

**TIEMPO ANIMAL Y ECOCRÍTICA:  
UNA VISIÓN ECOEVOCÉNTRICA DE LA  
COEXISTENCIA EN LA NATURALEZA**

**TEMPO ANIMAL E ECOCRÍTICA:  
UMA VISÃO ECOEVOCÊNTRICA DA  
COEXISTÊNCIA NA NATUREZA**

**ANIMAL TIME AND ECOCRITICISM:  
AN ECOEVOCENTRIC VISION OF COEXISTENCE IN  
NATURE**

**Enviado:** 13.09.24 **Aceptado:** 11.02.25

**Dancizo Toro-Rivadeneira**

Doctor por Facultad de Filosofía de la Universidad Complutense de Madrid.  
Investigador en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad  
Internacional de la Rioja.

Email: [dancizo.tororivadeneira@unir.net](mailto:dancizo.tororivadeneira@unir.net)

Este artículo examina el concepto de *tiempo animal* desde una perspectiva ecoevocéntrica en el marco de la ecocrítica. A través de un enfoque interdisciplinario, se analiza cómo los organismos, en especial los animales, moldean y se adaptan a su entorno temporal, desafiando las nociones antropocéntricas y tecnocéntricas de progreso y control cronométrico de la naturaleza. La temporalidad del ecosistema se entiende como una dimensión múltiple, modificada biológicamente mediante interacciones fenológicas, simbióticas y semióticas, en lugar de ser una entidad preconfigurada, homogénea y lineal. A través del concepto del tiempo se desarrolla una crítica ecoevolutiva a las intervenciones humanas que desincronizan los ritmos ecológicos, defendiendo una ética del ecosistema que priorice la conservación de la biodiversidad y preserve los procesos ecoevolutivos.

**Palabras clave:** ecocrítica, tiempo animal, procesos ecoevolutivos, tecnocentrismo.

Este artigo examina o conceito de *tempo animal* a partir de uma perspectiva ecoevocêntrica no contexto da ecocrítica. Através de uma abordagem interdisciplinar, analisa-se como os organismos, especialmente os animais, moldam e se adaptam ao seu ambiente temporal, desafiando as noções antropocêntricas e tecnocêntricas de progresso e controle cronométrico da natureza. A temporalidade do ecossistema é compreendida como uma dimensão múltipla, biologicamente modificada por interações fenológicas, simbióticas e semióticas, em vez de ser uma entidade pré-configurada, homogênea e linear. A partir do conceito de tempo, desenvolve-se uma crítica ecoevolutiva às intervenções humanas que desincronizam os ritmos ecológicos, defendendo uma ética do ecossistema que priorize a conservação da biodiversidade e preserve os processos ecoevolutivos.

**Palavras-chave:** ecocrítica, tempo animal, processos ecoevolutivos, tecnocentrismo.

This article examines the concept of *animal time* from an ecoevocentric perspective within the framework of ecocriticism. Through an interdisciplinary approach, it analyzes how organisms, especially animals, shape and adapt to their temporal environment, challenging anthropocentric and technocentric notions of progress and chronological control over nature. Ecosystem temporality is understood as a multidimensional aspect, biologically modified through phenological, symbiotic, and semiotic interactions, rather than as a preconfigured, homogeneous, and linear entity. Through the concept of time, an ecoevolutionary critique of human interventions that desynchronize ecological rhythms is developed, advocating for an ethic ecosystem that prioritizes biodiversity conservation and preserves ecoevolutionary processes.

**Keywords:** ecocriticism, animal time, ecoevolutionary processes, technocentrism.

## 1. Una Visión Ecoevocéntrica del Tiempo Animal y el Papel de la Ecocrítica

Este artículo explora cómo el tiempo, una dimensión fundamental de la realidad, está profundamente vinculado a los procesos ecoevolutivos que han moldeado la vida en la Tierra. Al abordar el tiempo animal, desde una perspectiva ecoevocéntrica, se busca entender cómo los organismos ajustan su temporalidad a través de relaciones fenológicas, simbióticas y semióticas, generando nuevos cronogramas y relaciones. El tiempo no debe concebirse como una entidad preexistente definida exclusivamente por los métodos de medición humana, sino como una construcción dinámica que emerge de la actividad ecoevolutiva, donde el tiempo sociocultural humano es solo una instancia dentro de una compleja red temporal. Aplicando esta visión al análisis de textos y narrativas biológicas, se cuestionan las suposiciones antropocéntricas tradicionales. Los procesos geológicos, evolutivos y ecológicos orientan nuestra comprensión de las relaciones entre humanos y otras especies, promoviendo una coexistencia equilibrada en la que diversas comunidades interactúan y modifican su entorno de forma sostenible.

La ecocrítica se concibe como un campo de reflexión filosófica que abarca dimensiones ontológicas, epistemológicas, éticas y estéticas, con un enfoque profundamente interdisciplinario (Glotfelty, 1996, p. xxiv). Aunque no establece fronteras rígidas entre las ciencias, reconoce los criterios de demarcación científica y adopta un pluralismo metodológico que integra enfoques de diversas disciplinas (Buell, 2005, p. 9). En este escenario, la ecocrítica puede actuar como una herramienta para diseccionar las narrativas humanas y su arquitectura conceptual del tiempo, haciendo explícita su relación con los ecosistemas. Al vincular con la temporalidad ecológica, este enfoque subvierte las presunciones lineales y antropocéntricas del tiempo, permitiendo que los ritmos biológicos y los procesos ecoevolutivos emerjan como contrapesos a tales simplificaciones. De este modo, la ecocrítica invita a una comprensión complementaria de la temporalidad ecológica, revelando la orquestación sutil y multiespecífica en el desarrollo y evolución del mundo natural.

En tanto que programa de investigación, su praxis se consolida con base a agendas de preguntas abiertas que abarcan diversas áreas del conocimiento — metafísico, artístico, poético, espiritual y científico— vinculadas a la contemplación, interacción y estudio de los ecosistemas, con el objetivo de valorarlos, explicarlos, protegerlos y preservarlos. El programa ecocrítico,

fundamentado en preguntas investigativas, ofrece un marco que favorece la flexibilidad metodológica, promueve la interdisciplinariedad y fomenta la innovación, elementos esenciales para abordar los retos emergentes en el ámbito ambiental (Toro Rivadeneira, 2025, p. 221).

El análisis de la literatura científica y filosófica sobre el tiempo animal, desde una perspectiva ecoevocéntrica, concluye que el tiempo es una construcción multidimensional y dinámica generada por la actividad geo-eco-evolutiva. Esta actividad biológica se manifiesta conspicuamente en los comportamientos y culturas animales (Grosz, 2004, p. 15; Ingold, 1993, p. 159). Nuestro enfoque atiende a la complejidad y diversidad con la que los animales perciben, modifican y responden activamente al tiempo mediante comportamientos adaptativos, como la migración y la reproducción (Heinrich, 2013, p. 45), pero también con actividades que modifican las presiones de selección a las que son expuestos. Participando así de los procesos ecoevolutivos, lejos de ser pacientes ante la selección natural, los animales son agentes en la producción de variabilidad y construcción del entorno. A diferencia de otros reinos, los animales, gracias a su capacidad cognitiva y de movilidad, interactúan de manera directa y proactiva con su medio circundante, lo que les permite modificar además de su entorno fisicoquímico también sus cronogramas ecológicos (Bekoff, 2002, p. 123).

En este contexto, las categorías tradicionales de tiempo objetivo y subjetivo pierden relevancia, ya que la experiencia temporal de los animales es fundamentalmente ecológica. Esta experiencia depende de la interacción fenológica, simbiótica y semiótica de los organismos con su entorno viviente. Los elementos en este conjunto de interacciones son esenciales para su supervivencia y coexistencia (Ingold, 1993, p. 160). El tiempo se presenta como una dimensión múltiple, inseparable del espacio, la materia y los flujos de energía, manifestándose a través de la relación dinámica entre los organismos y los ciclos naturales. Desde una perspectiva naturalista, cada especie animal experimenta el tiempo de forma singular, aunque necesariamente relacionado con las demás temporalidades de su nicho, de acuerdo con sus necesidades y adaptaciones ecológicas. Este tiempo es tanto objetivo, por su influencia en la adaptación y supervivencia de las poblaciones, como relativo, dado que cada organismo lo percibe, experimenta y construye de acuerdo con su entorno y biología (Grosz, 2004, p. 15).

Las implicaciones éticas y estéticas de esta perspectiva son profundas. Desde una perspectiva ética, plantea la necesidad de respetar los ciclos naturales y los procesos ecoevolutivos que posibilitan la coexistencia de las especies (Plumwood, 2002, p. 89). Las intervenciones humanas, como la deforestación, la defaunación, la contaminación y las modificaciones climáticas, interrumpen estos ciclos y alteran las dinámicas temporales que sustentan la vida en el planeta (Steffen *et al.*, 2007, p. 616). Desde un punto de vista estético, la experiencia del tiempo ecológico nos invita a comprender la naturaleza, más allá de un recurso material o una representación meramente pintoresca, sino como un ámbito fundamental donde las temporalidades biológicas y las experiencias vitales se entrelazan creativamente, generando nichos ecológicos que favorecen la coexistencia y la potencian. Este entrelazamiento da lugar a una realidad procesual en constante transformación que, a pesar de los cambios, mantiene su armonía y plenitud.

