

# La Danza de la Complejidad

Un viaje a través de la interconexión,  
el caos y la incertidumbre

Teófilo Cuesta Borja

# Sobre el Autor

**T**eófilo Cuesta-Borja vino al mundo hace 51 años, en las entrañas de un pequeño poblado llamado Vegaez, en el municipio Vigía del Fuerte. Un rincón fértil del departamento de Antioquia, Colombia, donde el río y la selva parecen susurrar secretos ancestrales. Su alma inquieta y profundamente conectada con la tierra lo llevó a formarse como Ingeniero Agrónomo en EARTH University, una institución internacional, localizada en la República de Costa Rica que cultiva saberes y un profundo amor por la vida. Movidado por un auténtico compromiso con la naturaleza y la humanidad, profundizó sus conocimientos con una especialización en Gestión Ambiental, en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Su espíritu buscador lo llevó más allá de las ciencias convencionales, internándose en los misterios de la interdependencia y de la totalidad, al especializarse en Ciencias de la Complejidad, en la Multiversidad Mundo Real "Edgar Morin" de México.

Su camino académico continuó con una Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente en la Universidad de Manizales-Colombia, donde afianzó su visión integradora entre el desarrollo y la vida. Recibió su primer doctorado (PhD), en Desarrollo Regional con la AIU, en Estados Unidos, y posteriormente, un segundo doctorado (PhD), en Pensamiento Complejo, en la Multiversidad Mundo Real "Edgar Morin" de México. Actualmente, prosigue su travesía intelectual, cursando un tercer doctorado (PhD), en Economía y Finanzas, con la Universidad UIIX de México.

Más allá de los títulos, el doctor Cuesta ha compartido generosamente su conocimiento durante más de 15 años, como profesor universitario en instituciones tales como la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Lasallista, la Universidad del Chocó y el Tecnológico de Antioquia, dejando huellas en las mentes y corazones de quienes han tenido el privilegio de escucharlo. Su vocación de servicio lo ha llevado a ocupar importantes cargos de liderazgo, entre los cuales se destacan: Presidente de la Asociación Nacional de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (ASOCARS), Director General de CODECHOCÓ, Secretario de Agricultura y Medio Ambiente del Chocó, Subdirector de Investigaciones del Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "Jhon von Neumann", y presidente de la organización ECOFUTURO Colombia, entre otras funciones que ha ejercido con pasión, tanto en Colombia como en el ámbito internacional, incluyendo Costa Rica, Brasil, México, Estados Unidos, Suecia y Portugal.

Para contactar al autor:

[tcuesta@earth.ac.cr](mailto:tcuesta@earth.ac.cr)

[teofilocuestaborja@gmail.com](mailto:teofilocuestaborja@gmail.com)

La Danza de la Complejidad

Un viaje a través de la interconexión, el caos y la incertidumbre

© 2025 Teófilo Cuesta Borja

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida en ninguna forma ni por ningún medio, electrónico, mecánico, grabación o fotocopia, sin el permiso previo y por escrito del autor.

Primera edición: Medellín, Colombia, 2025

ISBN: 978-628-01-9276-5

Diagramación y Corrección de estilo: EstiloGerencial.com

Contacto Agencia: EstiloGerencial@gmail.com

Este libro fue desarrollado con los recursos del Fondo Editorial Sotec

Impreso en Colombia



ISBN: 978-628-01-9276-5



# Contenido

Sobre el Autor.....	2
Prólogo .....	9
Introducción .....	14
El determinismo como paradigma de las ciencias antigua, clásica y moderna .....	20
Perspectivas epistemológicas, teóricas y conceptuales asociadas al paradigma emergente de la complejidad .....	60
La investigación científica .....	82
La educación ambiental desde la perspectiva del paradigma emergente de la complejidad .....	118
El sistema de gobierno en la negociación internacional y la complejidad .....	148
El conflicto comercial entre Estados Unidos y China .....	170
La negociación internacional en materia ambiental y biodiversidad desde la complejidad.....	186
Saberes que germinan .....	212
La contradicción simbólica de la fumata vaticana.....	230
Aranceles, guerras comerciales y complejidad económica .....	250
Agricultura moderna desde la perspectiva de la complejidad .....	298
El desarrollo económico local desde las ciencias de la complejidad .....	328
Reflexiones finales sobre las ciencias de la complejidad y el pensamiento complejo.....	352
Bibliografía .....	366

## **Dedicatoria**

Dedico esta obra a mi madre Teofilina Borja Campo (q.e.p.d.), a mi padre Severiano Cuesta Rentería, a mi amada esposa Sorleidy Moreno, a mis hijos Jefer, Juan Camilo, Kaia Juliana, Kaiter Jacob y Kiara Juliana y a mis hermanos Luis Arnobio, Olga María, Manuel Enrique, Mirlenis, Reinaldo, Luis Enier (q.e.p.d.), Luz Marina, Luz Evedilde (q.e.p.d.) y Nievelina. Definitivamente, la familia es mi principal inspiración y mi único bastión, mi refugio, mi todo en la vida. Los amo con frenesí.

## **Agradecimientos**

Al Centro de Pensamiento sobre Complejidad avanzada TRAMASUR, a la organización Ecofuturo Colombia y al Instituto Politécnico Sotec, por su apoyo técnico y financiero, para que esta obra fuera una realidad.



# Prólogo

**E**n un mundo marcado por transformaciones vertiginosas, donde las certezas se disuelven con la misma rapidez con que emergen nuevas preguntas, se impone la necesidad de repensar nuestras formas de comprender la realidad. La danza de la complejidad: un viaje a través de la interconexión, el caos y la incertidumbre es más que un libro, es una invitación profunda y desafiante a abandonar los caminos lineales del pensamiento simplificador, para adentrarse en el fascinante territorio de lo complejo. Este libro es más que una reflexión sobre la complejidad; es, en sí mismo, un ejercicio complejo, una cartografía elaborada por Teófilo Cuesta Borja, tras décadas de exploración rigurosa, crítica y transdisciplinaria.

Teófilo Cuesta no es un recién llegado al mundo del pensamiento complejo y a las ciencias de la complejidad. Su trayectoria académica se ha caracterizado por una tenaz resistencia al reduccionismo, una apertura hacia los saberes múltiples y una pasión por lo emergente y lo incierto. Su trabajo ha contribuido significativamente al desarrollo del pensamiento sistémico, de la epistemología transdisciplinaria y la comprensión profunda de los procesos no lineales que caracterizan la vida misma, la sociedad y el conocimiento. A lo largo de su carrera, ha sabido tender puentes entre disciplinas diversas, desde la filosofía hasta las ciencias ambientales, pasando por la biología hasta la sociología, iluminando intersecciones fértiles para el pensamiento crítico en todos los niveles.

Es investigador, docente y pensador transdisciplinario reconocido por sus aportes al estudio de la complejidad, la epistemología crítica, los sistemas adaptativos y una

trayectoria de más de 25 años de trabajo académico y de reflexión profunda en los cruces entre las ciencias sociales, las ciencias naturales y la filosofía. Ha sido profesor en diversas universidades de América Latina y conferencista invitado en foros internacionales sobre pensamiento sistémico, transformación social y epistemologías emergentes.

Quienes hayan seguido la obra de Teófilo Cuesta reconocerán en estas páginas la madurez de un pensamiento forjado en el cruce de múltiples tradiciones, alimentado por el diálogo constante y guiado por una integridad intelectual infrecuente. Quienes lo lean por primera vez, descubrirán una voz lúcida y rigurosa, comprometida con la transformación del conocimiento y la vida.

Es autor de múltiples ensayos y artículos académicos, Cuesta ha contribuido de manera decisiva a la difusión del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad, impulsando una visión crítica y comprometida con los desafíos éticos y políticos del mundo contemporáneo. Su enfoque combina rigor analítico con sensibilidad humanista, ofreciendo herramientas para habitar la incertidumbre sin caer en el nihilismo ni en la ingenuidad.

En "La danza de la complejidad" nos ofrece mucho más allá de una exposición teórica, al punto que nos invita a una exquisita experiencia profunda de pensamiento crítico. Este libro describe sistemas complejos y los encarna en su estructura, en su estilo narrativo, en su diálogo constante entre orden y caos. El lector encontrará aquí un texto polifónico, donde las ideas fluyen como en una coreografía cuidadosamente tejida, aunque abierta a la improvisación que exige todo viaje genuinamente transformador.

Uno de los grandes méritos de esta obra es su capacidad de mostrar cómo la complejidad, más que un atributo de ciertos objetos de estudio, es una condición inherente de lo real. En este sentido, Cuesta propone una lectura del mundo que evita simplificarlo y lo vuelve más inteligible en su riqueza y multiplicidad. Su enfoque es radicalmente pedagógico, en tanto nos enseña a pensar de otra manera, a vivir con lo incierto sin paralizarnos, a reconocer patrones sin caer en la ilusión del control total.

Junto con su profundidad conceptual, este libro se destaca por su sensibilidad ética y política. Reconocer la complejidad implica también asumir la interdependencia radical entre los seres humanos, las instituciones, los ecosistemas y las tecnologías. En ese contexto, Teófilo Cuesta plantea preguntas incómodas sobre las formas en

que intentamos gestionar el desorden y nos alerta frente a los peligros del pensamiento simplista en contextos donde la vida misma está en juego.

En estas páginas, el lector emprenderá un viaje transdisciplinario que se despliega como una coreografía entre disciplinas, teorías y experiencias humanas. La obra articula saberes provenientes de la física, la biología, las ciencias sociales, la filosofía, la teoría del caos y la cibernética, hilvanados con sensibilidad y rigor. La complejidad es el horizonte epistemológico que estructura la mirada, el pulso que anima cada reflexión, el ritmo con el cual se despliegan las ideas.

Desde la noción de sistemas abiertos y redes interconectadas hasta la emergencia de patrones imprevistos y la imprevisibilidad inherente a los procesos dinámicos, este libro ofrece herramientas conceptuales para comprender fenómenos contemporáneos que se resisten a las lógicas de control, predicción y fragmentación. Más allá de una acumulación de conceptos, lo que se ofrece al lector es una forma de pensar y de sentir: una sensibilidad compleja, capaz de percibir la interdependencia de los elementos, la ambigüedad de los procesos y la apertura del devenir.

El viaje propuesto no es lineal ni conclusivo. Es una travesía en espiral, donde cada capítulo remite a una dimensión distinta aunque siempre entrelazada de la condición humana, del conocimiento, del devenir histórico y ecológico. Como en una danza, hay pasos hacia adelante y hacia atrás, momentos de pausa y de aceleración, de orden y de aparente caos, en los que el lector se ve invitado a participar activamente, a dejarse afectar por las preguntas, las paradojas y los hilos invisibles que conectan los distintos planos de la realidad.

La danza de la complejidad interpela tanto al académico como al curioso, al científico como al artista, al educador como al ciudadano, porque está escrito desde un compromiso ético con el pensamiento crítico, la apertura a la incertidumbre y búsqueda de nuevas formas de habitar el mundo. Sin dogmas ni respuestas definitivas invita a seguir senderos de exploración que nos recuerdan que la comprensión profunda del mundo exige humildad, imaginación y una disposición constante a aprender.

En tiempos en que la fragmentación del saber y la lógica instrumental amenazan con reducir lo humano a algoritmos y lo vivo a mecanismos, esta obra se alza como un acto de resistencia intelectual y poética. Es una apuesta por la complejidad como

lenguaje vital, como brújula para la navegación de la incertidumbre, como el arte de entretejer conexiones en medio del aparente desorden.

Quien se adentre en estas páginas no saldrá indemne, porque pensar de manera compleja es también transformarse. Es dejarse tocar por aquello que no se comprende plenamente, por eso que escapa a nuestras categorías, por lo que late entre las fisuras del conocimiento establecido. En ese sentido, este libro propone una nueva forma de leer el mundo y una nueva manera de estar en él.

Este prólogo no puede, ni pretende anticipar toda la riqueza de los capítulos que siguen. En cambio puede invitar al lector a entrar en este viaje con disposición abierta, con paciencia y con atención plena. No es una lectura fácil aunque sí una lectura necesaria. Porque como bien señala Cuesta, comprender la complejidad es muy diferente de dominarla: es aprender a vivir con ella, a escucharla, a dejarnos transformar por su danza incesante.

La danza de la complejidad representa una síntesis madura de su recorrido intelectual y vital. Es un llamado urgente a repensar nuestras formas de conocer, actuar y convivir en un mundo cada vez más interconectado e incierto.

Soy un convencido de que este libro enriquece el campo del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad. Lo expande, lo reconfigura y lo pone a bailar.

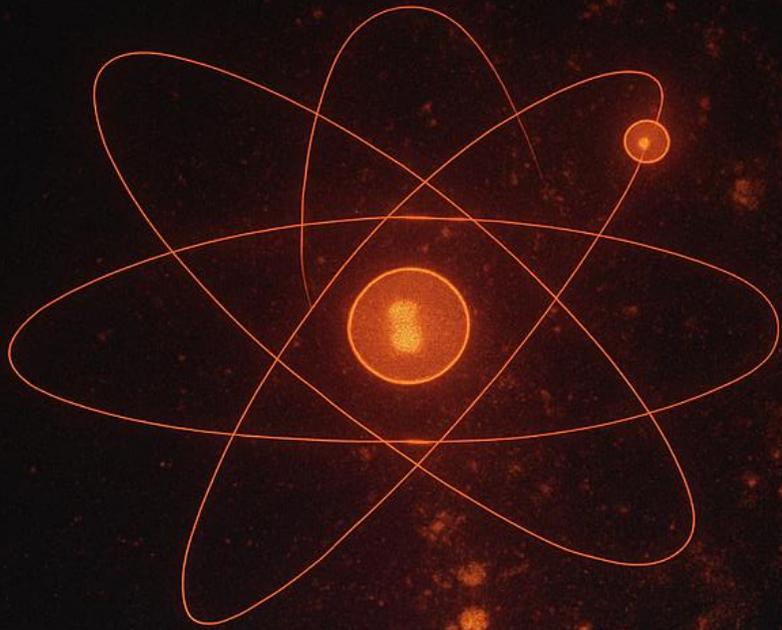
**Reinaldo Cuesta Borja**

*Doctor en Estudios Territoriales*

*Profesor e Investigador Asociado*

*Decano, Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables*

*Universidad Tecnológica del Chocó, Colombia*



# Introducción



# Introducción

**V**ivimos una era caracterizada por la incertidumbre radical. La crisis climática, la disrupción tecnológica, los conflictos geopolíticos, las desigualdades estructurales, las pandemias y el colapso ecológico configuran un entramado de fenómenos interrelacionados que desafían la comprensión tradicional de la realidad. La idea de un mundo ordenado, estable y predecible ha sido superada por la evidencia de sistemas caóticos, no lineales y profundamente interdependientes. En este contexto, el paradigma determinista, que dominó el pensamiento científico desde la modernidad, es insuficiente para dar cuenta de la complejidad del mundo contemporáneo.

