organismos (especies o linajes) en cuya agrupación no se incluye al ancestro común más reciente de todos, por lo tanto, no son naturales hasta que con los nuevos descubrimientos son reclasificados.	IPBES (2024b); UC (2024)
Presión de selección	Es el efecto, o su ausencia, de cualquier elemento (físico y/o biológico) del medio que permita la selección natural de un individuo.	IPBES (2024b)
Red trófica	Es el entrelazado de diferentes cadenas alimentarias que representa las relaciones alimentarias de una comunidad de especies, que implica el flujo y transferencia energética desde las fuentes primarias que pasan por las modalidades de los organismos herbívoros y carnívoros.	IPBES (2024b)
Remediación	Todas las acciones que se puedan tomar para restaurar, recuperar o rehabilitar algún ecosistema.	IPBES (2024b)
Resiliencia	Tendencia o capacidad de adaptación de un ecosistema para poder recuperarse de la perturbación causada por agentes naturales o humanos y continuar desarrollándose. También se puede ver como el grado de perturbación de un ecosistema sin que cruce un umbral que cambie su estructura, funciones y procesos naturales, de modo que pueda regresar a su condición original. El término también se aplica a sociedades humanas, en el sentido de ser capaces de recuperar una condición estable.	IPCC (2014); IPBES (2024b)
Re-silvestración	Acciones para restaurar los procesos naturales de los ecosistemas y reducir el control humano sobre estos para permitir que las especies se recuperen.	IPBES (2024b)
Respeto a la naturaleza	Expresiones y actos nobles por medio de rituales, cultos y ceremonias en sitios sagrados o momentos especiales con el propósito de pedir la renovación de los ciclos naturales, así como dar gratitud y hacer reverencia al mar, la tierra o sus elementos por sus bondades.	IPBES (2024b)
Restauración	Todas las acciones intencionales encaminadas a la recuperación de un ecosistema que ha sido alterado negativamente.	IPBES (2024b)
Revolución verde	Período de crecimiento de la producción agrícola con impactos ambientales opuestos, donde por una parte se hace eficiente la producción y uso de la tierra, y por otro, la utilización excesiva de insumos y la reducción de ecosistemas. El término no se refiere a un desarrollo relacionado con la sostenibilidad o una forma activa de ecocentrismo como suele confundirse, esto, por el hecho de usarse la palabra “verde”.	IPBES (2024b)
Salud del ecosistema	Es una expresión metafórica para referirse a la condición aparente de un ecosistema, donde no hay un indicador estándar para su evaluación. La aspiración básica es la noción de un sistema natural equilibrado, cuya valoración cualitativa puede variar dependiendo de cuánto se sepa de ese ecosistema, y así poder observar un cierto grado de condición saludable.	IPBES (2024b)
Servicios ecosistémicos	Ver Contribuciones de la Naturaleza a las Personas (PNC, por sus siglas en inglés). Son los beneficios (actualmente también los no beneficios) que las personas obtienen de los ecosistemas. Originalmente, en la definición de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés), bienes y servicios de los ecosistemas son sinónimo de servicios de los ecosistemas. De inicio se plantearon cuatro tipos: de provisión, culturales, regulación y de soporte. Sin embargo, la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés) recuperó de la MEA el concepto “beneficios que las personas obtienen de la naturaleza”. De este modo el término “Servicios Ecosistémicos” y sus subtipos han sido reemplazados por la IPBES en el marco conceptual denominado Contribuciones de la Naturaleza a las Personas” (PNC). Esto incluye a la mayoría de los componentes usados como servicios ecosistémicos, pero se excluyen los que antes se conocían como servicios de soporte para evitar duplicidad. Actualmente IPBES identifica 18 categorías de PNC, organizadas en tres grupos parcialmente superpuestos:	MEA (2005); IPBES (2024a y b)

Término	Definición	Fuente
... continuación	1) Las contribuciones materiales (energía, alimentos, materiales y asistencia), que son seres vivos, sustancias, objetos u otros elementos materiales de la naturaleza que sustentan directamente la existencia física y los bienes materiales de las personas. Por lo general, se consumen físicamente, por ejemplo, cuando los organismos se transforman en alimentos, energía o ropa, refugio u ornamentos. 2) Las contribuciones no materiales (recurso genéticos y medicinales, aprendizaje e inspiración, experiencias, identidades de apoyo, opciones de mantenimiento) son los efectos de la naturaleza sobre los aspectos subjetivos o psicológicos que sustentan la calidad de vida de las personas. Por ejemplo, los bosques y los arrecifes de coral ofrecen oportunidades para la recreación y la inspiración, o los organismos (animales, plantas, hongos) o hábitats (montañas, lagos) que son la base de experiencias espirituales o de cohesión social. 3) Las contribuciones reguladoras (mantenimiento y creación del hábitat, polinización y dispersión de semillas, regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación de la acidificación oceánica, regulación de la calidad del agua dulce, regulación de la cantidad del agua, formación y protección del suelo, regulación de eventos peligrosos y extremos, regulación de organismos perjudiciales) son aspectos funcionales y estructurales de los organismos y ecosistemas que modifican las condiciones ambientales y/o regulan la generación de contribuciones materiales y no materiales. Por ejemplo, las personas disfrutan directamente de plantas por ser útiles o hermosas, e indirectamente de los organismos del suelo que regulan o participan en el suministro de nutrientes a dichas plantas.	... continuación