Los animales experimentan y contribuyen al tiempo ecológico de diversas maneras, tanto al sincronizar sus ciclos biológicos con los ritmos naturales como mediante la duración de sus vidas. Diferentes especies ajustan su comportamiento a los ciclos ambientales: los crustáceos a las mareas (Zhang *et al.*, 2013), los pulpos y calamares a los cambios lumínicos y circadianos (Rubin *et al.*, 2006), las abejas a los ritmos diurnos y estacionales vinculados a la floración, y los peces a los ciclos lunares y variaciones de temperatura (Åkesson *et al.*, 2017). Por otra parte, las tortugas pueden vivir cientos de años (Gwinner, 2008), mientras que las efímeras solo viven unas pocas jornadas en su fase adulta, y las cigarras pasan hasta 17 años bajo tierra antes de emerger brevemente para reproducirse y morir (Nomura *et al.*, 2019). La diversidad en la sincronización y duración de la vida evidencia que el tiempo animal es multidimensional, moldeado por necesidades ecológicas y constricciones evolutivas de cada especie. Desde los procesos moleculares que sostienen el metabolismo hasta los procesos macroevolutivos que forman la biodiversidad, esta heterogeneidad contribuye al anidamiento de la compleja red temporal que sustenta la persistencia viviente de los ecosistemas.

Una manera clave de enriquecer la visión del tiempo desde la ecocrítica y la perspectiva ecoevocéntrica es integrar las categorías temporales de la biología (tiempo geológico, evolutivo, ecológico, etc.) con los análisis filosóficos sobre la continuidad, identidad y persistencia de los procesos ecoevolutivos que

estructuran los ecosistemas (duración de los ciclos biológicos, comportamientos, fenologías, etc.). Esto implica entender la superposición causal de procesos biológicos desarrollados en múltiples escalas temporales.

Así como la estructura del nicho fisicoquímico, el tiempo se revela como una «hiperdimensionalidad ecológica» (Hutchinson, 1957, p. 415), un concepto que, aplicado a la perspectiva del tiempo animal, capta la interconexión entre distintas escalas temporales: astronómicas, geoquímicas, biológicas, ecológicas, etológicas y evolutivas. Desde esta perspectiva, el tiempo natural permite integrar la ecocrítica con las ciencias ecoevolutivas, unificando la historia natural y la historia humana. Asimismo, vincula los paradigmas de la biología evolutiva, la biología del desarrollo y la ecología con la crítica filosófica y sociológica de nuestras representaciones culturales. Para ello, existe una aproximación de fondo entre la Biología del Desarrollo y la Evolución (Evo-Devo) y diversas teorías ecológicas que modelan la dinámica de la coevolución organismo-entorno, como la Teoría de la Construcción de Nichos (TNC) o la Bioclimatología. En este sentido, la Nueva Síntesis Extendida en Evolución (NSE) permite, en conformidad con los avances de la biología contemporánea, ampliar la comprensión de los fenómenos naturales al integrar las consideraciones propias del programa ecocrítico. Aplicadas al problema del tiempo, estas ideas permiten superar su teorización antropocéntrica, predominante en la historia de la filosofía del tiempo. Tradicionalmente, esta visión ha reducido el tiempo a una estructura de la subjetividad o a una realidad objetiva comprensible solo en términos racionales y científicos. No obstante, una perspectiva ecoevocéntrica sugiere que el tiempo, si bien posee un componente intrínseco al individuo, no es exclusivamente humano, sino que emerge de la complejidad organizativa biológica, desarrollada en múltiples instancias a lo largo del proceso filogenético. A su vez, si el tiempo es objetivo, es decir, constitutivo de la realidad, lo es tanto para animales humanos como no humanos, ya que expresa el movimiento de los ecosistemas y los procesos materiales ecoevolutivos.

A partir de estos procesos emergen formas subjetivas de percepción y ejecución temporal, que configuran un entramado de múltiples temporalidades coexistentes en el entorno y, a su vez, modifican las presiones de selección, bajo las cuales se desarrollan y evolucionan percepciones del tiempo y actuaciones en el tiempo mejor sincronizadas con el entorno. En consecuencia, la hiperdimensionalidad ecológica del tiempo pone de relieve cómo los

organismos, a través de sus historias evolutivas, su desarrollo ontogenético y su agencia ecológica, participan activamente en la co-construcción del paisaje temporal. Este proceso no se ajusta a esquemas lineales ni homogéneos, sino que se presenta como un fenómeno emergente, plural y dinámico.

Desde su vocación multidisciplinaria, la ecocrítica trasciende el ámbito del análisis literario para adentrarse en la complejidad de los problemas ecológicos desde perspectivas científicas, filosóficas y culturales (Buell, 1995, p. 23). Solo a través de este enfoque es posible explorar cómo nuestras ideas sobre el tiempo y la naturaleza moldean nuestras interacciones y nuestra ética ambiental. Hasta aquí hemos presentado la perspectiva ecoevocéntrica del tiempo, enfatizando su carácter sintético, que vincula un conjunto de programas de investigación científicos atentos a la temporalidad en tanto que estructura ecológica bioproducida. A partir de ahora, veremos cómo esta visión puede aplicarse a distintas escalas temporales hasta derivar en mecanismos que facilitan la coexistencia en virtud de la producción de ritmos y significados ecológicos.

## 2. Tiempo Geológico: Origen de la vida, Especiación y Filogenia

El tiempo geológico abarca escalas inmensas, que se extienden por millones o miles de millones de años. Durante estos periodos, eventos como la deriva continental, las glaciaciones y las extinciones masivas han sido fuerzas clave en la especiación y la evolución de la vida en la Tierra (Prothero, 2013, p. 57). Estos fenómenos moldearon la diversidad biológica y transformaron los entornos en los que vivían las especies, alterando el curso de la evolución (Benton, 2005, p. 213). Un caso ejemplar es la Explosión Cámbrica, hace 541 millones de años, que marcó la aparición de la mayoría de los grupos animales actuales. Por otra parte, la deriva continental fragmentó poblaciones ancestrales, iniciando la especiación «alopátrica»; al separar geográficamente las poblaciones, permitió su evolución independiente (Lomolino *et al.*, 2017). La especiación alopátrica fue clave para la aparición de especies como los marsupiales de Australia, que evolucionaron de forma distinta al quedar aislados del resto de los mamíferos (Prothero, 2013, p. 312). Las glaciaciones del Pleistoceno también obligaron a muchas especies a adaptarse o migrar, fomentando la aparición de nuevas formas de vida ante los cambios climáticos (Bennett, 1997, p. 145).

Las extinciones masivas, como la del Cretácico-Paleógeno, hace 66 millones de años, eliminaron el 75% de las especies, incluidos los dinosaurios, y

permitieron la radiación adaptativa de los mamíferos, que pasaron a dominar los ecosistemas terrestres (Benton, 2005, p. 219). Asimismo, la formación del Istmo de Panamá hace 3 millones de años separó los océanos Atlántico y Pacífico, lo que desencadenó una especiación masiva y un intercambio de fauna entre América del Norte y América del Sur, alterando la biodiversidad de ambos continentes (Lomolino *et al.*, 2017, p. 236). El estudio de la filogenia demuestra que eventos geológicos como la deriva continental, las glaciaciones y las extinciones masivas han influido profundamente en la diversificación de la vida. Al analizar los linajes evolutivos, se revela la interconexión entre los cambios planetarios y la evolución de las especies, subrayando la importancia del tiempo geológico en la historia de la vida en la Tierra (Hedges & Kumar, 2009; Benton & Harper, 2009).

### **2.1. Perspectiva Ecoevocéntrica del Tiempo Geológico**

Desde una perspectiva crítica ecoevocéntrica, el tiempo geológico desafía la idea de un progreso humano lineal, rechazando la noción de que el ser humano es el pináculo de la evolución y acentuando que todas las formas de vida comparten una historia ecológica y evolutiva común (Wolfe, 2010). La aparición de la vida —entre 500 y 1.000 millones de años tras la formación de la Tierra— sugiere que, una vez que el planeta se volvió habitable, la evolución biológica comenzó rápidamente (Dodd *et al.*, 2017). Esto demuestra que la vida, aunque fue un producto temprano de condiciones geológicas y fisicoquímicas, una vez surgida, se convirtió en una fuerza activa que ha moldeado el planeta, interactuando con fuerzas geodinámicas.

El concepto de Antropoceno, que describe la era en la que la actividad humana ha alterado profundamente los ecosistemas, añade una dimensión cardinal a esta crítica. Aunque la humanidad deja una huella significativa en la dinámica planetaria, esta no debe interpretarse como una tendencia de progreso evolutivo de nuestra especie. En este sentido, el cambio antrópico del clima no es una causalidad final que, parafraseando un enunciado del Leviatán, invitará al fantasma del ser humano a coronarse sobre la tumba del ecosistema (*Cfr.* Hobbes, 2017, p. 511); todo lo contrario, el progreso humano debería orientarse hacia su coexistencia con todos los organismos de su nicho. El cambio climático, lejos de ser una inevitabilidad, representa una perturbación derivada del deterioro de procesos naturales que han sostenido la vida durante millones de años.