Desde la revolución científica de los siglos XVI y XVII, la ciencia moderna erigió sus fundamentos sobre el reduccionismo, la causalidad lineal y la objetividad del observador. Este modelo, articulado por la física de Newton, el racionalismo cartesiano y la lógica aristotélica, permitió enormes avances tecnológicos y científicos. Su hegemonía epistemológica también produjo una visión fragmentaria del mundo: descompuso la realidad en partes aisladas, marginó la subjetividad del sujeto cognoscente y excluyó la incertidumbre como categoría legítima de análisis (Capra & Luisi, 2014; Prigogine & Stengers, 1984).

La emergencia del pensamiento complejo, impulsada principalmente por Edgar Morin, representa una ruptura con esta tradición. Sin desconocer los logros de la ciencia moderna, busca reubicarlos en una racionalidad más amplia, crítica y autorreflexiva. Morin propone una reforma del pensamiento que reconoce el carácter autopoiético, contradictorio, emergente y situado del conocimiento. La realidad se entiende como una red dinámica, donde orden y desorden, certeza e incertidumbre se entrelazan en un devenir constante.

El determinismo clásico, en sus versiones teleológica, mecanicista y causalista, postulaba un universo gobernado por leyes universales que explicaban y predecían el comportamiento de todos los fenómenos. A lo largo del siglo XX, la teoría cuántica, la termodinámica, la biología de sistemas, la teoría del caos y las ciencias de la complejidad mostraron los límites de esta racionalidad. La imposibilidad de conocer con certeza absoluta el estado de un sistema, la emergencia de patrones impredecibles a partir de pequeñas variaciones iniciales, y la participación activa del observador en la construcción del conocimiento desmantelaron la aspiración de un saber absoluto (Heisenberg, 1927; Lorenz, 1963; Maturana y Varela, 1994).

La epistemología compleja plantea, entonces, un giro radical: conocer es diferente de representar un mundo externo con total objetividad. Es interactuar con él desde una posición situada, afectiva y ética. Esta perspectiva implica reconocer que todo conocimiento es parcial, histórico y condicionado, y que, por tanto, debe asumirse con responsabilidad. Como señala Nicolescu (2008), la complejidad, más allá de ser una propiedad del objeto, es una actitud hacia el conocimiento. Pensar de manera compleja difiere de acumular datos. Implica aprender a navegar la incertidumbre, habitar la contradicción y articular saberes dispares respetando su diversidad.

Este libro se inscribe en ese horizonte de transformación. Propone una travesía epistemológica desde el paradigma determinista hacia el paradigma de la complejidad, entendida como una matriz abierta y transdisciplinaria que permite repensar nuestras formas de conocer, educar, gobernar y convivir. A través de un recorrido riguroso por las raíces históricas del pensamiento determinista y las rupturas que lo desestabilizan, se presentan las bases conceptuales del pensamiento complejo y sus aplicaciones en ámbitos tan diversos como la educación ambiental, la geopolítica, la economía, la espiritualidad y la resistencia epistémica frente a la tecnocracia.

Cada capítulo de la obra constituye un nodo de esta red de saberes: desde la deconstrucción del modelo causal-mecanicista hasta la articulación de una ecoteología compleja. Desde la crítica a los acuerdos sobre biodiversidad hasta la propuesta de un agroecosistema resiliente. Desde el análisis de la guerra comercial entre potencias globales hasta la reivindicación de los saberes ancestrales y comunitarios, se despliega una cartografía intelectual que, más que imponer respuestas, busca habilitar preguntas pertinentes en tiempos de crisis.

La estructura misma del libro refleja su apuesta epistémica: evita una secuencia lineal de contenidos y los plantea como una danza. Una metáfora vital, que evoca el movimiento significativo y arrítmico de los sistemas complejos. Esta danza, como señala Morin (2000), sin soñar con dominar el caos, busca aprender a convivir con él. Por eso, esta obra es también un manifiesto: una declaración ética y política que interpela al lector como sujeto implicado en la construcción de sentidos.

La obra invita a una metamorfosis del pensamiento: a abandonar la seguridad de las certezas absolutas y a asumir la fragilidad, la ambigüedad y la interdependencia como condiciones

del conocer. Con un mundo que se presenta cada vez más inestable y conflictivo, el pensamiento complejo evita ofrecer soluciones prefabricadas, entrega una racionalidad más lúcida, integradora y comprometida. En tiempos donde las soluciones simples fracasan ante los desafíos del presente, pensar la complejidad es una forma de resistencia frente a la simplificación, un acto de amor por el conocimiento y una declaración de esperanza. Porque aún es posible pensar de otro modo, sentir de otro modo, vivir de otro modo.

El libro despliega una estructura orgánica que evoca un ecosistema intelectual en permanente metamorfosis. Cada capítulo funciona como un nodo que impulsa conexiones, invitando al lector a un recorrido donde la razón conversa con la sensibilidad y la ciencia se enlaza con la filosofía. En la primera estación, se aborda el determinismo desde sus raíces antiguas hasta su consolidación moderna. Se muestra cómo la humanidad forjó una visión mecanicista del universo, reduciendo la realidad a engranajes previsible. Este recorrido revela las fisuras epistemológicas que emergieron cuando la física cuántica y la teoría del caos irrumpieron para evidenciar un cosmos imprevisible y creativo. A través de un análisis riguroso, se propone superar el reduccionismo, sugiriendo un pensamiento que abrace la coexistencia de orden y desorden como pulsos vitales de la existencia.

En la segunda parada, se despliegan las perspectivas epistemológicas y teóricas que sostienen el paradigma emergente de la complejidad. Se explora el tránsito desde la linealidad hacia una visión rizomática del conocimiento, donde las disciplinas se entretrejen y los límites se disuelven. Este segmento reivindica la transdisciplinariedad como acto de resistencia ante la fragmentación del saber y como herramienta vital para enfrentar la crisis planetaria. Se resalta el papel del sujeto situado, consciente de su historicidad y de su vínculo profundo con el mundo, como epicentro de un saber comprometido y sensible.

El tercer capítulo profundiza en la investigación científica bajo el prisma de la complejidad. Se cuestiona la aspiración a una objetividad absoluta y se propone una ciencia encarnada, reflexiva y ética. Ésta sección invita a concebir la investigación como proceso vivo, impregnado de incertidumbre y retroalimentación constante. Se defiende la necesidad de un método flexible que abrace la contradicción y asuma la provisionalidad como condición del conocer. Aquí, el científico se redefine como navegante que se desplaza por mares turbulentos, atento a corrientes invisibles que moldean los fenómenos.

En el cuarto capítulo, la educación ambiental surge como terreno fértil para cultivar un pensamiento complejo. Se plantea la urgencia de trascender la mera transmisión de contenidos hacia la formación de conciencias críticas y sensibles al tejido vivo de la biosfera. Esta sección articula la pedagogía con la ecología, promoviendo una educación que fomente empatía, creatividad y capacidad de articular múltiples saberes. La meta consiste en formar ciudadanos capaces de habitar el planeta con responsabilidad y gratitud, conscientes de la interdependencia que sostiene la vida.

El siguiente segmento analiza el sistema de gobierno y la negociación internacional, mostrando cómo la complejidad transforma las estrategias políticas y diplomáticas. Se evidencia que las relaciones entre Estados se configuran en un entramado donde convergen intereses, valores y narrativas en constante fricción. Este capítulo subraya la importancia de asumir la ambigüedad y la pluralidad como condiciones fundamentales para construir alianzas sostenibles y adaptativas.

Luego se examina el conflicto comercial entre Estados Unidos y China desde la óptica de la complejidad. Se presenta cómo las disputas económicas globales actúan como ecosistemas caóticos donde interactúan fuerzas políticas, culturales y financieras. Este análisis revela que las tensiones globales expresan dinámicas imprevisibles que desafían los cálculos lineales. Comprender estas disputas implica aceptar la sorpresa como rasgo estructural y diseñar estrategias basadas en adaptabilidad y cooperación multilateral.

Más adelante, la negociación ambiental y la biodiversidad se exploran como escenarios donde la complejidad adquiere una fuerza ética ineludible. Se profundiza en acuerdos internacionales destinados a frenar el deterioro ecológico, resaltando tensiones entre crecimiento económico y preservación de la vida. Se sugiere una mirada que priorice reciprocidad y justicia ecológica, poniendo en el centro la sacralidad de los ecosistemas y la necesidad de reconfigurar las políticas globales con sensibilidad planetaria.

En "Saberes que germinan", se celebra la riqueza de conocimientos ancestrales y comunitarios como fuentes de sabiduría viva. Se reconoce que epistemologías indígenas y campesinas ofrecen visiones del mundo que integran espiritualidad, subsistencia y cuidado. Este capítulo reivindica la coexistencia de múltiples racionalidades y resalta la urgencia de proteger saberes tradicionales como patrimonio cognitivo invaluable. La convivencia de diferentes modos de entender el mundo fortalece la resiliencia cultural y ofrece claves para enfrentar la crisis civilizatoria contemporánea.

La exploración de la contradicción simbólica de la fumata vaticana se convierte en un espacio para reflexionar sobre espiritualidad y tensiones entre dogma y apertura. Se propone una espiritualidad compleja que acoja la ambigüedad y renuncie a verdades paralizantes. Este capítulo indaga en la posibilidad de una fe que dialogue con la ciencia y la incertidumbre, cultivando un ethos inclusivo y transformador.

El capítulo centrado en aranceles y guerras comerciales se enlaza con la reflexión sobre la complejidad económica. Se exponen dinámicas que subyacen a la competencia global y se revela cómo los sistemas económicos funcionan como redes adaptativas sujetas a perturbaciones constantes. La economía aparece como organismo vivo, cuya estabilidad depende de cooperación y creatividad solidaria.

La agricultura moderna se examina desde un prisma que subraya la importancia de integrar biodiversidad, soberanía alimentaria y respeto por ciclos vitales. Se presenta una agricultura

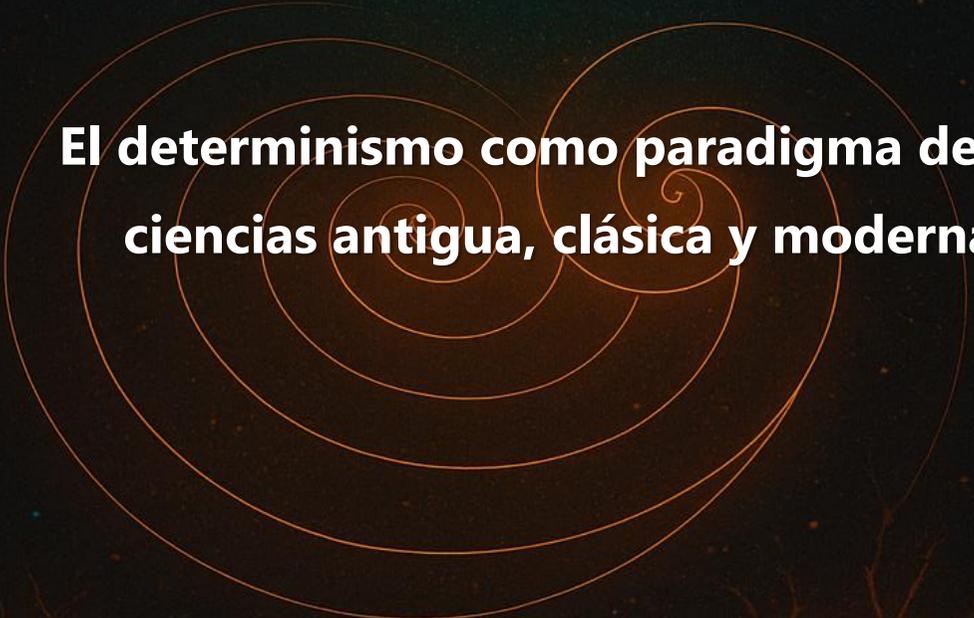
regenerativa capaz de revitalizar suelos, conservar semillas y fortalecer la conexión entre comunidades y territorios. Este capítulo proyecta la agroecología como paradigma esencial para sostener la continuidad de la vida.

El desarrollo económico local se aborda como proceso complejo que articula valores culturales, saberes locales y tecnologías apropiadas. Se plantea que el progreso se mide en términos de bienestar integral y armonía con el entorno, más allá de la acumulación cuantitativa. Este capítulo sugiere rutas para construir economías resilientes y equitativas, basadas en respeto mutuo y cooperación.

Las reflexiones finales constituyen un llamado urgente a transitar hacia una racionalidad compleja, comprometida con la vida y el devenir común. Este epílogo convoca a la valentía intelectual y al coraje ético necesarios para afrontar desafíos globales. En su conjunto, la obra se configura como un canto a la posibilidad de un pensamiento que abrace la incertidumbre y celebre la interdependencia como núcleo vital de la condición humana.