Sistema socio-ecológico	Sistema bio-geo-físico complejo donde las personas junto con su estructura social y la naturaleza están estrechamente relacionados, y donde los humanos deben ser vistos como parte de la naturaleza y no separados. Los componentes sociales son actores, culturas, instituciones, economías y medios para subsistir. Los componentes ecológicos son las especies silvestres y el ecosistema habitado.	IPBES (2024b)
Sinapomorfía	Es un estado de carácter (morfológico, fisiológico, conductual) derivado o modificado; es decir, una apomorfía, y que es compartido por dos o más linajes en un clado particular. Las sinapomorfías indican ascendencia común en un grupo de organismos; por ejemplo, en el clado (grupo que incluye un ancestro común y todos los descendientes vivos y extintos de ese ancestro) de los vertebrados terrestres, el estado de carácter ancestral, también llamado plesiomórfico, es "tener cuatro patas", no obstante, las aves poseen el estado de carácter sinapomórfico porque "tienen dos patas y dos alas", indicando que las aves están estrechamente relacionadas entre sí.	UC (2024)
Sostenibilidad	Es un estado en el que una población humana puede satisfacer sus necesidades para poder desarrollarse en ese lugar sin alterar negativamente la capacidad de generaciones futuras, de las poblaciones de otros lugares y el equilibrio de los sistemas naturales.	IPBES (2024b)
Taxón	Ver Clado. Es cualquier grupo de organismos que se les asigne un nombre (p. e., reptiles, anfibios, Homo sapiens) aunque no formen un clado. Puede o no asignársele un nivel o categoría jerárquica en el sistema de clasificación linneano como reino, filo, clase, orden, familia, género, especie, y se busca que conformen grupos naturales. En algunos casos dejan de usarse las categorías linneanas debido a lo abrumador que resulta la diversificación de los nuevos linajes descritos.	IPBES (2024b); UC (2024)
Uso del suelo	Es el uso que los humanos le dan a un área determinada para vivienda, agricultura, recreación, industrial, explotación de recursos y otros, lo que causa una alteración en la cobertura original del suelo.	IPBES (2024b)
Variabilidad biológica	Es la diferencia en genes, rasgos morfológicos o comportamientos entre los miembros de una población, estos pueden modificar el grado de éxito reproductivo de un individuo. La variabilidad genética se origina por mutaciones, recombinaciones y alteraciones en el cariotipo (el número, forma, tamaño y ordenación interna de los cromosomas) de los individuos. Los procesos que dirigen o eliminan la variabilidad genética son la selección natural y sexual, y la deriva genética. También se incluye la selección artificial, un ejemplo de esto último son las especies domesticadas que producen variedades de maíces, frijoles, calabazas y perros.	CONABIO (2024); CU (2024)

Término	Definición	Fuente
Vida	<p>El significado y comprensión de lo que es la “vida”, todavía está limitada y no hay un consenso para definirla debido al sesgo que cada disciplina tiene al definirla. El siguiente concepto incorpora la mayoría de los enfoques que aportan los rasgos en común que comparten los seres vivos. La manifestación de la vida es un proceso que se lleva a cabo en los sistemas llamados seres vivos. Se caracteriza por tener una naturaleza orgánica basada en el carbono, un gran nivel de organización (baja entropía), una preprogramación de su forma y función (fisiología, metabolismo, crecimiento) basada en material genético (ácidos nucleicos), tener interacciones inter o intraespecíficas, tener capacidad de adaptación al ambiente con la aparición y selección de nuevas características, evolucionan al reflejar su capacidad de adaptación con cambios en sus rasgos y el genoma, y se reproducen (sexual o asexualmente) para perpetuarse, y de esta forma, heredar su capacidad de adaptación y por lo tanto constituir uno de los principios de la evolución. Aquí también se consideran a los seres vivos que no se reproducen pero que son producto de alguna forma de reproducción (por ejemplo, algunos híbridos). Nótese que en ninguna parte se menciona como característica que formen una célula, y por lo tanto, que tengan un aparato metabólico, eso significa que los virus bien podrían encajar en esta definición, ya que cumplen con todos los rasgos que definen a la vida, donde fuera de la célula huésped solo mantienen un estado inactivo, latente. Igual que otros parásitos no virales que siempre requerirán del aparato metabólico para reproducirse, pero el hecho es que lo logran, evolucionan, se adaptan, y sobre todo, su relación con otras formas de vida es inevitable. De hecho, la vida de los demás seres vivos quizá no podría explicarse de la misma manera si no fuera por los virus, ya que han estado omnipresentes en los organismos existentes, moldeando su evolución al participar en el intercambio, aportación, mutación y variación de su contenido genético, por lo que no hay razón para pensar que los virus no tengan vida fuera de su fase latente con el propósito de autoconservarse y duplicarse como lo demás seres vivos.</p>	<p>Schrödinger (1944); Pross (2012); Gómez-Márquez (2021)</p>