La clave está en la escala temporal: los cambios geológicos y atmosféricos inducidos por la vida ocurrieron de manera gradual, en concordancia con sus tiempos evolutivos, lo que permitió a las especies adaptarse progresivamente. Por ejemplo, la atmósfera rica en oxígeno, formada hace aproximadamente 2.400 millones de años, surgió gracias a la actividad de microorganismos como las cianobacterias (Zalasiewicz *et al.*, 2021). Sistemas montañosos como los Andes y el Himalaya, que sostienen glaciares, se elevaron a lo largo de decenas de millones de años, debido a la tectónica de placas, mientras que los suelos, esenciales para la vida terrestre, se formaron mediante lentos procesos de descomposición y erosión.

En contraste, la actividad monoespecífica humana ha desestabilizado los sistemas planetarios en apenas unos siglos. No solo la profundidad y extensión de estos cambios resultan problemáticas, sino también su intempestividad y falta de reciprocidad con las demás especies animales. Esta aceleración y unilateralidad en la construcción de nichos humanos es lo que la hace profundamente destructiva. Es necesario reflexionar sobre las consecuencias geoevolutivas, a largo plazo, de nuestras acciones sobre la biodiversidad y la estabilidad ecológica. La crisis ecológica actual manifiesta efectos que perdurarán mucho más allá del tiempo que tomó generar estas perturbaciones. La acumulación de desechos, como residuos radiactivos que tardan más de un millón de años en descomponerse, o plásticos cuya degradación lleva siglos, demuestra que la producción de estos materiales excede enormemente el tiempo necesario para su descomposición, creando desequilibrios ecológicos a largo plazo (Cohen, 1977).

Las soluciones a los desafíos climáticos no pueden ser inmediatas ni simplistas. Propuestas de geoingeniería, como la inyección de aerosoles en la estratosfera, la fertilización oceánica para aumentar la captura de CO<sub>2</sub> o la captura y almacenamiento de carbono por otros medios, conllevan riesgos significativos e impredecibles que podrían agravar la crisis climática (Vaughan & Lenton, 2011) y que sin duda alteran la ecología y evolución de los organismos concretos. En contraste, las soluciones basadas en la naturaleza, como la restauración de bosques y humedales, ofrecen enfoques más seguros y sostenibles para mitigar el cambio climático y preservar procesos ecoevolutivos (Chausson *et al.*, 2020). Asimismo, el concepto de cambio climático puede obnubilar el significado de la crisis ecológica. Aspectos concretos como la

defaunación, la deforestación y la contaminación de los biomas, todos ellos causas concurrentes del cambio climático, suelen quedar ocultos tras el concepto genérico de un cambio global del clima. Curiosamente, en estos aspectos específicos, la tecnología no parece ofrecer las mismas opciones futuristas.

Alejarse del tecnocentrismo no implica adoptar una postura tecnofóbica, sino reconocer que la tecnología es necesaria, pero insuficiente por sí sola para mejorar nuestra relación con el entorno. El ecoevocentrismo propone que la tecnología debe orientarse hacia la preservación y restauración de los procesos naturales, subordinando su uso a las dinámicas ecoevolutivas y geodinámicas que sostienen la vida en la Tierra (Klein, 2014). Enfocarse únicamente en reducir la concentración atmosférica de carbono, sin abordar las causas profundas de la crisis ecológica—entre ellas, la falta de correspondencia entre las escalas de tiempo sobre las que repercute la acción humana y las escalas de tiempo en que estos impactos se generan—refuerza una visión antropocéntrica que tiende a atribuir falsamente a la tecnología un poder ilimitado para solucionar problemas globales (Morton, 2010). Es esencial comprender las escalas temporales naturales que han moldeado los ecosistemas durante miles de millones de años, para evitar soluciones superficiales.

### **3. Tiempo Evolutivo: Historias, Ciclos de Vida y Adaptaciones**

El tiempo evolutivo introduce una escala temporal más cercana, aunque intrínsecamente ligada al tiempo geológico. Esta escala se centra en los procesos biológicos y adaptativos que ocurren dentro de las especies mientras responden a las presiones selectivas de su entorno (Carroll, 2005, p. 28). A lo largo de millones de años, los organismos han desarrollado historias de vida, ciclos biológicos y adaptaciones que les permiten sobrevivir y reproducirse bajo condiciones específicas y acordes con sus constricciones filogenéticas (Stearns, 1992, p. 45). Estos procesos reflejan la capacidad de las especies para ajustarse a demandas ambientales como la disponibilidad de recursos, la presión de predadores o las fluctuaciones climáticas (Futuyma, 2013, p. 276).

Los ciclos de vida están profundamente sincronizados con el entorno (Stearns, 1992, p. 12). Estos procesos de sincronización son codeterminados por mecanismos genéticos y epigenéticos, que permiten a los organismos y poblaciones ajustar sus patrones temporales a las variaciones ambientales. Por ejemplo, la expresión genética, a través de modificaciones epigenéticas, permite una plasticidad fenotípica, una respuesta adaptativa que facilita la supervivencia

y la reproducción en entornos cambiantes. La capacidad de los organismos para ajustar su ciclo de vida mediante estrategias adaptativas finamente sintonizadas con su entorno temporal pone de relieve la existencia de procesos subyacentes que facilitan la evolución de tales estrategias.

En ambientes estacionales, muchas especies ajustan sus ciclos reproductivos para que las crías nazcan durante períodos de abundancia de recursos, maximizando así su éxito reproductivo (Wingfield, 2008, p. 89; McCabe & Thompson, 2013, p. 1405). Algunos ejemplos incluyen a los anfibios, que alternan entre fases acuáticas y terrestres, adaptando su ciclo de vida a los cambios estacionales (Wells, 2007, p. 145); a los mamíferos como los osos polares, que han desarrollado ciclos de vida con largos períodos de hibernación, una estrategia clave en entornos de escasez de recursos (Robbins *et al.*, 2012, p. 1493); y a los tardígrados, cuya criptobiosis les permite detener casi por completo el metabolismo, asegurando su supervivencia en condiciones radicalmente adversas (Clegg, 2001, p. 548).

Factores como el tamaño corporal y la tasa metabólica influyen en la duración de los ciclos de vida. Las especies más grandes tienen ciclos prolongados, mientras que las pequeñas presentan ciclos cortos y metabólicamente intensos (Brown, *et al.*, 2004, p. 330). Las estrategias evolutivas «r» y «K» reflejan enfoques complementarios en la reproducción y el cuidado parental. Las especies K, como los elefantes, invierten en pocas crías con cuidado prolongado, maximizando la supervivencia a largo plazo mediante una alta inversión por descendiente. En contraste, las especies r, como los ratones, producen grandes cantidades de crías con menor inversión parental, centrándose en una rápida reproducción para asegurar que al menos algunos descendientes sobrevivan en entornos de alta mortalidad (Allen *et al.*, 1992). Este tipo de adaptaciones permiten a las poblaciones animales enfrentar cambios ambientales a lo largo del tiempo (Stearns, 1992, p. 102). Durante las glaciaciones, muchas especies adoptaron estrategias como la hibernación o la migración para sobrevivir a climas extremos (Bennett, 1997, p. 67), mientras que en entornos áridos o con veranos intensos, otras recurren a la estivación, reduciendo su actividad metabólica (Storey, 2002, p. 733). Por otra parte, en los ambientes tropicales más estables, los ciclos de vida de animales no metamórficos tienden a ser más constantes, con menor necesidad de ajustes estacionales drásticos (Janzen, 1967, p. 233).

Este tipo de adaptaciones ecológicas expresan cambios en la historia del planeta. Un ejemplo de cómo los eventos geológicos influyen en la evolución y distribución de las especies es el Gran Intercambio Americano, que ocurrió hace 3 millones de años con la formación del Istmo de Panamá. Este evento permitió el intercambio de fauna entre América del Norte y América del Sur, impulsando adaptaciones en especies migrantes. Felinos, cánidos y ungulados del norte migraron al sur, mientras que armadillos, perezosos y pecaríes del sur se desplazaron al norte, resultando en una reorganización ecológica y mayor diversificación biológica en ambos continentes (Marshall *et al.*, 1988, p. 135). Estos flujos poblacionales modifican las presiones de selección y determinan el curso de nuevas adaptaciones que permiten a las especies ajustar su reproducción, crecimiento y supervivencia según las condiciones del entorno y su capacidad para modificarlo (Webb, 2006, p. 220).

### 3.1. Perspectiva Ecoevocéntrica del Tiempo Evolutivo

Desde una perspectiva crítica ecoevocéntrica, el tiempo evolutivo desafía el antropocentrismo al mostrar que la vida humana, con toda su riqueza sociocultural, es solo un componente de una red ecológica interconectada, donde las historias de vida, ciclos biológicos y adaptaciones de las especies están profundamente entrelazadas (Wolfe, 2010, p. 46). Actividades humanas como la deforestación, urbanización y explotación de recursos se manifiestan en cambios climáticos, porque, de manera subyacente, interrumpen ciclos biogeoquímicos fundamentales para la adaptación y coevolución de las especies (Vitousek *et al.*, 1997, p. 494). Estas alteraciones destruyen hábitats y especies, también ciclos de vida que han evolucionado durante millones de años, sosteniendo los paisajes temporales de los ecosistemas (Crutzen & Stoermer, 2000, p. 17). Es necesario considerar que la actividad humana no solo destruye individuos, poblaciones y comunidades biológicas, sino también ciclos de vida, comportamientos, lenguajes y culturas animales. El ecosistema se empobrece ecológica y estéticamente con la pérdida de biodiversidad, pero también se «destemporaliza», debido a la pérdida de ritmos fenológicos y patrones de comportamiento.