## Capítulo 1



**El determinismo como paradigma de las ciencias antigua, clásica y moderna**

## El determinismo como paradigma de las ciencias antigua, clásica y moderna

La historia de las ciencias está estrechamente vinculada a tres grandes periodos: la antigüedad, la ciencia clásica y la modernidad. A lo largo de estos, la corriente determinista ha influido diversas concepciones epistemológicas orientadas a explicar las causas de los fenómenos. En su formulación más común, el determinismo alude a una relación causal entre tres elementos: "A" (*el sujeto*), "B" (*la causa*) y "C" (*la acción*). Según Salcedo (2010), esta estructura implica que "A" está determinado por "B" para realizar "C", estableciendo una relación causal inevitable basada en causas previas. Así, se sostiene que la causa "B" determina de manera irremediable la acción "C" del sujeto "A", anulando su libertad.

En este marco, el determinismo estricto se concibe como una forma de predeterminismo: la creencia de que la acción humana está determinada por causas previas ajenas al control del sujeto (Abbagnano, 1963). Ferrater Mora (1988) refuerza esta visión al señalar que todo lo que ha sucedido, sucede o sucederá está fijado de antemano, conforme a un orden causal estricto.

Es esencial distinguir entre distintas formas de determinismo. Se ha diferenciado, por ejemplo, entre el determinismo como causalismo y como teleologismo o finalismo. Ambas corrientes coinciden en que los fenómenos obedecen a un encadenamiento causal riguroso que excluye la libertad. La concepción original fue teleológica: los fenómenos eran explicados en función de fines. Aristóteles, uno de sus máximos exponentes, afirmaba que los seres naturales tienden a realizar su

esencia, lo cual implica una causalidad orientada hacia un objetivo. En este modelo, el azar queda excluido. La naturaleza persigue una finalidad esencial.

Este enfoque contrasta con las concepciones mecanicistas posteriores, como las de Descartes y Newton, quienes descartaron la causalidad finalista. En lugar de fines, propusieron una explicación basada en leyes matemáticas que regulan el comportamiento de partículas en interacción. Desde esta perspectiva, el universo funciona como una máquina predecible: conociendo las condiciones iniciales y las leyes que rigen los fenómenos, es posible anticipar su evolución.

El pensamiento cartesiano-newtoniano transformó la noción de causalidad, reemplazando la finalidad por una causalidad cuantificable. Descartes y Newton imaginaron un universo regido por leyes precisas, cuyas interacciones podían calcularse. Este modelo tuvo un profundo impacto en la ciencia moderna, consolidando el determinismo como principio fundamental.

Este paradigma mecanicista enfrenta limitaciones epistemológicas. Aunque permitió explicar fenómenos con gran precisión, la idea de un universo completamente predecible fue cuestionada en el siglo XX con la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica. Ambas introdujeron límites a la predictibilidad. La relatividad planteó que las leyes físicas carecen de carácter absoluto, y el principio de indeterminación de Heisenberg demostró la imposibilidad de conocer simultáneamente la posición y la velocidad de una partícula con precisión, desafiando así el determinismo clásico.

La teoría del caos también erosionó la idea de previsibilidad absoluta. En sistemas no lineales, pequeñas variaciones en las condiciones iniciales pueden producir enormes diferencias en los resultados. Aunque estos sistemas siguen siendo deterministas en principio, la imposibilidad práctica de conocer las condiciones iniciales con exactitud impide hacer predicciones precisas. Esto sugiere una complejidad que trasciende los esquemas predictivos clásicos, sin llegar a un indeterminismo absoluto.

El determinismo, por tanto, es un concepto que admite matices. Desde la teleología aristotélica hasta los modelos contemporáneos, ha adoptado diversas formas según los contextos epistemológicos, ontológicos y metodológicos. El debate sobre la determinación y la libertad continúa siendo central, especialmente en las ciencias sociales, donde se discuten los determinismos económicos, culturales o biológicos frente a la agencia humana. El pensamiento complejo, en la línea de Edgar Morin,

propone superar las explicaciones lineales y reduccionistas, sugiriendo una visión más holística y dinámica de la realidad.

En consecuencia, el determinismo ha evolucionado en función de nuevos descubrimientos científicos y cambios epistemológicos. El desafío actual es articular un marco que reconozca la interacción entre causalidad, probabilidad, libertad y complejidad, sin perder de vista las limitaciones inherentes al conocimiento humano frente a un universo multifacético y en transformación.

## **El Determinismo Causalista y sus Límites**

La modernidad introdujo una ambigüedad crucial en el pensamiento determinista. Por un lado, consolidó el modelo causal-mecanicista, que pretendía explicar incluso la conducta humana mediante leyes estrictas. Por otro, emergió la figura del sujeto autónomo, dotado de libre albedrío, lo que generó una tensión entre la previsibilidad científica y la libertad individual. Descartes (Versión publicada en 1977) afirmaba que la voluntad humana era tan vasta que no podía imaginarse una más perfecta, desvinculándola del entendimiento. Esta visión fue gradualmente cuestionada por la ciencia moderna, que demandaba modelos más objetivos, cuantificables y predictivos.

En el marco del mecanicismo, se alimentó la idea de que el comportamiento humano podía anticiparse mediante un análisis exhaustivo de sus causas, reduciendo su riqueza ética, cultural e histórica a meras variables. El ser humano pasó así a concebirse como una entidad calculable dentro de un universo cerrado y predecible, regido por leyes inquebrantables.

Las limitaciones de este enfoque se hicieron evidentes con el avance científico. La imposibilidad de contemplar todos los factores que intervienen en los procesos humanos llevó al desarrollo de teorías más matizadas, como el causalismo. Si bien inicialmente aspiraban a predicciones más ajustadas, se reconoció pronto que la mente humana carece de capacidad para abarcar la totalidad de las variables determinantes. De ahí surgió la figura de un intelecto ideal, como el "demonio de Laplace", capaz de conocer todas las fuerzas y estados del universo en un instante dado y prever el pasado y el futuro con certeza (Popper, 1994).

Esta hipótesis reveló sus propios límites. Ni el intelecto humano ni ninguna inteligencia conocida ha logrado abarcar tal complejidad. Este reconocimiento debilitó la idea de predicción perfecta y cuestionó la validez de un determinismo

absoluto. La noción de que la mente y la acción humanas estuvieran regidas por leyes causales inmutables se volvió cada vez más insostenible.

La modernidad reemplazó la teleología con algo más que un causalismo puro, al introducir al sujeto moderno como una entidad capaz de deliberar y actuar conforme a una voluntad libre. Según Descartes, "siento en mí una voluntad tan grande que no concibo otra más perfecta" (1977), reivindicando así la autodeterminación. Las acciones humanas están influidas por causas, aunque estas resultan insuficientes para explicarlas por completo. La libertad se manifiesta en la capacidad de elección pese a los condicionamientos.

Este enfoque fue duramente criticado por su base metafísica y por la exigencia creciente de explicaciones científicas más objetivas y verificables. La ciencia tendió a privilegiar modelos mecanicistas incluso en campos como la psicología y las ciencias sociales, buscando explicar la conducta humana dentro de esquemas deterministas. Esta paradoja evidenció el conflicto entre la libertad subjetiva y un modelo científico que, por definición, tiende a negarla.

La concepción del ser humano como completamente predecible fue desafiada por corrientes epistemológicas que reconocieron la complejidad e indeterminación de los sistemas humanos. Aunque el causalismo se presentó como una alternativa más realista, también resultó insuficiente para explicar adecuadamente todos los factores implicados en la acción humana, especialmente por su incapacidad para predecir con certeza comportamientos condicionados por múltiples niveles de realidad.

### **Dualidad entre libertad y determinismo en la modernidad**

La modernidad introdujo una ambigüedad fundamental al establecer un doble movimiento epistemológico. Por un lado, se consolidó el modelo causal-mecanicista, que buscaba explicar toda la realidad, incluida la conducta humana, bajo un enfoque determinista. Por otro, se exaltó la figura del sujeto autónomo, capaz de decidir por su propia voluntad. Descartes (1977) sostenía que la voluntad humana era tan amplia que no podía concebirse una más perfecta, desvinculándola incluso de los límites del entendimiento. Esta concepción fue progresivamente cuestionada por una ciencia que exigía modelos explicativos objetivos, medibles y predictivos.

La idea de que el comportamiento humano podía anticiparse mediante un análisis exhaustivo de causas y condiciones fue central en el mecanicismo. Esta visión redujo al sujeto a una entidad calculable, despojándolo de su complejidad ética, cultural e

histórica. Así, se impuso un paradigma que concebía tanto al universo como al ser humano como sistemas cerrados, gobernados por leyes causales inmutables.

### **Determinismo científico y la falsa percepción del control total**

Una teoría es determinista cuando sostiene que todo fenómeno obedece a leyes universales, lo que implica que cualquier suceso es predecible si se conocen sus causas. Este enfoque alcanzó su auge en el siglo XVII, cuando la ciencia formuló leyes matemáticas capaces de describir con precisión los movimientos terrestres y celestes. Surgieron así la mecánica analítica y la mecánica celeste, que ofrecieron una visión de un universo ordenado y predecible.

Paradójicamente, muchos de los fundadores de esta ciencia eran profundamente religiosos. Descartes creía en un Dios eterno, inmutable y omnisciente, creador de la materia y garante del movimiento. Newton, por su parte, afirmaba que el sistema solar sólo podía haberse originado por obra de un ser inteligente (Cohen, 1971. Cohen y Koyré, 1972).

Esta "hipótesis" divina fue perdiendo relevancia. Cuando Napoleón cuestionó a Laplace por no mencionarla en su obra, el científico respondió: "Señor, no he necesitado esa hipótesis" (Woodward, 1891). Y ante el comentario de Lagrange, quien la consideraba una "bella hipótesis", Laplace replicó: "Sí, aunque no permite predecir nada" (Simmons, 1996).

Este giro marca un hito epistemológico: la ciencia se emancipó del marco teológico y se consagró a la predictibilidad total. Esta confianza fue erosionada en el siglo XX por descubrimientos que evidenciaron el carácter incierto, inestable y emergente de muchos fenómenos.

El paso del paradigma clásico al complejo supuso un cambio radical en la noción de conocimiento. El enfoque dejó de centrarse en predecir o controlar para orientarse hacia comprender, integrar e intervenir en contextos marcados por la incertidumbre. Esta nueva racionalidad reconoce que la predicción absoluta es una ilusión, la objetividad plena es un ideal, y que el conocimiento debe incorporar al sujeto, su contexto, sus valores y su reflexividad.

Autores como Ilya Prigogine, Stuart Kauffman, Gregory Bateson y Humberto Maturana han contribuido decisivamente a esta transformación. Prigogine (1980) mostró que incluso en sistemas físico-químicos alejados del equilibrio pueden emerger estructuras autoorganizadas e impredecibles: las "estructuras disipativas".

Kauffman (1995) argumentó que en sistemas biológicos la emergencia es una propiedad estructural, no accidental. Maturana y Varela (1994) introdujeron el concepto de autopoiesis para describir cómo los seres vivos se autoorganizan en interacción con su entorno. Estas perspectivas convergen en la propuesta de Edgar Morin sobre una racionalidad compleja, que rechaza reducir el conocimiento científico a un marco cerrado y lo inscribe en una perspectiva más amplia y autocrítica, capaz de asumir el error, la contradicción y la incompletitud del saber humano.

## **Genealogía del determinismo**

Uno de los errores más comunes en la comprensión del determinismo consiste en tratarlo como una categoría unívoca y homogénea. Bajo esta noción coexisten tradiciones filosóficas profundamente distintas, e incluso contradictorias. Por ello, es necesario distinguir con claridad entre la versión teleológica, la mecanicista y la causalista del determinismo en términos históricos y epistemológicos.

### **1. Determinismo teleológico: la finalidad como principio ontológico**

El pensamiento griego clásico, especialmente en Aristóteles, concibe la realidad como orientada hacia fines inmanentes. La causa final constituye un principio explicativo esencial, más que un simple complemento. En su Física y Metafísica, Aristóteles sostiene que todo ser tiende por naturaleza a actualizar su potencia, es decir, a realizar su esencia. Esta finalidad es constitutiva: la semilla tiende a convertirse en árbol, el ojo a ver, el ser humano a vivir virtuosamente. Esta concepción implica profundas consecuencias epistemológicas y éticas: conocer es comprender el fin, y obrar bien consiste en realizarlo conforme a la razón. La ciencia aristotélica es, por tanto, una ciencia del sentido. Si bien fue desplazado por la modernidad, este marco persiste en diversas visiones normativas del mundo.

### **2. Determinismo mecanicista: reducción a causas eficientes**

La revolución científica de los siglos XVI y XVII rompió con la ontología teleológica. Galileo, Descartes y Newton sustituyeron las explicaciones finalistas por causas eficientes. El giro del "¿para qué?" al "¿cómo?" representa la transición del pensamiento teleológico al mecanicista. Descartes concibe el mundo como una máquina regida por leyes invariantes. Newton vuelve matemáticas esas leyes, estableciendo a la física como paradigma del conocimiento. La causalidad se vuelve lineal, cuantificable y reversible; en este esquema, el universo es un autómatas cuya máxima expresión racional es la predicción.

Esto implica el desplazamiento del sujeto y la libertad: la realidad se convierte en un sistema cerrado, completamente determinado por condiciones anteriores. Como formuló Laplace, una inteligencia que conociera todas las leyes y estados iniciales podría prever con exactitud el futuro. Esta visión influyó en la física y en disciplinas como la economía, la psicología o la pedagogía, en donde el comportamiento humano fue modelado como un sistema programable.

### **3. Determinismo causalista: entre necesidad y probabilidad**

En respuesta a los límites del mecanicismo, surgió el determinismo causalista. Esta corriente sostiene que existen leyes causales, aunque muchas se expresan en términos estadísticos. Se abandona la idea de una determinación absoluta en favor de una regularidad observable sujeta a márgenes de incertidumbre; autores como Popper (1994) y Hempel reconstruyen la explicación científica mediante modelos probabilísticos. La ciencia orienta su esfuerzo hacia la formulación de hipótesis falsables, sometidas a prueba empírica, en lugar de buscar la predicción perfecta. Este enfoque resulta más adecuado para ciencias como la biología, la psicología o las ciencias sociales, donde las regularidades son menos universales que en la física clásica.