Un ejemplo es el desajuste en los patrones migratorios de la golondrina común debido al cambio climático, lo que reduce su éxito reproductivo y afecta las interacciones ecológicas asociadas (Both *et al.*, 2006). De manera similar, las represas bloquean las rutas migratorias de peces como el salmón, alterando sus

ciclos de desove y las dinámicas acuáticas (Montgomery, 2003). La quema de combustibles fósiles ha interrumpido el ciclo del carbono, liberando CO<sub>2</sub> que exacerba el calentamiento global y desfasando los ciclos de floración de muchas plantas, afectando su sincronización con polinizadores (IPCC, 2014, p. 38). La acidificación de los océanos, provocada por la absorción de CO<sub>2</sub>, impacta gravemente a organismos como corales y moluscos, comprometiendo los ecosistemas marinos (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007, p. 174). En el Amazonas, la deforestación ha alterado los ciclos de regeneración forestal, así como los ciclos del carbono y el agua, afectando la capacidad del bosque para mantener su biodiversidad y estabilidad climática (Fearnside, 2006, p. 113).

Estos son ejemplos de rupturas en el tiempo evolutivo provocadas por la intervención humana, las cuales debilitan la reciprocidad y el ajuste fino que existen entre los procesos evolutivos y la dinámica ecológica del sistema Tierra. La noción de tiempo cronométrico define una temporalidad básica y homogénea, que transcurre de manera independiente a los eventos biológicos. En esta representación, ninguna variación en el ecosistema es relevante; podrían desaparecer ecosistemas completos, como de hecho ocurre, sin que nuestros relojes o calendarios sufran alteraciones, pues el curso del tiempo progresivo se considera constante y absoluto.

La idea del tiempo ecoevolutivo, en cambio, concibe el tiempo como un conjunto complejo y heterogéneo de temporalidades entrelazadas, anidadas en relaciones causales de reciprocidad ecológica. Desde esta perspectiva, la pérdida de un ciclo biológico desconfigura el paisaje temporal de los seres vivos coexistentes, afectándolos de manera profunda. ¿Qué habremos de inferir de nuestro tiempo exacerbado y acelerado ante la pérdida total de un ecosistema? Si cada alteración en el entorno afecta las temporalidades ecoevolutivas, ¿cómo transformará esta desaparición nuestra ecología y nuestras propias estructuras temporales?

#### **4. Tiempo Fenológico: Sincronización y Construcción del Entorno**

La fenología estudia eventos biológicos recurrentes, como la floración, migración y reproducción, en relación con las variaciones estacionales y climáticas (Forrest & Miller-Rushing, 2010). Es la manifestación del tiempo biológico en los ecosistemas, permitiendo entender cómo los organismos coordinan sus ciclos vitales a través de diversas escalas temporales. Aunque los patrones fenológicos están condicionados por la dinámica temporal del planeta y la filogenia, su

evolución ha generado la variabilidad necesaria para que los organismos se adapten a un entorno cambiante (Schwartz, 2013). En escalas temporales más cortas, los organismos no solo se ajustan a su entorno, sino que también adaptan proactivamente su marco temporal. Por ejemplo, las plantas que florecen en primavera aprovechan la luz solar y la presencia de polinizadores, mientras que las aves migran según las estaciones para optimizar el acceso a recursos y las condiciones óptimas de anidamiento (Cleland *et al.*, 2007, p. 340). Estos eventos fenológicos son cruciales para la estabilidad ecológica, facilitando interacciones sincronizadas entre especies y su entorno (Parmesan & Yohe, 2003, p. 45).

Desde una perspectiva ecocrítica, el tiempo cíclico y la historia fenológica de la Tierra nos invitan a reconsiderar cómo los procesos culturales están íntimamente ligados a los ciclos naturales. Prácticas humanas como la agricultura, los festivales y los rituales religiosos suelen sincronizarse con los ciclos fenológicos, mostrando la interdependencia entre las sociedades humanas y los procesos ecológicos recurrentes (Merchant, 1980). El fenómeno también se extiende al comportamiento de los animales, cuyos patrones de actividad representan la escala temporal más conspicua dentro del ecosistema. Estos patrones, ligados a los ciclos naturales, son manifestaciones directas de los procesos evolutivos y la construcción de nichos (Odling-Smee *et al.*, 2003, p. 45; Krebs & Davies, 1993, p. 102). Aves como los ruiseñores y los pavos reales sincronizan sus cantos y danzas de apareamiento con los cambios estacionales, adaptándose a los ciclos de luz y temperatura para maximizar su éxito reproductivo (Catchpole & Slater, 2003). De manera similar, las ballenas jorobadas transmiten sus canciones de modo intergeneracional, adaptándolas a las migraciones estacionales para optimizar el acceso a recursos durante sus largos desplazamientos (Noad *et al.*, 2000). El comportamiento cultural en animales también está alineado con los ciclos naturales, como los chimpancés que ajustan el uso de herramientas para cazar termitas según las condiciones estacionales (Boesch, 2003). Los caribúes sincronizan sus migraciones con los cambios estacionales, siguiendo rutas ancestrales que les permiten acceder a pastos y condiciones favorables, mostrando una base tanto ecológica como cultural en sus migraciones (Taillon *et al.*, 2012). Un ejemplo notable son las orcas del Ártico, que ajustan sus técnicas de caza según los ciclos de formación y derretimiento del hielo marino para cazar focas (Pitman & Durban, 2012).

Los patrones de actividad animal, profundamente enraizados en procesos evolutivos y sincronizados con el entorno, son esenciales para la modificación biológica de los nichos. La «Teoría de la Construcción de Nichos» (TCN) sostiene que los organismos activamente modifican su entorno para crear condiciones favorables a su supervivencia. A través de estas interacciones, las especies alteran sus entornos físicos y biológicos, influyendo también en la evolución de otros organismos en la comunidad (Odling-Smee *et al.*, 2003, p. 89).

Los comportamientos culturales de los animales, ligados a los ciclos naturales, reflejan patrones evolutivos que impulsan tanto la adaptación como la construcción de nichos, subrayando la interdependencia entre los organismos y su entorno. Factores como la maduración sexual, la longevidad y el equilibrio entre reproducción y supervivencia varían según la especie. Estas adaptaciones, acordes con los ciclos estacionales, maximizan la supervivencia de las crías. Los ciclos fenológicos ajustan el ciclo vital de las especies a los ritmos naturales, optimizando el uso de recursos y regulando interacciones clave para la biodiversidad (Forrest & Miller-Rushing, 2010, p. 310). La teoría metabólica de la ecología complementa esta idea, mostrando cómo el metabolismo afecta la capacidad de los organismos para ajustarse a los ciclos ecológicos (Brown *et al.*, 2004, p. 331). Las aves migratorias, que sincronizan su reproducción con la abundancia de recursos, son un claro ejemplo de esta dinámica (Both *et al.*, 2006, p. 45). A través de estos ajustes, los organismos sincronizan sus actividades con los ritmos naturales, mientras modifican activamente sus comportamientos en respuesta a nuevos desafíos ambientales.

Además, los organismos ajustan sus sistemas de comunicación para adaptarse a nuevas realidades ambientales. La señalización acústica, luminosa y química puede alterarse, como ocurre con el canto de ranas y pájaros o la estridulación de insectos (Bradbury & Vehrencamp, 2011, p. 112). En animales bioluminiscentes, se registran cambios en los patrones de señalización luminosa, mientras que otras especies modifican su comunicación semioquímica mediante el uso de «feromonas» (señales químicas que comunican entre individuos de la misma especie) o «alomonas» (señales químicas que afectan a individuos de otras especies, beneficiando al emisor). A nivel de hábitos diarios y circanuales, los animales ajustan sus rutas de migración y cronogramas de recolección de alimentos en respuesta a las transformaciones del hábitat (Wingfield, 2008, p. 89). Estos ajustes permiten a las especies planificar mejor sus desplazamientos en

entornos donde los recursos han cambiado drásticamente. Las plantas también ajustan su fenología diaria y estacional, alterando cronogramas de floración, fructificación o germinación según las variaciones del entorno. Estos cambios fenológicos y comportamentales son ejemplos de cómo los organismos modifican sus interacciones con el entorno mediante ajustes metabólicos y comportamentales, sincronizándose con diferentes escalas de tiempo para optimizar su supervivencia, reproducción y coexistencia.

#### 4.1. Perspectiva Ecoevocéntrica del Tiempo Fenológico

En el contexto del Antropoceno, la comprensión de los ciclos fenológicos adquiere una importancia decisiva. La actividad humana desincroniza estos ciclos debido a las perturbaciones de los ecosistemas, lo que impacta tanto a la biodiversidad como a la capacidad de las sociedades humanas para adaptarse. Por ejemplo, el adelanto de la floración debido al calentamiento global puede desincronizar la polinización, afectando no solo a las plantas, sino a toda la cadena alimentaria (Memmott *et al.*, 2007; Post & Forchhammer, 2008). Un cambio en la floración podría desincronizar la aparición de polinizadores como las abejas (Memmott *et al.*, 2007), impactando la producción de semillas, la supervivencia de las plantas y, en consecuencia, a herbívoros y depredadores, generando un efecto en cascada en la red trófica.

84

Según la Teoría de la Construcción de Nichos (TCN), los organismos modifican el ecosistema para ajustar sus ciclos metabólicos y fenológicos. Un ejemplo fascinante es el comportamiento de los abejorros (*Bombus spp.*), que, cuando las flores no están disponibles, muerden las hojas de ciertas plantas para adelantar su floración en varias semanas, permitiéndoles acceder a los recursos florales antes de lo habitual (Pashalidou *et al.*, 2020). Este comportamiento demuestra cómo los organismos intervienen en los ciclos naturales para maximizar su acceso a los recursos. Otros ejemplos incluyen las hormigas agricultoras (*Atta spp.*), que cultivan hongos subterráneos, manipulando el entorno al recolectar hojas para acelerar su crecimiento (Mueller *et al.*, 2001), o los castores, que construyen presas que modifican el flujo de agua, creando lagunas y humedales que alteran el ciclo hidrológico y favorecen la reproducción de peces y otras especies acuáticas (Naiman *et al.*, 1988). Las mariposas monarca (*Danaus plexippus*) eligen sitios específicos en los bosques de oyamel (*Abies religiosa*) para hibernar, formando agrupaciones masivas que modifican el microclima,

coordinando y sincronizando las condiciones necesarias para su migración y reproducción (Brower *et al.*, 2012).

No obstante, la capacidad de los organismos para construir sus nichos no siempre es suficiente frente a la destrucción acelerada de los ecosistemas. Un claro ejemplo es el de los corales, que, al perder sus simbioses debido al calentamiento y la acidificación de los océanos, ven comprometida su capacidad de reproducción y supervivencia (Harrison, 2011; Shlesinger & Loya, 2019). Los ciclos reproductivos de muchas especies de peces, también se han visto alterados por estos factores que afectan tanto a depredadores marinos como a las comunidades humanas que se sirven de aquellos (Perry *et al.*, 2005, p. 25).

Desde una perspectiva ecoevolutiva, la preocupación ambiental debe enfocarse no solo en la preservación de espacios físicos o especies individuales, sino también en el tiempo como dimensión viva, moldeada por la interacción entre organismos y su entorno. Es esencial proteger los ciclos ecológicos que permiten a las especies prosperar, integrando la sincronización fenológica en las estrategias de conservación (Tylianakis *et al.*, 2008, p. 889). Es importante, por lo mismo, integrar el fenómeno de la detemporalización ecológica, emergente con la actividad humana sobre el entorno, a la lista de problemas ambientales globales (Toro-Rivadeneira, 2023). La desincronización de estos procesos afecta las interacciones clave que sostienen la biodiversidad, como la polinización y las relaciones entre depredadores y presas (Parmesan & Yohe, 2003, p. 45). Además, esta desincronización intensifica los procesos adaptativos y genera competencia extrema, impulsada por cambios antropogénicos (Post *et al.*, 2008). El entorno natural, que antes ofrecía oportunidades de adaptación y coexistencia, ahora está dominado por presiones humanas, lo que lleva a un «adaptacionismo extremo», donde muchas especies ven sus nichos reducidos o eliminados, mientras que el nicho humano o «nicho antrópico» (NA) se expande, excluyendo las dinámicas naturales y poniendo en riesgo la biodiversidad. Este desacoplamiento de los ritmos geológicos, evolutivos y fenológicos impide que los organismos ajusten sus ciclos vitales, desestabilizando los ecosistemas. Por ello, las estrategias de conservación deben considerar no solo el espacio físico, sino también el tiempo como un componente dinámico esencial para la estabilidad ecológica a largo plazo.

## **5. Tiempo Ecológico y Mecanismos de Coexistencia**

El «problema del tiempo ecológico» puede entenderse ecoevolutivamente como el «problema de la coexistencia». A pesar de los recursos limitados y las constantes presiones ambientales, la Tierra alberga una biodiversidad sorprendentemente alta, con aproximadamente 8,7 millones de especies vivas (Mora et al., 2011, p. 1120) y más de 5 mil millones que han existido a lo largo de la historia del planeta (Stork, 2018, p. 85). Esto sugiere que los organismos no solo compiten y se excluyen, sino que han desarrollado mecanismos de cooperación y coexistencia que facilitan la innovación y la radiación adaptativa. La coexistencia es la condición de posibilidad para la selección natural, ya que es a través de la interacción con otros organismos que las especies encuentran sus límites ecológicos. En este sentido, la exclusión competitiva de los nichos carga con la prueba del éxito adaptativo, pues las poblaciones que logran competir por los recursos son aquellas que, al coexistir, han superado las presiones del entorno. La coexistencia de un conjunto de poblaciones precede a la competencia entre ellas. Para que ocurra la exclusión del nicho, las especies deben primero compartirlo, por lo que la coexistencia precede a la exclusión o, en su defecto, ocurre de manera simultánea.

Desde una perspectiva ecoevolutiva, el tiempo biológico es crucial para la coexistencia de las especies, que comparten y estructuran el espacio y el tiempo de manera unificada. Al igual que el espacio, el tiempo es un recurso limitado, cuya segregación es fundamental para que distintas especies utilicen los mismos recursos sin competir directamente. Este concepto, denominado «nicho temporal» (NT), describe cómo las especies organizan sus actividades en distintos momentos del día o del año, permitiéndoles acceder secuencialmente a los mismos recursos y evitar la competencia directa (Kronfeld-Schor & Dayan, 2003, p. 485). La segregación temporal es clave para la coexistencia en ecosistemas complejos, ya que maximiza la utilización de los recursos y minimiza el conflicto entre especies (Schoener, 1974, p. 138).

Las escalas temporales están interconectadas: los procesos geoevolutivos, como los cambios climáticos o tectónicos, influyen en el tiempo ecológico y fenológico, determinando cuándo y cómo los organismos interactúan con su entorno. A su vez, los procesos ecológicos y fenológicos, como la segregación temporal en los ciclos de vida y reproducción, afectan la evolución a largo plazo, facilitando fenómenos como la especiación. Por ejemplo, dos poblaciones de una misma especie pueden reproducirse en distintos momentos del año, creando

barreras reproductivas que eventualmente conducen a la especiación simpátrica (Mayr, 1942, p. 200)<sup>1</sup>. Un ejemplo de este fenómeno son las cigarras periódicas (*Magicicada spp.*), que emergen en ciclos de 13 o 17 años, utilizando diferencias en sus tiempos de emergencia como barreras reproductivas que fomentan la formación de nuevas especies (Simon *et al.*, 2000). En los salmones del Pacífico (*Oncorhynchus spp.*), los ciclos estacionales de migración y desove diferencian a las poblaciones, impidiendo su cruce y facilitando la especiación (Hendry & Day, 2005). Los murciélagos frugívoros (*Artibeus spp.*) segregan sus tiempos de actividad nocturna, especializándose en distintos recursos y promoviendo la divergencia genética (Patterson *et al.*, 2003).

Las mariposas del género *Bicyclus* ajustan sus ciclos de vida a las estaciones seca y lluviosa, mostrando cómo la segregación temporal fomenta barreras reproductivas y promueve la especiación (Brakefield & Zwaan, 2013). De manera similar, en el papamoscas cerrojillo (*Ficedula hypoleuca*), las diferencias en los tiempos de migración y reproducción dentro de una misma área actúan como mecanismos de aislamiento temporal, evitando el cruce entre poblaciones y favoreciendo la especiación (Sætre & Sæther, 2010). Los ciclos de vida complejos juegan un papel fundamental en la coexistencia. A través de ellos, los organismos atraviesan distintas fases de desarrollo, ocupando nichos diferenciados, lo que les permite aprovechar distintos recursos en momentos específicos de su ciclo vital. Esto minimiza la competencia intraespecífica y fomenta la diversificación ecológica (Wilbur, 1980, p. 69; Werner & Gilliam, 1984, p. 399). Por ejemplo, en las mariposas, las larvas y adultos se alimentan de recursos distintos, reduciendo la competencia entre etapas del ciclo de vida (Ehrlich & Raven, 1964, p. 662). En especies acuáticas, las larvas pueden habitar agua dulce mientras los adultos viven en mares salados, minimizando la competencia entre etapas de desarrollo, en lugar de la usual competencia entre individuos adultos dentro de una población (Wilbur, 1980, p. 72).

La Teoría de la Construcción de Nichos (TCN) sostiene que los animales modifican activamente sus nichos ecológicos (NE), creando condiciones que influyen en su evolución y en la de otras especies coexistentes (Odling-Smee,

---

<sup>1</sup> La especiación simpátrica ocurre sin separación geográfica, cuando barreras reproductivas, como la segregación temporal, aíslan poblaciones dentro de un mismo hábitat. En contraste, la especiación alopátrica se da por aislamiento geográfico, donde barreras físicas impiden el flujo génico, diferenciando las poblaciones evolutivamente.