## **Tensiones entre paradigmas**

Lejos de una progresión lineal de teorías falsas a verdaderas, la historia del pensamiento científico muestra una disputa entre paradigmas con ontologías, métodos y valores incompatibles. El reemplazo de la teleología por la mecánica representó más que una mejora técnica. Fue un cambio epistémico que transformó los objetos de estudio, el rol del sujeto y el sentido del conocimiento.

El mundo aristotélico era cualitativo, animado y finalista. El mundo newtoniano, cuantitativo, inerte y sin sentido. La expulsión del *telos* conllevó la neutralización del sentido, mientras que la exclusión del sujeto dio lugar a la objetivación del saber, reduciendo su dimensión interpretativa y transformándolo en un objeto mecánico de estudio. La lógica de la eficiencia sustituyó a la del bien. Por ello, la crítica contemporánea al determinismo es técnica, ética y política: ¿Qué mundo produce una ciencia que excluye finalidad, incertidumbre y subjetividad?

El paradigma determinista intensificó el dilema del libre albedrío al cuestionar si es posible la libertad en un universo regido por leyes físicas. Kant propuso una solución separando el mundo fenoménico, dominado por la causalidad, del mundo nouménico, donde reside la libertad moral. Esta respuesta, de naturaleza metafísica,

quedó fuera del alcance de la ciencia, lo que mantuvo el problema sin resolver desde una perspectiva empírica. Spinoza llevó el determinismo a un nivel más profundo al plantear que la libertad surge de comprender la necesidad inherente al universo. En su obra *Ética*, afirma que "el hombre libre es aquel que actúa según la razón", lo que implica aceptar y alinearse con las leyes naturales. Para él, la libertad se entiende como la capacidad de reconocer y actuar en armonía con la estructura y las reglas que rigen la existencia: (Spinoza, 1677/2008).

En el ámbito científico, la termodinámica y la teoría evolutiva introdujeron importantes matices. La segunda ley de la termodinámica, al postular la entropía, cuestionó la visión de un universo completamente predecible. Darwin, por su parte, reemplazó la finalidad biológica por una selección estadística: existen variaciones aleatorias y supervivencia diferencial, sin fines predeterminados. Estos avances preservaron el núcleo del determinismo mecanicista, aunque modificaron de manera significativa sus fundamentos conceptuales. La dualidad entre libertad y determinismo en la modernidad revela una tensión persistente entre la aspiración de control total del conocimiento y los límites inherentes al entendimiento humano. Mientras la ciencia buscaba un universo predecible, las filosofías de la libertad intentaban reivindicar la agencia frente a los sistemas cerrados. Esta tensión sigue alimentando el debate contemporáneo sobre la autonomía del sujeto y las posibilidades del conocimiento.

### **Del determinismo científico a la teoría del caos**

Durante el siglo XX, el paradigma determinista heredado de la ciencia clásica comenzó a erosionarse. Nuevos marcos teóricos como la mecánica cuántica y la teoría del caos cuestionaron los pilares del modelo newtoniano-cartesiano: linealidad, reversibilidad, predictibilidad y la separación entre sujeto y objeto. Esta transformación preserva el determinismo, reformulándolo en el contexto de sistemas complejos, dinámicos y caracterizados por interacciones no lineales.

David Bohm, físico heterodoxo, propuso una visión del universo como una totalidad en flujo constante. En "Causalidad y azar en la física moderna" (cit. en Stewart, 2001), argumenta que el orden puede emerger del aparente caos mediante combinaciones que generan estructuras coherentes. El azar, lejos de negar la ley, puede ser su condición de posibilidad. Así, el caos se presenta como una matriz generadora de orden, lejos de significar una ausencia de sentido.

La teoría del caos, desarrollada por Edward Lorenz, Ilya Prigogine y otros, introdujo una forma radical de impredecibilidad. En sistemas no lineales, pequeñas

variaciones en las condiciones iniciales provocan efectos divergentes, haciendo imposible predecir su evolución a largo plazo. Este fenómeno, conocido como "sensibilidad a las condiciones iniciales" o "efecto mariposa", evidencia la complejidad del determinismo, mostrando leyes que rigen el sistema sin asegurar un control absoluto sobre sus resultados. Esta perspectiva desacredita la ilusión laplaciana de una inteligencia capaz de predecir todo a partir de condiciones iniciales. La ciencia abandona la obsesión por la predicción absoluta y se orienta a comprender patrones probabilísticos en sistemas dinámicos inestables.

### **La revolución cuántica y la indeterminación**

La mecánica cuántica introdujo el principio de indeterminación de Heisenberg, según el cual se presenta la imposibilidad de conocer, simultáneamente, con precisión la posición y el momento de una partícula.. Esta indeterminación surge de una característica ontológica de la realidad subatómica, más allá de limitaciones técnicas. El mundo subatómico está compuesto por sistemas donde la medición influye en el fenómeno, en lugar de estar compuesta por objetos con propiedades definidas independientes del observador.

Heisenberg mostró que, en el ámbito microscópico, las trayectorias definidas son reemplazadas por funciones de onda que, según el *modelo de Schrödinger*, representan probabilidades. Esta descripción probabilística evidencia una indeterminación intrínseca en la naturaleza del ser. Así, conceptos como la causalidad estricta, la predictibilidad y la continuidad, quedan profundamente cuestionados como fundamentos del determinismo clásico.

La revolución cuántica introduce un giro epistemológico en el que el observador se integra al proceso dejando atrás la noción de neutralidad y externalidad. El conocimiento se convierte en el resultado de una interacción entre el agente cognoscente y el fenómeno, construyendo la realidad en el acto mismo de medir. Esto plantea la necesidad de una epistemología relacional que contemple esta interdependencia.

La teoría del caos amplió el alcance de la imprevisibilidad al incluir sistemas macroscópicos. Pese a que conservan una estructura determinista, estos sistemas muestran una dinámica altamente sensible a las condiciones iniciales. El llamado efecto mariposa, popularizado por Lorenz, ilustra cómo pequeñas alteraciones pueden generar caminos divergentes, dificultando cualquier predicción precisa en campos como el clima, los mercados financieros, o los ecosistemas. "El aleteo de una mariposa, en algún lugar del mundo, puede generar un huracán en otro".

Tanto la revolución cuántica como la del caos transformaron la visión tradicional de la ciencia. En lugar de un universo plenamente predecible, plantean una racionalidad que incorpora la incertidumbre como un elemento esencial del conocimiento. Este enfoque reconoce las limitaciones inherentes en el control y la predicción de sistemas dinámicos y en constante evolución.

El determinismo permanece, aunque sin ofrecer una garantía absoluta de certeza. Se redefine como una regularidad contextual que depende de condiciones locales y dinámicas específicas. Ilya Prigogine destaca que la ciencia actual enfoca sus esfuerzos en alcanzar claridad dentro de lo inestable, lo transitorio y lo emergente, en lugar de buscar verdades eternas. Este cambio evidencia una transición desde el paradigma de la simplificación hacia una ciencia orientada a comprender la complejidad.

## De los mitos a la razón

En la Antigüedad, el conocimiento natural combinaba observación racional y elementos míticos. Culturas como la egipcia, india, babilónica y china desarrollaron saberes empíricos valiosos, aunque fue en Grecia donde estos se sistematizaron filosóficamente. Aristóteles (384–322 a.C.) propuso una visión teleológica: todo Ente tiende a realizar su forma. El conocimiento nacía de la observación y la generalización inductiva, aunque rechazaba la validación experimental. Así, sostenía que los cuerpos más pesados caen más rápido, sin comprobarlo empíricamente.

El modelo aristotélico dominó durante siglos. Con Copérnico (1473–1543) y su revolución heliocéntrica comenzó a cuestionarse el paradigma geocéntrico. Esta transformación fue también epistemológica: se desplazó el sentido común como criterio de verdad y se marginó al sujeto en favor de una objetividad idealizada. Con la Ilustración, esta exclusión del sujeto se consolidó. La razón debía ser clara, universal y libre de toda afectividad o valor. Se gestó así una separación entre conocimiento y vida, entre cognición y moral, que sería criticada por el pensamiento complejo del siglo XX.

### **Periodo clásico: racionalismo, empirismo y la máquina universal**

Durante los siglos XVI y XVII, el legado antiguo fue reformulado por pensadores europeos. Francis Bacon propuso una ciencia empírica basada en observación e inducción. Kepler reemplazó las esferas pitagóricas por órbitas elípticas observables. El racionalismo cartesiano, con su “pienso, luego existo”, introdujo una visión

dualista: la "res extensa" (el mundo físico) y la "res cogitans" (el sujeto pensante). El proyecto cartesiano terminó excluyendo al sujeto del proceso científico, al reducir el mundo a objetos gobernados por causas eficientes.

El empirismo replicó que la razón sin experiencia es insuficiente. Este debate marcó la evolución de la ciencia moderna. Con Newton, el paradigma alcanzó su cúspide. Su física describía un universo mecánico, regulado por leyes matemáticas. Aunque Newton creía en un orden divino, su método se basó en la experimentación y la deducción.

Este modelo excluyó la subjetividad, los valores y la sensibilidad, consolidando la hegemonía de la razón y una ciencia basada en la medición y la predicción. Aunque esta confianza absoluta sería cuestionada con los descubrimientos del siglo XX, que revelaron un universo menos estable y más impredecible de lo que se creía.

### **El siglo XX: crisis del paradigma clásico**

Filósofos como Karl Popper y Thomas Kuhn pusieron en entredicho los fundamentos del método científico tradicional. Popper criticó el inductivismo y propuso la falsabilidad como criterio científico: una teoría es válida si puede ser refutada empíricamente.

Kuhn planteó el concepto de "paradigma" como un marco común adoptado por una comunidad científica. Según su perspectiva, la ciencia avanza a través de rupturas que transforman profundamente la visión del mundo, más que mediante la acumulación lineal de verdades. El cambio de paradigma responde a dinámicas culturales y transformaciones colectivas, en lugar de derivar exclusivamente de pruebas lógicas. Paul Feyerabend llevó esta crítica al extremo al proponer el "anarquismo metodológico", afirmando que el conocimiento se construye mediante múltiples caminos. Para él, los avances científicos surgen al desafiar y transgredir reglas establecidas. Este ambiente crítico coincidió con los avances de la física relativista y cuántica. La relatividad mostró que el tiempo y el espacio son relativos al observador. La mecánica cuántica introdujo una indeterminación ontológica. El observador deja de ser neutral y su presencia configura el fenómeno.

Estas teorías reconfiguraron la epistemología científica. La objetividad absoluta fue sustituida por una conciencia de los límites del conocimiento. Como señaló Edgar Morin (1999), "todo conocimiento es una reconstrucción por parte de un sujeto situado en el tiempo y la cultura".

## La necesidad de un nuevo paradigma

El giro epistemológico impulsado por las ciencias de la complejidad exige superar el modelo mecanicista que ha dominado el pensamiento occidental desde el siglo XVII. Basado en la analogía del universo como una máquina perfecta, este paradigma propició grandes avances tecnológicos, aunque también impuso severas limitaciones teóricas y prácticas. La lógica reduccionista, lineal y determinista ha mostrado limitaciones al abordar fenómenos interconectados, dinámicos y emergentes, propios de los sistemas vivos y sociales.

La urgencia de un nuevo paradigma es más que teórica: responde a una necesidad cultural, política y ecológica. Las crisis actuales: climática, sanitaria, económica, social, evidencian la insuficiencia de enfoques fragmentarios, unidimensionales y tecnocráticos. Enfrentar estos desafíos requiere transformar profundamente nuestra manera de pensar, conocer y actuar.

El paradigma de la complejidad propone un cambio fundamental en la forma de entender los fenómenos. En contraste con el modelo clásico, basado en la separación, la simplificación y el control, el pensamiento complejo enfatiza la articulación, la contextualización y la apertura. Este enfoque integra la incertidumbre como parte esencial del conocimiento y privilegia una comprensión situada, crítica y responsable, dejando atrás la aspiración a la omnisciencia.

Edgar Morin se destaca como uno de los principales impulsores de esta transformación. Su pensamiento complejo trasciende las limitaciones de las teorías cerradas y las metodologías rígidas, proponiéndose como una orientación epistemológica que invita a reexaminar todas las dimensiones del saber. Este enfoque abarca desde la ontología hasta la política, pasando por la biología y la pedagogía. Según Morin, el conocimiento debe superar la tendencia a disociar elementos interconectados y simplificar lo intrincado. Reintegrar la complejidad en el núcleo del saber es esencial para abordar de manera adecuada los desafíos que enfrenta el mundo contemporáneo.

### De la complejidad científica a la complejidad vivida

La complejidad abarca mucho más que los sistemas físicos o biológicos, convirtiéndose en una dimensión ontológica de la existencia humana. Las decisiones, relaciones e instituciones humanas están profundamente marcadas por la incertidumbre, la ambigüedad y la multiplicidad. Por esta razón, el pensamiento

complejo se extiende más allá del ámbito científico, impactando de manera significativa en la ética, la educación, la política y la gestión del conocimiento.

Morin enfatiza que la complejidad trasciende ser una simple perspectiva sobre el mundo. Representa una manera distinta de habitarlo. Este enfoque implica una reforma profunda del pensamiento, una transformación de la racionalidad y la incorporación de una ecología de la acción. Pensar de manera compleja implica comprender que los problemas complejos exigen soluciones integrales, mientras los fenómenos se encuentran inmersos en redes de interacción y retroalimentación. Este enfoque asume la contradicción como una característica esencial de la realidad: la coexistencia de orden y desorden, vida y muerte, individuo y sociedad, razón y emoción.

Desde esta perspectiva, el conocimiento se transforma en un espacio de diálogo, cuidado y responsabilidad, alejándose de su concepción como instrumento de dominación. El sujeto epistémico deja de ser un conquistador para asumir el rol de un habitante consciente de su fragilidad y de su interdependencia con todo lo viviente. La racionalidad adquiere un nuevo significado, definido por su capacidad de comprender, vincular y transformar de manera respetuosa con la integridad del entorno y de los seres que lo habitan.

Esta transformación epistemológica implica una transformación ética. El pensamiento complejo se orienta hacia un compromiso con la vida, la diversidad y la justicia cognitiva. Morin plantea una "antropoética" que parte del reconocimiento de la condición humana como compartida, finita, incierta y relacional. En lugar de imponer reglas universales, esta ética propone reflexionar sobre las consecuencias de las acciones, los vínculos que nos constituyen y las limitaciones propias del saber.

En un mundo globalizado, donde las acciones locales generan repercusiones planetarias, el conocimiento necesita considerar sus efectos de manera consciente. Ciencia, técnica y educación deben converger en una perspectiva ética que valore y respete la complejidad de la vida. Así se podrá construir una racionalidad auténticamente humanista, capaz de responder a los desafíos del siglo XXI y aprender de los errores cometidos en el pasado.

La transición del determinismo clásico al pensamiento complejo es más que teórica. Es una exigencia histórica y una condición para una nueva forma de habitar el mundo. También es una invitación a repensar cómo conocemos, actuamos y convivimos. En palabras de Morin: "La inteligencia del mundo exige la inteligencia

de la complejidad del mundo. Y esta inteligencia exige la reforma del pensamiento" (Morin, 2000).

## **Críticas al método científico clásico**

El método científico, entendido como un procedimiento sistemático y empírico para producir conocimiento, ha sido durante siglos el estándar de la investigación. Codificado con precisión desde el siglo XVII, se basa en los principios del empirismo, la cuantificación, la replicabilidad y la razón. En su forma clásica, adopta un modelo hipotético-deductivo: a partir de observaciones se inducen hipótesis de las cuales se derivan predicciones que se contrastan con la experiencia. Si se cumplen, la teoría se refuerza, si no, debe ser revisada o descartada.

Este ciclo de validación fue considerado incuestionable durante mucho tiempo. A partir de mediados del siglo XX, surgieron críticas a sus fundamentos filosóficos, epistemológicos y ontológicos. Una de las más influyentes proviene de Humberto Maturana, quien argumentó que toda observación depende del observador. Según Maturana (1994), "la realidad se genera en la relación entre el sistema observador y lo observado". Desde esta perspectiva, la ciencia describe el mundo tal como se experimenta desde una posición cognitiva específica, en lugar de ofrecer una representación absoluta e independiente.

Gregory Bateson, desde otra perspectiva, criticó la inclinación del método científico a tomar descripciones como si fueran explicaciones. Según su enfoque, las leyes naturales representan sistematizaciones basadas en observaciones repetidas, sin que ello garantice que expliquen las causas de los fenómenos. Esta tendencia, según Bateson, expone a la ciencia al riesgo de transformar sus construcciones lingüísticas como si fuesen entidades ontológicas, perdiendo de vista que todo conocimiento es una representación interpretativa del mundo. (Bateson, 1972).

Paul Feyerabend radicalizó esta crítica al rechazar la existencia de un método universal para el avance del conocimiento. En "Contra el método" argumentó que los grandes descubrimientos han surgido al romper las reglas establecidas. Propuso una "anarquía epistemológica" que, sin negar el valor de la ciencia, cuestiona su dogmatismo metodológico y reivindica la libertad, la creatividad y la heterodoxia como motores del progreso (Feyerabend, 1993).

Thomas Kuhn, por su parte, evidenció la inestabilidad del desarrollo científico. Según su tesis, la ciencia se organiza en torno a paradigmas que definen teorías, problemas

relevantes, formas de validación y modos de observación. Cuando un paradigma se desgasta debido a la acumulación de anomalías, se produce una revolución científica que transforma y reconfigura el campo. La historia de la ciencia se caracteriza por su naturaleza discontinua y conflictiva, en lugar de seguir un progreso lineal o acumulativo (Kuhn, 1971).

El método científico clásico, formulado en la modernidad a partir de Galileo, Descartes, Newton y Bacon, se consolidó como núcleo de la racionalidad científica. Fundado en la deducción hipotético-matemática, la experimentación controlada y la observación empírica, se convirtió en emblema de una ciencia objetiva, universal y acumulativa. Hacia finales del siglo XX, diversos enfoques comenzaron a deconstruir esta hegemonía, señalando sus límites teóricos, cognitivos y éticos.

Uno de los cuestionamientos centrales apunta a la objetividad. La tradición positivista asumía que el conocimiento científico reflejaba fielmente una realidad externa e independiente. Desde los años 60, esta concepción fue profundamente cuestionada por autores como Kuhn, Feyerabend y especialmente por Maturana y Francisco Varela. Su teoría del observador, basada en la autopoiesis, sostiene que todo conocimiento es una construcción interna. El sujeto accede al mundo a partir de su construcción operativa, estructural e histórica.

Maturana sostiene que “la objetividad es la ilusión de que las descripciones pueden hacerse sin un observador”. Esta afirmación cuestiona profundamente la supuesta neutralidad científica. Conocer implica crear más que representar, pues el conocimiento surge de una experiencia construida por un observador situado, encarnado y emocionalmente implicado. Este planteamiento introduce un componente ético en la práctica científica: al estar mediado por un sujeto, todo saber conlleva una responsabilidad sobre sus efectos, sus aplicaciones y las exclusiones que genera.

Bateson cuestiona el reduccionismo lógico característico del método científico clásico. En su obra *Pasos hacia una ecología de la mente* (1972), sostiene que las leyes científicas se limitan a describir regularidades, dejando de lado explicaciones profundas. Para Bateson, explicar requiere desarrollar una teoría del contexto, una lógica relacional que contemple patrones e interacciones. Por esta razón, propone una “epistemología ecológica” que integre el conocimiento con los procesos vivos que busca comprender.

Feyerabend lleva esta crítica al extremo. En "Contra el método", denuncia que las reglas metodológicas han servido más para excluir saberes alternativos que para comprender la realidad. A su juicio, los grandes avances ocurrieron cuando los científicos desobedecieron métodos, guiándose por la imaginación, la intuición y la contingencia. Defiende un pluralismo epistemológico donde el conocimiento avance desde la convivencia de múltiples racionalidades, paradigmas, culturas y perspectivas.

Esta perspectiva es retomada por Edgar Morin, quien, desde el pensamiento complejo, sostiene que el método clásico sufre de una "*ceguera paradigmática*". Ha separado lo que está unido, reducido lo multidimensional a lo univariable, ignorado la incertidumbre y eliminado la contradicción. Según Morin (2008), esta lógica ha sido eficaz, pero ha oscurecido la inteligibilidad del mundo complejo en que vivimos. Para Morin, el método científico clásico se estructura en torno a cuatro pilares problemáticos:

- **Reduccionismo:** creer que la totalidad puede entenderse sólo a partir de sus partes.
- **Disyunción:** separación entre sujeto y objeto, entre ciencias naturales y humanas, entre conocimiento y ética.
- **Determinismo:** suposición de que todo fenómeno obedece a causas necesarias y previsibles.
- **Universalismo:** idea de que las leyes científicas son válidas en todos los contextos y sistemas.

## Del paradigma mecanicista al paradigma de la complejidad

En las últimas décadas, científicos e intelectuales han reabierto el debate sobre la necesidad de transformar el pensamiento y el conocimiento. En este contexto, la teoría general de sistemas, propuesta por Bertalanffy en los años 50, introdujo herramientas conceptuales y metodológicas para comprender la realidad como un todo organizado, dinámico e interrelacionado.

Este enfoque marcó una ruptura epistemológica con la visión analítica clásica y dio origen a la "sistémica", una nueva manera de hacer ciencia. Hacia finales del siglo XX, el paradigma sistémico se consolidó como alternativa sólida, estableciendo las bases del paradigma de la complejidad (Ferrer, 1998).

Este nuevo paradigma agrupa a científicos de diversas disciplinas que reivindican la urgencia de construir modelos teóricos, metodológicos y epistemológicos más integradores, al elaborar teorías más ajustadas a la realidad, busca intervenir con mayor eficacia en contextos sociales, políticos, económicos y ecológicos, cuestionando la racionalidad fragmentaria que ha dominado históricamente tanto a las ciencias naturales como a las humanas.

Se trata de una transformación que combina la vocación analítica de la ciencia con la actitud transdisciplinaria y crítica de la filosofía. Así se articula una convergencia entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad (De Rosnay, 1996. Morin, 1992).

### **Nacimiento de la complejidad**

En los años 60 comenzaron a formalizarse las nociones de complejidad computacional. En 1965, Hartmanis y Stearns introdujeron las primeras métricas de tiempo y espacio en función del tamaño de entrada, demostrando teoremas de jerarquía. Ese mismo año, Jack Edmonds propuso que un algoritmo es eficiente si su tiempo de ejecución es polinómico, lo que llevó a la definición de las clases P y NP. En 1967, Manuel Blum estableció axiomas para medir la complejidad y formuló el teorema de speed-up, aportando una base formal al campo.

Entre los impulsores decisivos del paradigma de la complejidad, Edgar Morin ocupa un lugar central. Filósofo, sociólogo y epistemólogo, ha desarrollado una obra vasta y transversal que abarca desde las ciencias naturales hasta la política. Su proyecto culmina en *El Método*, donde formula los principios de una nueva racionalidad: el pensamiento complejo.

Morin plantea una epistemología abierta, crítica y orientada a la articulación, en lugar de un sistema cerrado. Su enfoque integra la contradicción en lugar de eliminarla, incorpora la incertidumbre en lugar de imponer certezas y conecta los saberes en lugar de fragmentarlos. Como él mismo expresa: "El pensamiento complejo intenta articular, sin reducirlos, los saberes dispersos, los conocimientos separados, las lógicas antagónicas". (Morin, 1990).

Este pensamiento surge como una alternativa a las limitaciones de la racionalidad clásica, que se rige por la lógica de la disyunción: sujeto u objeto, orden o caos, razón o emoción. Esta lógica, basada en el principio de la no contradicción, ha generado claridad en ciertos aspectos, aunque también ha fomentado una ceguera cognitiva que dificulta abordar lo contradictorio, lo ambiguo y lo emergente. Con

ello, Morin propone una lógica de la conjunción: sujeto y objeto, orden y desorden, racionalidad y afectividad. Esta lógica dialógica integra las tensiones, considerándolas elementos esenciales del conocimiento. Por esta razón, la reforma del pensamiento que plantea trasciende la mera mejora técnica, impulsando una transformación ética y ontológica en nuestra relación con el saber.

### **Pensamiento Complejo**

El pensamiento complejo surge como respuesta a las limitaciones del paradigma clásico de la ciencia moderna, caracterizado por la fragmentación y el reduccionismo. A lo largo del siglo XX, diversas corrientes científicas, filosóficas y epistemológicas demostraron la insuficiencia de este modelo para explicar fenómenos dinámicos, interdependientes y multidimensionales. El pensamiento complejo se presenta como una actitud epistemológica abierta, que incorpora la incertidumbre, la contradicción, la emergencia y la autoorganización como principios fundamentales del conocimiento, alejándose de estructuras teóricas cerradas.

### **Hitos clave en la evolución del pensamiento complejo**

Cibernética y teoría de sistemas (1940-1950): Norbert Wiener (cibernética) y Ludwig von Bertalanffy (teoría general de sistemas) introdujeron la idea de que los sistemas son totalidades organizadas, destacando la retroalimentación y la interconexión entre sus partes. Esto sentó las bases para una visión más holística de los procesos.

Teoría del caos y sistemas no lineales (1960-1970): Edward Lorenz e Ilya Prigogine mostraron cómo los sistemas complejos pueden generar orden a partir del caos. Prigogine introdujo el concepto de "estructuras disipativas", explicando cómo el desorden puede dar lugar a formas organizadas.

Consolidación del paradigma de la complejidad (1980 en adelante): Edgar Morin sistematizó estos avances en su obra "El Método", articulando principios como la dialógica (unidad de los contrarios), la recursividad (causas y efectos que se retroalimentan) y la hologramaticidad (la parte contiene al todo). Morin sostiene que el pensamiento debe ser siempre contextual, relacional e interactivo.

Transdisciplinariedad y complejidad social (1990-actualidad) El pensamiento complejo se expande a las ciencias sociales y humanas y se vincula con la transdisciplinariedad, buscando integrar saberes científicos, sociales, filosóficos y espirituales, para abordar problemas que resultan irresolubles desde una sola disciplina.

El pensamiento complejo, desarrollado principalmente por Edgar Morin, critica la insuficiencia de los enfoques tradicionales basados en la fragmentación y la causalidad lineal, por ejemplo, los modelos de administración científica de Taylor (1911). Estos enfoques reducen la realidad a relaciones simples y causales, desconociendo la complejidad de la interrelación entre los distintos elementos que conforman los sistemas. La propuesta de Morin busca superar esta visión mecanicista y lineal de la ciencia, reconociendo la realidad como un todo complejo, abierto, evolutivo y no lineal.

### **Nuevos enfoques epistemológicos y paradigmas emergentes**

Desde los años 80, nuevos enfoques como la autopoiesis, los sistemas complejos adaptativos, la teoría del caos y la geometría fractal (propuesta por Mandelbrot en 1975) han comenzado a formar parte del campo de las ciencias de la complejidad. Estas teorías han ayudado a entender mejor fenómenos no lineales y la interacción entre partes de un sistema al tiempo que cuestionan el modelo clásico de leyes universales y determinismo. En palabras de Kuhn (1962), estamos viviendo un cambio de paradigma en el entendimiento de la ciencia.

La epistemología compleja se construye sobre las contribuciones de investigadores como Gell-Mann (1994), Prigogine (1984), Kauffman (1995), Holland (1995), Arthur (1995), Morin (1995, 2000b, 2002a) y Maturana y Varela (1994), quienes han ayudado a repensar la naturaleza del conocimiento, el papel de la transdisciplinariedad y los procesos de emergencia en sistemas complejos.