Laland & Feldman, 2003, p. 103). Aplicando este principio, se ha propuesto que los nichos temporales (NT) también se construyen en el contexto de relaciones sinecológicas (Toro-Rivadeneira, 2021, p. 56; 2023, p. 116). La sinecología estudia las interacciones ecoevolutivas entre especies dentro de una comunidad, mientras que la demoecología se enfoca en la dinámica de una población de una sola especie en su hábitat. Los organismos no solo sincronizan sus funciones biológicas con los determinantes temporales del entorno, sino que también modifican y organizan el tiempo según los organismos coexistentes de su nicho comunitario, facilitando la coexistencia ecológica. Desde esta perspectiva, la Teoría de la Construcción de Nichos Temporales (CNT) es central en la visión ecoevolutiva del tiempo, ya que desafía la idea de un tiempo absoluto e independiente de los organismos. En su lugar, la CNT plantea que el tiempo es una dimensión ecológica en construcción, emergente de las interacciones vivas. Todas las especies participan activamente en la organización del tiempo dentro del ecosistema, ajustando y modificando sus ritmos temporales para perfeccionar su sincronización con otras especies y con su entorno.

## **6. Nichos Temporales y la Construcción Zoosemiótica del Tiempo**

El enfoque de la Teoría de la Construcción de Nichos Temporales (CNT) permite comprender el tiempo desde una perspectiva ecoevolutiva, desafiando la visión tradicional de un tiempo preexistente y uniforme. En su lugar, se plantea que la temporalidad del ecosistema es una dimensión bioconstruida, moldeada activamente por los organismos a través de sus interacciones coordinadas, sincronizadas y simbióticas con el entorno. Cada especie ajusta y organiza su tiempo en función de los ritmos ecológicos totales. Aunque ciertos patrones fenológicos, como los ciclos estacionales, tienden a ser estables, otros aspectos, como las fases de desarrollo y los comportamientos de las especies, son flexibles y configurables en función de las variaciones del entorno y de distintas escalas de tiempo.

En términos ecoevolutivos, la dinámica de producción de ritmos biológicos y la ejecución de nichos temporales pueden generar nuevos rasgos fenotípicos y fenológicos, influyendo en la capacidad evolutiva del sistema. Integrar aquí conceptos como la herencia epigenética y la teoría de construcción de nichos, comprender cómo los procesos genéticos, epigenéticos, embriológicos y conductuales interactúan con las señalizaciones para co-construir temporalidades específicas. Estos mecanismos refuerzan la plasticidad fenotípica

y, a su vez, proveen a la selección natural de nuevas opciones, demostrando cómo los organismos participan activamente en la configuración del tiempo a través de sus adaptaciones evolutivas. La creación y mantenimiento de nichos temporales no solo afectan la evolución individual de las especies, sino también la estructuración y cohesión de las comunidades biológicas. En este contexto, la fenología, la simbiosis y la semiología desempeñan un papel fundamental.

La fenología, dentro de la construcción de nichos temporales, es el único patrón temporal objetivamente medible, ya que el tiempo en un ecosistema se forma biológicamente mediante la interacción coordinada de patrones temporales y funcionales entre organismos. Si bien el calendario y el reloj son convenciones humanas, su fundamento no es arbitrario; en última instancia, se sustentan en cambios fenológicos terrestres. La simbiosis facilita la adaptación conjunta de las especies, estructurando las relaciones ecológicas y biológicas, y constituye un principio clave en la formación de clados y organismos (Margulis, 1991, p. 73). Por su parte, la teoría del Holobionte considera a los organismos como comunidades multisimbióticas (Margulis, 1991, p. 102; Gilbert *et al.*, 2012, p. 326). Un holobionte es una unidad ecoevolutiva compuesta por un organismo anfitrión y las especies microbianas que coexisten con él, configurando tanto sus procesos biológicos como la organización temporal de la totalidad.

Dada la complejidad de la sincronización y reciprocidad funcional entre holobiontes, es esencial comprender los mecanismos de comunicación e interpretación de señales fenológicas y simbióticas, mediante los cuales los animales construyen sus nichos. Del mismo modo que el concepto de «nicho temporal» (NT) surge de la combinación de conceptos como la segregación de nichos, la especiación simpátrica y la fenología; los de «nicho semántico» (NS) y «nicho epistémico» (NE) emergen al integrar el concepto de nicho ecológico con la semiótica y la epistemología del entorno. Ambas conceptualizaciones provienen de enfoques críticos interdisciplinarios que exploran cómo los organismos interactúan con su entorno mientras organizan y comunican la información que reciben (Odling-Smee *et al.*, 2003, p. 112; Kull, 1998, p. 337).

El NS describe cómo los organismos crean y mantienen espacios de significado a través de sus interacciones con el entorno. En el contexto de la zoosemiótica, estas señales no son simples respuestas instintivas, sino herramientas que los organismos utilizan para organizar el significado dentro de sus nichos. Un ejemplo es la danza de las abejas, que constituye un sistema

semiótico complejo donde los movimientos se interpretan en términos de distancia y dirección, creando un nicho semántico en el que las señales importan para la supervivencia de la colonia (von Frisch, 1967, p. 123). El NE, por su parte, se refiere a cómo los organismos acumulan y organizan conocimiento sobre su entorno. Un ejemplo claro es el de las aves migratorias, que acumulan conocimiento sobre rutas y sincronización estacional, constituyendo un nicho epistémico determinante para su supervivencia (Alerstam, 2006, p. 401). Este conocimiento, transmitido mediante señales auditivas o visuales, permite a futuras generaciones ajustar su comportamiento migratorio a las condiciones cambiantes del entorno (Danchin *et al.*, 1998, p. 35), demostrando cómo los organismos construyen activamente sus nichos epistémicos asimilando de modo genético sus disposiciones conductuales.

La zoosemiótica desempeña un papel determinante en la sincronización de las actividades biológicas. A través de señales acústicas, visuales o químicas, los organismos ajustan tanto su comportamiento inmediato como sus cronogramas biológicos a largo plazo (Sebeok, 1972, p. 77). En este contexto, el tiempo ecológico se presenta como una dimensión dinámica maleable que los organismos adaptan mediante eventos constructivos guiados por interacciones semióticas, lo que les permite ajustar sus ritmos vitales y responder eficazmente a los cambios del entorno (Kull, 1998, p. 335). Un ejemplo claro es la sincronización masiva en la reproducción de los corales, regulada por señales provenientes de los ciclos de marea que actúan como indicadores semióticos, coordinando los nichos temporales de estas especies simbióticas (Harrison, 2011, p. 435). De manera similar, las polillas que habitan en el pelaje de los perezosos sincronizan sus ciclos de vida con los hábitos de estos mamíferos mediante señales químicas y biológicas, estableciendo una relación simbiótica temporal que optimiza la supervivencia de ambas especies (Pauli *et al.*, 2014). Estas interacciones muestran cómo las señales biológicas estructuran las relaciones entre organismos, ajustando cronogramas fenológicos y biológicos.

Además, la zoosemiótica también es clave en procesos complejos como la «foresis», donde el foronte (organismo transportado) y su hospedador sincronizan sus ciclos vitales a través de señales. Por ejemplo, ciertos nematodos parásitos de pinos sincronizan su desarrollo con los escarabajos hospedadores utilizando alomonas emitidas por estos últimos, lo que permite a los nematodos adherirse y ser transportados a nuevos árboles. Estas interacciones foréticas

revelan cómo las señales químicas y biológicas facilitan la sincronización entre ciclos de vida, permitiendo a los organismos ajustar sus nichos temporales a condiciones dinámicas (Zhao *et al.*, 2013, p. 205).

Los organismos también modifican sus entornos fenológicos mediante la construcción de estructuras como madrigueras, nidos o refugios, que alteran la luz, la temperatura o la disponibilidad de nutrientes, creando nichos temporales específicos. Estas modificaciones pueden inducir cambios en los cronogramas simbióticos de sus socios evolutivos. Retomando el ejemplo, los perezosos de tres dedos llevan en su pelaje algas, hongos e insectos, cuyo ciclo vital está sincronizado con los ritmos digestivos y de comportamiento del perezoso, demostrando cómo una relación simbiótica puede modificar los ritmos fenológicos y generar nuevos acuerdos ecológicos (Pauli *et al.*, 2014, p. 982).

La Teoría de la Construcción de Nichos Temporales (CNT) resalta la capacidad de los organismos para ajustar sus ritmos biológicos frente a cambios ambientales o generar nuevas oportunidades ecológicas. Esta flexibilidad les permite sincronizar o desincronizar sus ciclos vitales, ajustando sus cronogramas para optimizar la reproducción o la supervivencia. Un ejemplo es el desajuste fenológico entre plantas y polinizadores causado por el cambio climático, donde la alteración en los tiempos de floración puede desincronizar la disponibilidad de alimento. Sin embargo, especies como los abejorros anteriormente mencionados, han mostrado ser capaces de actuar como determinantes fenológicos, induciendo floraciones tempranas y ajustando sus nichos temporales para adaptarse a estos cambios.

El estudio de las señales temporales es sustancial en la zoosemiótica, ya que estas no solo influyen en el comportamiento inmediato, sino que también organizan la estructura a largo plazo de las comunidades ecológicas. Por ejemplo, primates como macacos y chimpancés usan vocalizaciones para advertir sobre depredadores, coordinando respuestas grupales y estructurando su vida social mediante señales acústicas (Seyfarth *et al.*, 1980, p. 748). Las aves cantoras, como el carbonero común (*Parus major*), utilizan cantos para defender territorios y sincronizar actividades reproductivas, empleando señales acústicas para comunicar su estado de salud y coordinar el comportamiento (Catchpole & Slater, 2003).

De manera similar, las hormigas usan feromonas para marcar rutas hacia fuentes de alimento y coordinar las actividades dentro del nido, demostrando

cómo las señales químicas organizan el comportamiento social (Hölldobler & Wilson, 1990, p. 125). Los delfines, por su parte, emplean el contacto físico y el juego social para reforzar vínculos y coordinar actividades cooperativas, como la caza (Connor *et al.*, 2000, p. 190). En las relaciones foréticas, los organismos ajustan sus ciclos vitales mediante señales semióticas que sincronizan con sus hospedadores de dispersión, como ocurre con nematodos y escarabajos, o con ácaros que se adhieren a sus anfitriones mediante estructuras especializadas (Bajerlein *et al.*, 2013, p. 456). Esto demuestra que la construcción de nichos incluye tanto cambios físicos como la sincronización de ciclos vitales y las interacciones simbióticas y semióticas, afectando tanto las relaciones presentes como futuras.

## **7. Consideraciones finales**

Este artículo ofrece una reinterpretación crítica del tiempo animal desde una perspectiva ecoevocéntrica, desafiando su concepción tradicional como una entidad fija u homogénea sujeta a la cronometría humana. Desde esta perspectiva, el tiempo es una dimensión dinámica, construida por los organismos a través de sus interacciones interespecíficas y con el entorno. Así, deja de ser una constante inmutable para convertirse en una construcción emergente, que refleja las relaciones ecoevolutivas entre comunidades animales y su medio.

La Teoría de la Construcción de Nichos Temporales (CNT) es clave en esta interpretación, ya que los organismos no solo se adaptan a los ciclos naturales, como la sucesión de días y estaciones, sino que también modifican sus propios ciclos para integrarse en los ecosistemas. Este ajuste temporal es decisivo en la continuidad de los ecosistemas, resaltando la complejidad del tiempo animal, vinculado a las demandas ecológicas y la creación de interacciones sincronizadas.

La visión ecoevocéntrica del tiempo animal surge de la convergencia de aspectos fenológicos, simbióticos y semióticos. Para comprender su construcción, es clave distinguir cuatro tipos de nichos (ecológico, temporal, semántico y epistémico). Los organismos construyen nichos temporales (NT) segregando el recurso del tiempo y estableciendo relaciones simbióticas y fenológicas que facilitan la coexistencia. Los nichos semánticos (NS) organizan señales que los organismos interpretan y a las que responden, mientras que los nichos epistémicos (NE) almacenan y transmiten el conocimiento necesario para la adaptación.

El artículo también adopta una postura crítica hacia el antropocentrismo y tecnocentrismo, los cuales consideran al ser humano dominante sobre los procesos naturales, desestimando que los nichos antrópicos (NA) tienden a desestabilizar la estructura temporal del sistema Tierra. En oposición, se aboga por una ética geológica, ecológica y evolutiva, que favorezca la preservación de los ritmos naturales y promueva una integración armónica entre tecnología y procesos ecoevolutivos.

Tradicionalmente, la ecocrítica se ha entendido como un análisis literario sobre la relación entre la literatura, la cultura y el medio ambiente. Sin embargo, este artículo amplía su aplicación al estudio de textos científicos que abordan problemas ecológicos concretos ilustrados por una casuística reveladora. Se busca así fundamentar nuevas posibilidades éticas y estéticas para el análisis literario ecocrítico, integrando los conceptos biológicos y filosóficos más relevantes de la ecología actual y aplicándolos a problemas específicos que pueden enriquecer ulteriores análisis literarios con una base teórica rigurosa.

## Bibliografía

- Åkesson, S., Chapman, J. W., & Hedenström, A. (2017). Wind-borne migrant insects reveal major atmospheric flows. *Science*, 358(6368), 1400-1402.
- Alerstam, T. (2006). Conflicting evidence about long-distance animal navigation. *Science*, 313(5788), 791-794.
- Allen, C. R., Forys, E. A., & Holling, C. S. (1992). Body size and extinction in birds. *Evolutionary Ecology*, 6(4), 412-420.
- Bajerlein, D., Błoszyk, J., & Witaliński, W. (2013). Phoresy in the evolution of Parasitengona mites (Acari: Prostigmata). *Biological Letters*, 50(2), 209-215.
- Bekoff, M. (2002). *Minding animals: Awareness, emotions, and heart*. Oxford University Press.
- Bennett, K. D. (1997). *Evolution and ecology: The pace of life*. Cambridge University Press.
- Benton, M. J. (2005). *Vertebrate palaeontology* (3rd ed.). Blackwell Publishing.
- Benton, M. J., & Harper, D. A. T. (2009). *Introduction to paleobiology and the fossil record*. Wiley-Blackwell.
- Boesch, C. (2003). Is culture a golden barrier between human and chimpanzee? *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 12(2), 82-91.
- Bostrom, N. (2005). In defense of posthuman dignity. *Bioethics*, 19(3), 202-214.

- Both, C., Bouwhuis, S., Lessells, C. M., & Visser, M. E. (2006). Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature*, 441(7089), 81-83.
- Bradbury, J. W., & Vehrencamp, S. L. (2011). *Principles of animal communication* (2nd ed.). Sinauer Associates.
- Brakefield, P. M., & Zwaan, B. J. (2013). The African butterfly *Bicyclus anynana*: A model for evolutionary genetics and evolutionary developmental biology. *Cold Spring Harbor Protocols*.
- Brower, L. P., Fink, L. S., & Walford, P. (2012). *Overwintering behavior of monarch butterflies (Danaus plexippus)*. The University of Chicago Press.
- Buell, L. (1995). *The environmental imagination: Thoreau, nature writing, and the formation of American culture*. Harvard University Press.
- Buell, L. (2005). *The future of environmental criticism: Environmental crisis and literary imagination*. Wiley-Blackwell.
- Carroll, S. B. (2005). *Endless forms most beautiful: The new science of evo-devo and the making of the animal kingdom*. W. W. Norton & Company.
- Catchpole, C. K., & Slater, P. J. B. (2003). *Bird song: Biological themes and variations*. Cambridge University Press.
- Chausson, A., Turner, B., Seddon, D., Chabaneix, N., Girardin, C. A. J., Kapos, V., Key, I., Roe, D., Smith, A., Woroniecki, S., & Seddon, N. (2020). Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. *Global Change Biology*, 26(11), 6134-6155.
- Clegg, J. S. (2001). Cryptobiosis—A peculiar state of biological organization. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 128(4), 613-624.
- Cleland, E. E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H. A., & Schwartz, M. D. (2007). Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(7), 357-365.
- Cohen, J. E. (1977). *Food webs and niche space*. Princeton University Press.
- Connor, R. C., Wells, R. S., Mann, J., & Read, A. J. (2000). The bottlenose dolphin: Social relationships in a fission-fusion society. In J. Mann, R. C. Connor, P. L. Tyack, & H. Whitehead (Eds.), *Cetacean societies: Field studies of dolphins and whales* (pp. 91-126). University of Chicago Press.
- Crutzen, P. J., & Stoermer, E. F. (2000). The “Anthropocene”. *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.

- Danchin, E., Giraldeau, L. A., Valone, T. J., & Wagner, R. H. (1998). Public information: From nosy neighbors to cultural evolution. *Science*, 284(5415), 105-106.
- Dodd, M. S., Papineau, D., Grenne, T., Slack, J. F., Rittner, M., Pirajno, F., ... & Little, C. T. (2017). Evidence for early life in Earth's oldest hydrothermal vent precipitates. *Nature*, 543(7643), 60-64.
- Ehrlich, P. R., & Raven, P. H. (1964). Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution*, 18(4), 586-608.
- Fearnside, P. M. (2006). Deforestation in Amazonia: Dynamics, impacts, and control. *Environmental Conservation*, 33(1), 17-23.
- Forrest, J., & Miller-Rushing, A. J. (2010). Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1555), 3101-3112.
- Fukuyama, F. (2002). Our posthuman future: *Consequences of the biotechnology revolution*. Farrar, Straus and Giroux.
- Futuyma, D. J. (2013). *Evolution* (3rd ed.). Sinauer Associates.
- Gilbert, S. F., Sapp, J., & Tauber, A. I. (2012). A symbiotic view of life: We have never been individuals. *The Quarterly Review of Biology*, 87(4), 325-341.
- Glotfelty, C. (Ed.). (1996). *The ecocriticism reader: Landmarks in literary ecology*. University of Georgia Press.
- Grosz, E. (2004). *The nick of time: Politics, evolution, and the untimely*. Duke University Press.
- Gwinner, E. (2008). *Bird Migration: Physiology and Ecophysiology*. Springer.
- Haraway, D. (2008). *When species meet*. University of Minnesota Press.
- Harrison, P. L. (2011). Sexual reproduction of scleractinian corals. In Z. Dubinsky & N. Stambler (Eds.), *Coral reefs: An ecosystem in transition* (pp. 59-85). Springer.
- Heinrich, B. (2013). *The homing instinct: Meaning and mystery in animal migration*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Hedges, S. B., & Kumar, S. (2009). *The timetree of life*. Oxford University Press.
- Hendry, A. P., & Day, T. (2005). *Evolutionary biology of the Pacific salmon*. Oxford University Press.
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C. D., Sale, P. F., Edwards, A. J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C. M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R.