Los siete principios del pensamiento complejo según Edgar Morin:

1. **Principio sistémico:** El todo resulta más que la suma de sus partes. Cada sistema posee propiedades emergentes que nunca se deducen únicamente de los componentes individuales. La comprensión de un sistema exige considerar sus interacciones y su contexto.
2. **Principio hologramático:** Cada parte contiene información sobre el todo. Al igual que un holograma, cada componente refleja la totalidad, como una célula que lleva en sí toda la información genética del cuerpo.
3. **Principio del bucle retroactivo:** Los efectos pueden retroalimentar las causas, creando un ciclo de autorregulación en los sistemas. Esto es

fundamental para entender procesos de autorregulación, aprendizaje y adaptación en sistemas complejos.

4. **Principio de recursividad:** Los productos de un sistema son a su vez productores, creando un ciclo continuo de autoorganización y coevolución. Los seres humanos, por ejemplo, son el producto de sus sistemas sociales y, a su vez, los producen.
5. **Principio de autoecoorganización:** Los sistemas vivos se autoorganizan, aunque siempre en interacción con su entorno. La autonomía de un sistema depende de su capacidad para adaptarse a su contexto y mantenerse en equilibrio con él.
6. **Principio dialógico:** La realidad está llena de tensiones y contradicciones que se resuelven por integración. Orden y desorden, razón y emoción, individuo y sociedad deben pensarse juntos, nunca por separado.
7. **Principio de reintroducción del sujeto:** Todo conocimiento es producido por un sujeto situado, cultural y afectivamente condicionado. El conocimiento carece de neutralidad y siempre está influido por la perspectiva del observador.

El pensamiento complejo plantea una nueva manera de acercarse a la ciencia y al conocimiento, fundamentada en la integración de lo múltiple y lo contradictorio, y en el reconocimiento de la interdependencia entre los sistemas. Este enfoque rechaza la búsqueda de verdades únicas o simplificadas, priorizando una comprensión más profunda, ética y responsable de los fenómenos. Ante desafíos contemporáneos como el cambio climático o las crisis sociales, el pensamiento complejo brinda herramientas para una reflexión más inclusiva y contextual, capaz de abordar la complejidad de estos problemas.

### **Hacia una racionalidad compleja y transdisciplinaria**

El pensamiento complejo cuestiona el saber disperso. Morin advierte que la especialización extrema deriva en una ignorancia organizada: los detalles abundan. La visión de totalidad se diluye. La reforma del pensamiento impulsa un conocimiento capaz de ensamblar detalle y horizonte, objetividad y vivencia, rigor científico y experiencia cotidiana. Esa forma de saber exige precisión situada, diálogo entre disciplinas y conciencia del sesgo que toda simplificación introduce. Morin

(1999) recuerda que "todo conocimiento conlleva el riesgo de error e ilusión". La lucidez intelectual reclama vigilancia crítica y examen continuo.

Sus proyecciones resultan amplias. En investigación abre múltiples escalas de análisis: en educación, fomenta aprendizaje colaborativo conectado con la vida y, en política, estimula la deliberación plural basada en diversidad epistémica. Más que sistema cerrado, el enfoque complejo orienta decisiones en entornos inciertos y plurales.

Durante décadas la palabra "complejidad" describió sistemas con abundantes elementos y comportamiento imprevisible. Morin la concibe como provocación al acto cognitivo y llamada a pensar con multiplicidad, contradicción y emergencia. Este giro rebasa la suma de saberes o la aplicación de modelos avanzados. Plantea transformar marcos mentales, abrir una razón crítica que vincula ciencia, ética y política. Morin denomina a este proceso "reforma del pensamiento" (1999): cuestiona divisiones heredadas y proyecta una razón integradora. Desde esa perspectiva se valoran conexiones, redes y contextos situados. La actitud transdisciplinaria reformula el conocer desde la vivencia de problemas compartidos. La complejidad figura así como estrategia cognitiva flexible, consciente de límites y abierta a revisión.

Las crisis sanitarias, ecológicas, económicas y sociales exigen visiones integradoras. Estos desafíos desbordan respuestas lineales. Requieren inteligencia sistémica capaz de reconocer interdependencias y fomentar cooperación. La pandemia de COVID-19 evidenció tal necesidad. Una perspectiva puramente biomédica resultó insuficiente para un fenómeno con implicaciones epidemiológicas, sociales y económicas. El pensamiento complejo habilita mapeos relacionales, anticipa efectos imprevistos y sustenta estrategias adaptativas.

En la esfera ambiental, la idea de socio-ecosistema expresa la interacción entre salud humana y ecológica. Este prisma incluye saberes marginados, por ejemplo, conocimientos indígenas, y fortalece políticas justas y sostenibles. En el terreno educativo, el paradigma complejo impulsa pedagogías centradas en incertidumbre, pensamiento crítico y articulación de saberes. Morin (1999) propone formar sujetos reflexivos, capaces de cuestionar lo aprendido y actuar con responsabilidad ética en situaciones ambiguas.

Gestión institucional y liderazgo social también se benefician de esta mirada: las organizaciones se entienden como sistemas vivos en permanente renegociación de

significados. Los conflictos se interpretan como expresiones de vitalidad, el liderazgo se distribuye, la innovación emerge del contexto.

El pensamiento complejo trasciende el plano teórico. En lugar de ofrecer recetas, orienta comprensiones éticas que transforman la relación con el conocimiento, con las personas y con el entorno. Morin impulsa una transformación del acto cognitivo. Enseñar implica despertar conciencia sobre los supuestos que guían el razonamiento, abrir el juicio a la crítica, articular lo disperso y asumir la incertidumbre como rasgo constitutivo.

Esta perspectiva funda una pedagogía metacognitiva: invita a reflexionar acerca de los propios marcos mentales, sus alcances y sus efectos. El saber deja de verse como acumulación neutral y se redefine como construcción situada, histórica, ética y comprometida. La transformación comienza en la infancia mediante experiencias vivenciales: curiosidad, pregunta, vinculación de saberes, aceptación del error y reconocimiento del lazo sujeto-mundo.

Los modelos educativos heredados segmentan contenidos y aplican evaluaciones cuantitativas. Tal lógica impide la circulación del saber y dificulta una interpretación integral. Morin plantea una ecología del saber que reconecta campos dispersos y exige transversalidad curricular. Temas como la ética, el azar, la muerte o la condición humana atraviesan todas las áreas.

Así, la biología examina estructuras celulares y reflexiona sobre el concepto de vida. La matemática introduce probabilidad, caos y estadística aplicada a lo social. El propósito final consiste en forjar sujetos capaces de pensar en red y generar sentido dentro de la complejidad. La pedagogía compleja invita a habitar la ambigüedad con lucidez. Su meta consiste en formar personas que actúen con conciencia crítica y sensibilidad contextual. El aprendizaje involucra emoción, cuerpo, historia, identidad. Pensar desde la complejidad implica acoger esa dimensión humana. Enseñar se convierte en acto de cuidado y escucha. La ética se ejerce mediante cooperación, diálogo y creatividad relacional. Morin sintetiza este horizonte con el término "antropoética": formar seres conscientes de su interdependencia con planeta y comunidad.

Frente al deterioro ecológico, la fragmentación cognitiva y la pérdida de sentido, la escuela asume el desafío de actuar como espacio de emergencia cultural. Educar significa promover comprensión y cuidado del bien común. Este propósito exige rediseñar la figura docente como mediador de significados y facilitador de

complejidad. La evaluación evoluciona hacia práctica reflexiva que acompaña procesos y estimula autonomía crítica. Para Morin, enseñar Tierra, error, condición humana e identidad planetaria constituye una exigencia cultural imprescindible.

### **Paradigma de la complejidad y transdisciplinariedad**

La transdisciplinariedad se erige en pilar del pensamiento complejo. Ante la especialización extrema, surge una ecología cognitiva que articula modos de conocimiento diversos y favorece la circulación de sentido.

Basarab Nicolescu (2008) describe esta vía como un recorrido entre, a través y más allá de las disciplinas. Reconoce múltiples niveles de realidad y la necesidad de puentes entre ciencia, filosofía, arte, espiritualidad y tradición oral. Morin señala la urgencia de asumir la complejidad en desafíos como cambio climático, inequidad, automatización o colapso cultural. Esta perspectiva impulsa una mutación de la mirada y una razón integradora.

Convergencia compleja y transdisciplinaria comparte la misma crítica al reduccionismo y propicia una inteligencia articuladora sensible al contexto. Más que adquirir datos, el reto reside en cultivar disposición reflexiva y diálogo comprometido. En este marco, el conocimiento transdisciplinar promueve complementariedad y reconoce el valor de saberes ancestrales, intuiciones sensibles y prácticas espirituales.

El paradigma complejo propone una epistemología recursiva que incorpora error, contradicción y ambigüedad. Su meta, lejos de la explicación definitiva, persigue comprensión significativa y una ciencia comprometida con los desafíos fundamentales del siglo XXI.

Morin observa que la humanidad se halla en un umbral histórico: posee poder técnico sin precedentes, carece de criterios éticos y cognitivos equivalentes. La racionalidad instrumental generó avances extraordinarios y devastación planetaria. El paradigma complejo plantea una racionalidad regenerativa que incorpora responsabilidad, sensibilidad ante la incertidumbre, reconocimiento de errores y apertura a lo desconocido. Esta manera de pensar resignifica la ciencia, revitaliza la democracia, reimagina la educación y reconstruye sentido vital. La apuesta moriniana se dirige hacia un humanismo complejo fundamentado en vulnerabilidad compartida, interdependencia radical y reconciliación entre razón y emoción, técnica y poesía, análisis y compasión.

Ante las limitaciones del método científico tradicional, se plantea una racionalidad compleja que integre saberes, dialogue con otras formas de conocimiento y aborde problemas desde perspectivas multidimensionales. La transdisciplinariedad expande los alcances de la ciencia al incluir dimensiones y preguntas que trascienden su marco habitual (Nicolescu, 2020, p. 33).

En este sentido, el método científico se amplía y enriquece, manteniendo su utilidad mientras incorpora otros modos de conocimiento, como los narrativos, culturales y experienciales, especialmente en el abordaje de problemas socioambientales y humanos. Las críticas al método científico, desde el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad, apuntan a la necesidad de superar el monopolio del método científico como la única vía válida para la producción de conocimiento. En su lugar, se propone una ecología de saberes que reconozca la pluralidad epistémica y promueva el diálogo entre la ciencia, la ética, la filosofía, el arte y los saberes ancestrales.

### **Complejidad, método y crisis de la racionalidad instrumental**

El pensamiento complejo, como metapunto de vista epistemológico, trasciende la mera descripción del mundo como complejo y demanda un enfoque que profundice en la complejidad del acto mismo de conocer. En este sentido, Morin (2008) denuncia la patología de la hiperespecialización: el saber fragmentado, dissociado del contexto y de los fines éticos, produce conocimientos ciegos al entramado global del que forman parte. Esta racionalidad instrumental, que domina la tecnociencia contemporánea, es eficaz aunque ciega: puede maximizar beneficios a corto plazo, mientras genera desastres ecológicos, sociales o existenciales.

La complejidad es más que un fenómeno del objeto, es una condición del sujeto que conoce. El método debe volverse reflexivo, consciente de sus propias limitaciones y presupuestos. Esto implica superar el paradigma de la exterioridad, según el cual el observador está separado del sistema observado. Desde la física cuántica hasta la antropología contemporánea, se ha demostrado que toda observación transforma el fenómeno observado y que la neutralidad absoluta es un mito operativo.

Morin plantea una "ecología de la acción", destacando que toda acción trasciende sus intenciones iniciales al ingresar en una red de interacciones que pueden amplificar, desviar o neutralizar sus efectos (Morin, 2004). Por ello, el pensamiento complejo va más allá de la integración de disciplinas, exigiendo una reforma del

pensamiento que permita conectar saberes, contextualizar los fenómenos, asumir la incertidumbre y reconocer la participación activa del sujeto en el proceso cognitivo.

Este enfoque resulta especialmente pertinente en el abordaje de problemas globales contemporáneos como el cambio climático, las pandemias o las crisis migratorias. Todos ellos comparten características de complejidad: múltiples dimensiones entrelazadas (económicas, ecológicas, sanitarias, culturales), dinámicas no lineales, retroalimentaciones y efectos emergentes. Aplicar un pensamiento lineal, especializado y aislado a estos fenómenos conduce a políticas ineficaces o incluso contraproducentes.

**Tabla 1: Hitos en la evolución de la complejidad**

Década	Aporte principal	Contribución clave
1940-50	<b>Cibernética y teoría de sistemas</b> Norbert Wiener · Ludwig von Bertalanffy	Introducen la retroalimentación y la interconexión sistémica, sentando una visión holística.
1960-70	<b>Teoría del caos y sistemas no lineales</b> Edward Lorenz · Ilya Prigogine	Muestran la generación de orden a partir del caos. Prigogine formula las <i>estructuras disipativas</i> .
1980-	<b>Sistematización del paradigma</b> Edgar Morin · <i>El Método</i>	Formula los principios de dialógica, recursividad y hologramaticidad. Subraya la contextualidad del saber.
1990-hoy	<b>Transdisciplinariedad y complejidad social</b>	Integra ciencias naturales, sociales y saberes culturales para problemas irreductibles a una sola disciplina.

Elaboración propia

## **El aporte epistemológico de Edgar Morin: una razón abierta y regenerativa**

El pensamiento complejo trasciende la crítica al paradigma moderno o la simple recopilación de principios heurísticos dispersos. En su esencia, constituye una propuesta epistemológica integral orientada a regenerar la racionalidad occidental mediante su expansión. Morin reivindica la razón, ampliándola para incluir dimensiones que la modernidad dejó de lado, como la incertidumbre, el sujeto, la contradicción, el sentido y la vida, reconociéndolas como elementos esenciales del conocimiento.

Esta propuesta conlleva una transformación profunda en los modos de pensar. La epistemología de la complejidad trasciende la idea de ser una nueva disciplina y representa una mutación del régimen cognitivo, donde los contenidos del saber, su estructura, su propósito y su relación con la existencia se reorganizan de manera integral.

Morin cuestiona la lógica de la disyunción, que separa sujeto y objeto, mente y cuerpo, naturaleza y cultura, como base de un conocimiento fragmentado, técnico y desconectado de la realidad integral. Con esta fragmentación, plantea una lógica de la articulación que convierte las tensiones en un espacio de diálogo constructivo.

En *El Método* (1977–2004), Morin diseña una arquitectura cognitiva que atraviesa cinco niveles: el conocimiento del conocimiento, de la vida, de la organización, de la complejidad y del ser humano. Esta estructura refleja un saber concebido como sistema vivo, retroalimentado, inseparable del contexto y del sujeto. La epistemología se transforma así en antropología cognitiva: pensar el conocimiento implica pensarse a sí mismo como sujeto que conoce, en un ejercicio metacognitivo que desplaza la distancia clásica entre observador y objeto.

Desde esta perspectiva, conocer implica participar activamente en una práctica reflexiva y situada, lejos de limitarse a la reproducción de certezas. La epistemología se transforma en una conciencia crítica del proceso mismo del conocimiento, dejando de ser un discurso externo sobre la ciencia. Esta metacognición constituye la base de una racionalidad ética y política, capaz de cuestionar sus propias premisas, objetivos y consecuencias.

### **Reintegrar la vida en el conocimiento**

Uno de los aportes más innovadores del pensamiento de Morin es su énfasis en devolver la vida al núcleo del conocimiento. La ciencia moderna, al priorizar la objetividad, eliminó al sujeto, despojó al saber de corporeidad y emociones, y redujo la vida a mecanismos carentes de sentido. Para Morin, todo acto de conocer está vitalmente implicado, pues el saber se teje con el afecto, el cuerpo, la historia y la cultura. Esta perspectiva convierte la epistemología compleja en una bio-epistemología, un enfoque que reconoce al pensamiento como encarnado, situado y comprometido.

Esta visión tiene un impacto transformador en la pedagogía. Enseñar se concibe como una invitación a experimentar el conocimiento como algo vivo, más allá de la mera transmisión de información. Aprender, en este contexto, se entiende como una práctica existencial, una manera de habitar el mundo, de comprenderlo en su profundidad y de actuar en él con lucidez ética. Morin sintetiza esta propuesta al afirmar que "todo conocimiento verdadero es conocimiento comprometido", desafiando la tradición objetivista del paradigma clásico.

### **Pensamiento complejo, ciencias sociales y gestión del conocimiento**

Los principios del pensamiento complejo tienen una resonancia particular en las ciencias sociales, donde los fenómenos, caracterizados por su ambigüedad, multicausalidad y significado, desafían los enfoques reduccionistas. Las sociedades humanas se configuran como constelaciones dinámicas que integran factores biológicos, simbólicos, históricos y estructurales. Comprender estas complejidades requiere una racionalidad que articule múltiples niveles de análisis y reconozca la participación activa del investigador en los marcos desde los cuales interpreta.

Morin propone reemplazar la ilusión de neutralidad por una epistemología autorreflexiva, consciente del carácter construido y narrativo del saber social. La ciencia deja de entenderse como una simple acumulación objetiva de datos para asumirse como una práctica simbólica, impregnada de valores, atravesada por la ética y guiada por el deseo de comprender.

En el ámbito de la gestión organizacional, esta perspectiva sustituye los modelos mecanicistas y tayloristas por una visión más compleja. Las organizaciones se entienden como sistemas vivos, en interacción con su entorno. Las relaciones humanas, las emociones, los significados compartidos y los aprendizajes emergentes conforman un entramado dinámico e impredecible. El conocimiento, en este contexto, se genera, se transforma y se construye de manera colectiva.

Esto exige superar la lógica del control y la eficiencia por una inteligencia estratégica que combine reflexión, creatividad y sensibilidad ética. Las organizaciones deben aprender a habitar la incertidumbre, a adaptarse sin perder coherencia, a innovar sin desarraigo. La epistemología compleja se revela así como una guía operativa para liderazgos más conscientes y para decisiones orientadas por el cuidado de la vida.

### **Una razón ética y política**

El pensamiento de Morin plantea una crítica directa a la supuesta neutralidad axiológica del conocimiento moderno. Tras la pretendida objetividad, frecuentemente se esconden relaciones de poder, exclusiones epistémicas y formas de colonialismo cognitivo. La ciencia, como construcción social, se encuentra atravesada por intereses, valores y consecuencias políticas.

Con esta ceguera estructural, Morin propone una racionalidad ética concebida como una necesidad intrínseca de la complejidad del mundo vivido. Cada acto de conocimiento implica elegir una visión del mundo, orientar el deseo y configurar una relación con la alteridad. Por ello, el conocimiento lleva consigo una dimensión de responsabilidad. Conocer implica también transformar, afectar y comprometerse.

Esta "ecología del conocimiento" que propone Morin se enfrenta a cualquier forma de saber que reduzca, instrumentalice o destruya. En su lugar, promueve un conocimiento que escuche, dialogue y esté abierto a ser interpelado. Propone una epistemología cuidadosa, dispuesta a acoger lo diverso, lo inesperado y lo diferente. En tiempos de colapso civilizatorio, esta perspectiva adquiere una relevancia urgente, pues repensar los modos de conocer se vuelve inseparable de reimaginar los modos de habitar el mundo.

Uno de los aportes más disruptivos del pensamiento complejo es la reintroducción decidida de la ética en el centro mismo del acto cognitivo. En oposición al modelo científico que separa saber y valor, Morin sostiene su interdependencia: toda ética necesita conocimiento, y todo conocimiento comporta una ética. Esta reciprocidad exige una conciencia crítica del lugar desde donde se conoce, de los límites del saber y de las consecuencias de su aplicación.

La ciencia, en este marco, debe evitar permanecer despolitizada. Debe reconocer su poder performativo y abrirse al diálogo con otras racionalidades: saberes locales, ancestrales, simbólicos, espirituales. La producción de conocimiento debe orientarse por criterios de justicia cognitiva, sostenibilidad ecológica y dignidad humana.

Conocer, desde la ética del pensamiento complejo, significa comprender, cuidar y establecer vínculos, en lugar de dominar o controlar. Es un acto profundamente humano que requiere la subjetividad como base para una comprensión significativa. La racionalidad compleja incorpora la emoción, la intuición y la incertidumbre, integrándolas en un enfoque epistémico que reconoce su finitud con humildad.

Pensar de manera compleja se convierte, en este contexto, en una forma de educar para la vida. Es formar sujetos capaces de convivir con la ambigüedad sin caer en el cinismo ni el dogmatismo, de actuar con claridad en medio del caos y de construir sentido sin depender de certezas absolutas. La pedagogía del pensamiento complejo, en su esencia, es una pedagogía del vivir.

El pensamiento complejo ofrece una perspectiva profundamente democratizadora del conocimiento. Al desafiar las jerarquías epistémicas entre expertos y legos, centros y periferias, ciencias formales y saberes experienciales, Morin propone una ecología cognitiva plural. En este marco, los diversos modos de saber como el científico, el técnico, el ancestral, el popular y el vivencial dialogan en condiciones de equidad epistemológica. Esta apertura reformula los criterios de racionalidad desde la interdependencia, el diálogo crítico y la complementariedad entre distintas tradiciones cognitivas.

Morin busca fomentar relaciones de co-construcción entre la ciencia y los saberes alternativos. Esta perspectiva se alinea con propuestas como la epistemología del sur de Boaventura de Sousa Santos y con enfoques interculturales aplicados en áreas como la salud, la educación y el medio ambiente. El propósito es ampliar la razón hacia formas más inclusivas y dialogantes, especialmente en contextos de diversidad epistémica y cultural, donde los modelos eurocéntricos enfrentan limitaciones al abordar realidades complejas y conflictivas.

La noción de "democracia cognitiva" articula dos movimientos simultáneos: descentralizar la producción de conocimiento reconociendo múltiples legitimidades, y crear espacios de deliberación donde estos saberes puedan encontrarse, confrontarse y transformarse mutuamente. Esta lógica, coherente con el paradigma de la complejidad, rompe con la verticalidad epistémica y favorece procesos horizontales de aprendizaje colectivo.

La propuesta de Morin supera al ámbito epistémico. Se proyecta en una praxis orientada por la conciencia de la incertidumbre, la no-linealidad y las consecuencias

imprevistas de toda intervención. Frente al ideal clásico de planificación racional, propone una noción de estrategia entendida como acción reflexiva, capaz de adaptarse en tiempo real, de integrar retroalimentaciones, de improvisar con inteligencia situada.

Este enfoque impulsa intervenciones más lúcidas y éticas en campos tan diversos como las políticas públicas, la gestión organizacional, la educación o el activismo social. La praxis compleja evita ilusiones de control absoluto y enfrenta con claridad la pluralidad de variables, la ambigüedad de los contextos y la dinámica de los sistemas abiertos. En lugar de imponer soluciones lineales, explora caminos tentativos, sensibles a lo emergente y a las relaciones que configuran cada situación.

El desafío que se proyecta hacia el porvenir trasciende la innovación técnica y la eficacia de las políticas públicas. El reto principal consiste en impulsar una transformación profunda del pensamiento. Esta metamorfosis requiere mover una razón encerrada en sus automatismos hacia una inteligencia relacional, abierta a lo inesperado, que asume la diversidad como fuente de sentido e integra múltiples dimensiones de la experiencia.

Este cambio racional exige una voluntad cultural plenamente consciente, una transformación profunda en los procesos educativos y el surgimiento de comunidades intelectuales dispuestas a cuestionar los dogmas establecidos. Pensar de manera distinta requiere entrelazar saberes históricamente separados, como la ciencia, el arte, la espiritualidad, la técnica y la política. Esta transformación de la razón demanda un compromiso decidido con formas novedosas de conocer y una visión más inclusiva del mundo vivido.

### **Una razón regenerativa para una humanidad en transición**

La racionalidad que propone Morin plantea una transformación ética y política del conocimiento. Su objetivo consiste en desarrollar la capacidad de navegar el caos con lucidez, atendiendo a los efectos imprevistos y fomentando el diálogo con la diversidad. El pensamiento complejo actúa como una brújula que orienta y sugiere caminos abiertos, evitando trayectorias rígidas o predeterminadas.

Pensar en clave compleja transforma el conocimiento en una práctica implicada. La racionalidad deja de concebirse como instrumento de dominio para convertirse en un ejercicio de cuidado, en un vínculo con lo viviente, en una forma de asumir las consecuencias de conocer.

Esta metamorfosis de la razón surge desde una conciencia crítica que reconoce los límites del saber, evita la clausura y asume la contradicción como parte inherente del proceso vital. En esta conciencia se encuentra la posibilidad de una transformación que abarca lo cultural, lo cognitivo y lo existencial.

De cara al vaciamiento tecnocrático del pensamiento, el paradigma complejo reivindica la riqueza de la experiencia, la fuerza de lo inesperado y la responsabilidad de intervenir sin aspiraciones totalizadoras. En tiempos de crisis civilizatoria, esta forma de pensar se convierte en una necesidad para imaginar futuros habitables, abiertos a la diversidad y conscientes de la fragilidad que nos une.

## **La sacrílega complejidad computacional**

La teoría de la complejidad computacional consolidó su estructura conceptual en la década de 1970 con la identificación de la NP-completitud, un hito que transformó la comprensión de los límites del cálculo. En 1971, Stephen Cook demostró que el problema de satisfacibilidad booleana (SAT) pertenece a la clase NP-completa, estableciendo que la existencia de un algoritmo eficiente para resolverlo implicaría la solución eficiente de todos los problemas de la clase NP. De manera simultánea, Leonid Levin alcanzó resultados equivalentes en la Unión Soviética.

En 1972, Richard Karp amplió esta idea al demostrar que diversos problemas combinatorios, como el del viajante, el ciclo hamiltoniano y el coloreo de grafos, también se clasifican como NP-completos. Este desarrollo planteó una de las preguntas más fundamentales y desafiantes de la informática teórica: ¿P es igual a NP?

Durante ese mismo período, surgieron otras clases fundamentales como PSPACE (polynomial space), que agrupa los problemas resolubles con una cantidad de memoria polinómica, y EXPTIME (exponential time), que abarca aquellos que exigen tiempo exponencial. Estas distinciones cartografiaron con precisión los recursos computacionales y establecieron márgenes operativos para el conocimiento algorítmico.

Durante los años ochenta y noventa, la teoría se expandió con modelos probabilísticos como los algoritmos de Rabin, que originaron clases como BPP (bounded-error probabilistic polynomial time) y RP (randomized polynomial time). También se desarrollaron los sistemas de prueba interactiva, culminando en 1992 con la demostración de Adi Shamir de que IP equivale a PSPACE, es decir, que los

problemas resolubles con espacio polinómico pueden verificarse mediante interacción estructurada.

Paralelamente, la computación cuántica emergió como campo prometedor. David Deutsch y Andrew Yao formalizaron el modelo de la máquina de Turing cuántica, y en 1994 Peter Shor presentó un algoritmo polinómico para la factorización de enteros, lo que llevó a definir la clase BQP (bounded-error quantum polynomial time) y replanteó la distinción clásica entre problemas tratables e intratables.

El encuentro entre la teoría de la complejidad computacional y el pensamiento complejo desarrollado por Edgar Morin surge de una afinidad estructural: ambas perspectivas enfrentan los márgenes internos de la racionalidad y proponen reformular las categorías con las que se piensa lo real, especialmente contra sistemas inestables, contradictorios y multidimensionales.