- H., Dubi, A., & Hatziolos, M. E. (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, 318(5857), 1737-1742.
- Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (1990). *The ants*. Harvard University Press.
- Hutchinson, G. E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22, 415-427.
- Ingold, T. (1993). The temporality of the landscape. *World Archaeology*, 25(2), 152-174.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate change 2014: Synthesis report*. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- Janzen, D. H. (1967). Why mountain passes are higher in the tropics. *The American Naturalist*, 101(919), 233-249.
- Klein, N. (2014). *This changes everything: Capitalism vs. the climate*. Simon & Schuster.
- Krebs, J. R., & Davies, N. B. (1993). *An introduction to behavioural ecology* (3rd ed.). Blackwell Scientific.
- Kronfeld-Schor, N., & Dayan, T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 153-181.
- Kull, K. (1998). Semiotic ecology: Different natures in the semiosphere. *Sign Systems Studies*, 26, 327-343.
- Lomolino, M. V., Riddle, B. R., Whittaker, R. J., & Brown, J. H. (2017). *Biogeography* (5th ed.). Sinauer Associates.
- Margulis, L. (1991). *Symbiosis as a source of evolutionary innovation: Speciation and morphogenesis*. MIT Press.
- Marshall, L. G., Webb, S. D., Sepkoski, J. J., & Raup, D. M. (1988). Mammalian evolution and the great American interchange. *Science*, 215(4538), 1351-1357.
- Mayr, E. (1942). *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press.
- McCabe, G. J., & Thompson, L. M. (2013). A review of the relationships between climate and weather and mortality in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94(10), 1405-1416.
- Memmott, J., Craze, P. G., Waser, N. M., & Price, M. V. (2007). Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions. *Ecology Letters*, 10(8), 710-717.
- Merchant, C. (1980). *The death of nature: Women, ecology, and the scientific revolution*. Harper & Row.

- Montgomery, D. R. (2003). *King of fish: The thousand-year run of salmon*. Westview Press.
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. B., & Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biology*, 9(8), e1001127.
- Morton, T. (2010). *The ecological thought*. Harvard University Press.
- Mueller, U. G., Schultz, T. R., Currie, C. R., Adams, R. M. M., & Malloch, D. (2001). The origin of the attine ant-fungus mutualism. *The Quarterly Review of Biology*, 76(2), 169-197.
- Naiman, R. J., Johnston, C. A., & Kelley, J. C. (1988). Alteration of North American streams by beaver. *BioScience*, 38(11), 753-762.
- Noad, M. J., Cato, D. H., Bryden, M. M., Jenner, M. N., & Jenner, K. C. S. (2000). Cultural revolution in whale songs. *Nature*, 408(6812), 537.
- Odling-Smee, F. J., Laland, K. N., & Feldman, M. W. (2003). *Niche construction: The neglected process in evolution*. Princeton University Press.
- Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421(6918), 37-42.
- Pashalidou, F. G., Lucas-Barbosa, D., van Loon, J. J. A., Dicke, M., & Fatouros, N. E. (2020). Phenological mismatches between plants and insects in a warming world. *Nature Ecology & Evolution*, 4(7), 1033-1041.
- Patterson, B. D., Willig, M. R., & Stevens, R. D. (2003). Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecologically equivalent species. In T. J. Case, M. L. Cody, & E. Ezcurra (Eds.), *A new ecological theory: Foundations and applications* (pp. 263-278). University of Chicago Press.
- Paul, J. N., Mendoza, J. E., Steffan, S. A., Carey, C. C., Weimer, P. J., & Peery, M. Z. (2014). A syndrome of mutualism reinforces the lifestyle of a sloth. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1778), 20133006.
- Perry, A. L., Low, P. J., Ellis, J. R., & Reynolds, J. D. (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308(5730), 1912-1915.
- Pitman, R. L., & Durban, J. W. (2012). Cooperative hunting behavior, prey selectivity and prey handling by pack ice killer whales in Antarctic Peninsula waters. *Marine Mammal Science*, 28(1), 16-36.
- Plumwood, V. (2002). *Environmental culture: The ecological crisis of reason*. Routledge.
- Post, E., & Forchhammer, M. C. (2008). Climate change reduces reproductive success of an Arctic herbivore through trophic mismatch. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1501), 2367-2373.

- Prothero, D. R. (2013). *Bringing fossils to life: An introduction to paleobiology* (3rd ed.). Columbia University Press.
- Ricklefs, R. E., & Bermingham, E. (2002). The concept of the taxon cycle in biogeography. *The American Naturalist*, 160(4), 447-461.
- Robbins, C. T., Nelson, O. L., & Felicetti, L. A. (2012). Hibernation and seasonal fasting in bears: The energetic costs and benefits of not eating. *Journal of Comparative Physiology B*, 182(2), 143-156.
- Rubin, H., Lynn, W. S., & Johnson, B. L. (2006). *Cephalopods and Changing Oceans: Reproductive and Ecological Adaptations*. University of Chicago Press.
- Sætre, G. P., & Sæther, S. A. (2010). Ecology and genetics of speciation in *Ficedula* flycatchers. *Molecular Ecology*, 19(6), 1091-1106.
- Schoener, T. W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185(4145), 27-39.
- Schwartz, M. D. (2013). *Phenology: An integrative environmental science* (2nd ed.). Springer.
- Sebeok, T. A. (1972). *Perspectives in zoosemiotics*. Mouton.
- Shlesinger, T., & Loya, Y. (2019). Breakdown in spawning synchrony: A silent threat to coral persistence. *Science*, 365(6454), 1002-1007.
- Simon, C., Tang, J., Dalwadi, S., Staley, G., Deniega, J., & Unnasch, T. (2000). Genetic evidence for assortative mating between 13-year cicadas and sympatric "stragglers" from the 17-year brood. *Evolution*, 54(4), 1326-1336.
- Stearns, S. C. (1992). *The evolution of life histories*. Oxford University Press.
- Steffen, W., Crutzen, P. J., & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-621.
- Storey, K. B. (2002). Life in the slow lane: Molecular mechanisms of estivation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 133(3), 733-754.
- Taillon, J., Festa-Bianchet, M., & Côté, S. D. (2012). Cambios en los objetivos de la tundra: la protección de las zonas de cría de los caribúes migratorios debe tener en cuenta los cambios espaciales a lo largo del tiempo. *Biological Conservation*, 147(1), 163-173.
- Toro-Rivadeneira, D. (2021). *Construcción de nichos temporales: Hacia una representación sinecológica de la teoría evolutiva* (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Toro-Rivadeneira, D. (2023). Modificación biológica del paisaje temporal eco-evolutivo. *Revista de Filosofía Fundamental*, (3), 103-149.

- Toro-Rivadeneira, D. Y. (2025). El enfoque erotético en ecocrítica. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (38), pp. 201-240.
- Tylianakis, J. M., Didham, R. K., Bascompte, J., & Wardle, D. A. (2008). Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11(12), 1351-1369.
- Vaughan, N. E., & Lenton, T. M. (2011). A review of climate geoengineering proposals. *Climatic Change*, 109(3), 745-790.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499.
- Webb, S. D. (2006). The great American biotic interchange: Patterns and processes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 93(2), 245-257.
- Wells, K. D. (2007). *The ecology and behavior of amphibians*. University of Chicago Press.
- Werner, E. E., & Gilliam, J. F. (1984). The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15(1), 393-425.
- Wingfield, J. C. (2008). Organization of vertebrate annual cycles: Implications for control mechanisms. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1490), 425-441.
- Wolfe, C. (2010). *What is posthumanism?*. University of Minnesota Press.
- Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Summerhayes, C. P., Wolfe, A. P., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., Edgeworth, M., Ellis, E., Fairchild, I. J., Gałuszka, A., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Odada, E., Oreskes, N., Revkin, A., Steffen, W., Wagreich, M., & Williams, M. (2021). The Anthropocene: Comparing its meaning in geology (chronostratigraphy) with conceptual approaches arising in other disciplines. *Earth's Future*, 9(9), 1-15.
- Zhang, H., Sato, H., & Takahashi, H. (2013). Tidal rhythms in marine crustaceans: Behavioral and ecological implications. *Marine Biology*, 160(5), 1101-1108.
- Zhao, L., Schmitt, M., & Baral, B. (2013). Chemical ecology of nematode-microbe interactions. *Biological Control*, 65(2), 170-175.

## DANCIZO Y. TORO RIVADENEIRA

Doctor en Filosofía por la Universidad Complutense de Madrid (2022), con formación en Biología Evolutiva, Biología de la Conservación y Epistemología de las Ciencias y Literatura. Su trabajo se centra en la relación entre ecología, evolución, estética y representación científica. Ha

sido investigador en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (CSIC) y la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), donde actualmente estudia la intersección entre ecocrítica y poéticas del ecosistema. Además de su producción académica, es autor de libros de poesía, en los que explora la conexión entre naturaleza, tiempo y lenguaje.