### **1. Límites del saber: incertidumbre computacional y razón inacabada**

Las clases NP y PSPACE trascienden su carácter técnico para convertirse en expresiones de zonas de indeterminación epistémica. La célebre pregunta  $P = NP?$  plantea un desafío que va más allá de la eficiencia algorítmica, pues interroga los alcances de la razón frente a problemas complejos. Este enigma encuentra eco en el pensamiento de Morin, quien argumenta que la complejidad surge al reconocer la finitud del saber: lejos de cerrarse, se abre a nuevas posibilidades. En lugar de ofrecer certezas rígidas, fomenta la problematización.

Así, la teoría de la complejidad computacional manifiesta en el ámbito matemático lo que Morin articula desde la filosofía: la ausencia de certezas absolutas invita a explorar de manera más profunda los límites y las posibilidades del conocimiento humano.

### **2. Dialógica entre orden y desorden: caos estructural en la lógica computacional**

Los problemas NP-completos y PSPACE-completos habitan un ámbito donde el orden lógico se tensiona hasta volverse inabarcable. Desde la perspectiva de Morin, el desorden se entrelaza con el orden en procesos dinámicos de organización. Estas clases computacionales demuestran cómo incluso estructuras matemáticamente definidas contienen elementos de caos e incertidumbre, que desafían la resolución completa.

El espacio computacional se presenta como un escenario de tensiones activas entre lo posible, lo irresuelto y lo incierto. Esta dialógica entre orden y desorden refleja el carácter intrínsecamente complejo de los sistemas formales, donde la estabilidad y la indeterminación coexisten como partes constitutivas de una misma realidad.

### **3. El observador implicado: interacción y co-construcción**

La equivalencia  $IP = PSPACE$  muestra que la interacción entre verificador y demostrador posee tanta potencia como una estrategia computacional autónoma de alta complejidad. Esta relación desplaza la imagen de un observador externo e inerte. Para Morin, todo conocimiento implica participación: el saber emerge de la relación entre sujeto cognoscente y objeto observado. La lógica interactiva de IP se enlaza con la lógica relacional del pensamiento complejo, donde conocer implica intervenir, comunicar y transformar.

### **4. Transdisciplinariedad: integración de saberes formales y humanos**

La teoría de la complejidad computacional dialoga con disciplinas como la criptografía, la inteligencia artificial, la física cuántica o la teoría de redes. Sus implicaciones trascienden el campo técnico. Morin alerta sobre la fragmentación del conocimiento moderno y propone una racionalidad transdisciplinaria capaz de articular saberes científicos, éticos, culturales y simbólicos. Interrogar los límites de lo computable conduce también a interrogar los límites del conocimiento cultural, social y político. Decidir qué se resuelve y cómo se interpreta esa resolución constituye una construcción situada.

### **5. Complejidad como conciencia del inacabamiento**

En computación y epistemología, la complejidad señala hacia una racionalidad que permanece abierta. Problemas indecidibles, la indeterminación en torno a P vs NP y la expansión de clases como BQP muestran cómo el saber técnico alcanza límites que exigen un enfoque más amplio y flexible. Morin invita a concebir la complejidad como un modo de pensamiento que abraza la contradicción, la contingencia y la inestabilidad como componentes esenciales del conocimiento, evitando clausuras absolutas.

Durante el siglo XXI, la teoría de la complejidad computacional ha encontrado aplicaciones en ámbitos como la bioinformática, la teoría de juegos y el análisis de redes sociales. Estos campos destacan por dinámicas no lineales, impredecibles y profundamente influenciadas por el contexto. Avances como la optimización de demostraciones del teorema PCP y nuevas conexiones entre clases

computacionales, junto con la inclusión de la conjetura  $P \neq NP$  entre los Problemas del Milenio, subrayan la importancia global de estas cuestiones.

Más allá de evaluar la eficiencia algorítmica, esta teoría plantea interrogantes sobre el papel que los algoritmos desempeñan en la organización de la vida social. Con este desafío, el pensamiento complejo ofrece herramientas críticas, éticas y políticas para abordarlo con profundidad.

La complejidad computacional y el pensamiento complejo de Morin convergen en un proyecto intelectual común que reconoce los límites del saber como punto de partida para construir una racionalidad ampliada, relacional y comprometida. Clases como NP, PSPACE, IP o BQP trazan fronteras lógicas que reflejan cómo la razón explora y cuestiona su propia finitud.

Desde la perspectiva de Morin, este reconocimiento exige profundizar en el pensamiento, humanizarlo y orientarlo hacia una ética del conocimiento que sea consciente, crítica y transformadora.

## **Crítica al pensamiento complejo**

A pesar de su riqueza conceptual y de la creciente influencia que ha ejercido en múltiples campos del conocimiento contemporáneo, el pensamiento complejo ha sido objeto de críticas importantes. Edgar Morin lo presenta como una epistemología capaz de integrar saberes fragmentados y fomentar una racionalidad incluyente, orientada a los desafíos de la era planetaria. Diversos autores han identificado límites teóricos y prácticos que merecen una reflexión cuidadosa.

Uno de los cuestionamientos más frecuentes se dirige al estilo discursivo adoptado por Morin. Su escritura, de tono ensayístico, híbrido y con un fuerte componente lírico, ha sido considerada por algunos como un obstáculo para la traducción operativa de sus propuestas. Críticos como Mario Bunge han señalado una proliferación de conceptos y metáforas que, a su juicio, carecen del grado de precisión formal y verificación empírica requerido por el ámbito científico. Desde esta perspectiva, la potencia poética de sus ideas aparece como insuficiente ante la demanda de criterios claros de validación, especialmente en contextos como las ciencias experimentales.

Una crítica apunta a la dificultad para convertir los principios del pensamiento complejo en protocolos metodológicos concretos. Aunque Morin lo concibe como

una orientación transdisciplinaria más que como un método cerrado, esta apertura ha generado incertidumbre en espacios donde se exigen procedimientos definidos y criterios evaluables. La falta de herramientas específicas ha restringido su incorporación institucional en campos como las ciencias sociales aplicadas o la formulación de políticas públicas, donde se valoran la aplicabilidad directa y la operacionalización rigurosa.

Conceptos clave como "emergencia", "autoecoorganización" o "hologramaticidad" presentan ambigüedades al carecer de delimitaciones claras y de operacionalizaciones empíricas precisas. Esto ha derivado en usos vagos o decorativos, que lejos de profundizar en la complejidad de los fenómenos, pueden estetizarla y vaciarla de densidad teórica, reduciendo su alcance a un repertorio de términos con prestigio conceptual aunque sin impacto analítico real.

Un señalamiento adicional surge contra la posibilidad de caer en un holismo excesivo o en una forma de relativismo epistémico. Aunque Morin ha expresado reservas frente al relativismo absoluto, el impulso por conectar todos los elementos entre sí puede diluir las fronteras entre campos, escalas y niveles de análisis, generando una inflación conceptual donde la explicación pierde capacidad discriminativa. La lógica dialógica, uno de los ejes vertebrales de su propuesta, podría volverse contraproducente si se omite el establecimiento de criterios claros para integrar tensiones. Tratar toda oposición como complementaria corre el riesgo de invisibilizar conflictos concretos o neutralizar las asimetrías de poder que configuran muchos procesos sociales.

Desde el ámbito pedagógico, el pensamiento complejo propone una reforma integral fundamentada en la transdisciplinariedad, la contextualización del conocimiento y la conexión entre saber y ética. Los sistemas educativos tradicionales, organizados en torno a disciplinas fragmentadas y esquemas estandarizados de evaluación, presentan una resistencia profunda a este cambio.

Esta tensión ha generado descontento entre docentes que, aunque coinciden con el diagnóstico planteado por Morin, enfrentan limitaciones materiales e institucionales que dificultan implementar transformaciones significativas. La educación, concebida desde el pensamiento complejo, requiere condiciones que permitan trascender estos obstáculos, posibilitando prácticas pedagógicas más integradoras, críticas y orientadas hacia los desafíos del mundo contemporáneo.

Desde una perspectiva epistemológica crítica, algunos pensadores del Sur Global han señalado que, a pesar de su vocación integradora, el pensamiento complejo continúa operando dentro de una matriz eurocéntrica que otorga primacía a tradiciones filosóficas occidentales. Desde esta mirada, integrar saberes exige mucho más que conectar disciplinas académicas: implica acoger conocimientos ancestrales, experiencias situadas, prácticas populares y epistemologías marginadas. Como plantea Boaventura de Sousa Santos, expandir la ciencia requiere descolonizar el conocimiento.

Estas críticas buscan contribuir al enriquecimiento del pensamiento complejo, reconociendo su potencial para constituirse en una racionalidad relevante en el siglo XXI. Para alcanzar este objetivo, es fundamental expandir su horizonte epistémico y político, integrando los conflictos, las memorias marginadas y las formas insurgentes de creación de conocimiento.

Adoptar esta perspectiva demanda una transformación profunda en las formas de pensar y una apertura auténtica hacia la diversidad epistémica y la justicia cognitiva. Este enfoque fomenta un diálogo más inclusivo y plural, capaz de abordar los desafíos contemporáneos desde una comprensión más amplia y comprometida con la equidad y la diversidad.

Algunos analistas han cuestionado también la viabilidad del pensamiento complejo en el campo de la investigación científica. Sostienen que la ausencia de criterios como falsabilidad y reproducibilidad metodológica dificulta su integración en contextos donde estos estándares resultan centrales. Aunque Morin ha reconocido las tensiones implicadas en formalizar su propuesta, sigue existiendo una expectativa en torno a una mayor precisión metodológica que facilite su implementación concreta y evaluable.

Las objeciones se extienden al plano educativo. Enseñar en clave de complejidad, en contextos dominados por lógicas compartimentadas y enfoques reduccionistas, enfrenta múltiples barreras institucionales. En muchos casos, su introducción ha quedado limitada al nivel declarativo sin producir transformaciones reales en las prácticas pedagógicas. A pesar de ello, existen experiencias que demuestran su potencial transformador: la educación ambiental, la pedagogía crítica, la formación en ciudadanía global y la investigación-acción participativa ofrecen ejemplos de aplicación que han logrado articular principios complejos con prácticas situadas, abiertas y colaborativas.

Más que invalidar su valor, estas críticas permiten comprender mejor las tensiones, ambivalencias y desafíos que enfrenta este paradigma en construcción. Su fuerza reside justamente en la decisión de mantenerse abierto al debate, dispuesto a la revisión y permeable a nuevas formas de racionalidad. Morin evita ofrecer respuestas definitivas. Su enfoque propone una orientación para pensar de forma más contextual, crítica y comprometida. Su planteamiento se presenta como un gesto epistemológico que estimula la búsqueda constante, alejándose de estructuras rígidas. Se trata de una apuesta por una racionalidad que prioriza la humildad, la reflexividad y la ética en el acto de conocer, fomentando una actitud abierta y responsable contra la complejidad del mundo y del saber.

Este recorrido que va del determinismo clásico al pensamiento complejo de Edgar Morin revela más que una sucesión lineal de paradigmas: traza una tensión constante entre el anhelo de certeza y la vivencia de la incertidumbre. La historia de la ciencia transcurre entre el impulso por controlar y la conciencia creciente de los límites del saber. En ese vaivén, el pensamiento complejo aparece como una apertura radical: la posibilidad de pensar lo real sin reducirlo, de conocer con lucidez sobre la propia implicación, de actuar comprendiendo que toda intervención se inscribe en tramas que exceden la previsión.

Morin propone una ética del pensamiento que invita a abordar el saber como una práctica sustentada en la humildad, la atención crítica, la conexión vital y el compromiso activo. En un mundo caracterizado por la interdependencia, la fragilidad y el cambio constante, esta actitud epistémica se presenta como un camino para sostener y enriquecer la vida a través de la lucidez y la solidaridad. De este modo, el pensamiento complejo trasciende su carácter epistemológico, convirtiéndose en una pedagogía del sentido y una política orientada al convivir, capaz de responder a los desafíos contemporáneos desde una perspectiva integradora y transformadora.

Desde esta mirada, el desafío consiste en aprender a habitar la complejidad del mundo: pensar con ella, actuar desde ella, transformarse en su movimiento.

La trayectoria del pensamiento científico, desde sus raíces clásicas hasta sus expresiones actuales, puede interpretarse como un proceso de progresiva concientización de la complejidad. Desde el telos aristotélico, pasando por el mecanicismo newtoniano y la racionalidad cartesiana, hasta las rupturas introducidas por la física cuántica, la teoría del caos y la biología de sistemas, se

percibe un desplazamiento fundamental: del ideal de previsión absoluta a la aceptación de lo incierto como rasgo constitutivo del mundo.

Este desplazamiento trasciende el plano teórico: transforma también el horizonte civilizatorio. La modernidad, sostenida sobre una racionalidad fragmentaria y reduccionista, atraviesa hoy una crisis estructural, evidenciada en fenómenos ecológicos, sociales, sanitarios y culturales que exigen nuevas formas de comprender. Ante esta exigencia, el pensamiento complejo de Morin ofrece una respuesta coherente, crítica y constructiva.

A lo largo de este texto se ha argumentado que la complejidad trasciende su carácter como alternativa teórica. Se presenta como una exigencia de época al proponer un pensamiento que desafía los supuestos del paradigma clásico: disyunción, unidimensionalidad y separación. Este enfoque introduce una lógica articuladora, contextual y abierta a la incertidumbre. Sus principios, como el sistémico, hologramático, recursivo, retroactivo, autoecoorganizado, dialógico y subjetivador, ofrecen herramientas para realizar una revisión profunda de las prácticas científicas, educativas, políticas y existenciales.

También se han analizado los retos que enfrenta esta perspectiva: su densidad conceptual, su ambición integradora y su rechazo a la simplificación pueden conducir a la inoperancia si carecen de metodologías claras, disposición pedagógica y apertura al diálogo con otros saberes. El paradigma complejo debe sostenerse como una práctica epistemológica activa y encarnada, capaz de habitar los espacios intermedios entre el rigor y la incertidumbre, entre la sistematicidad y la apertura, entre el cálculo y la experiencia.

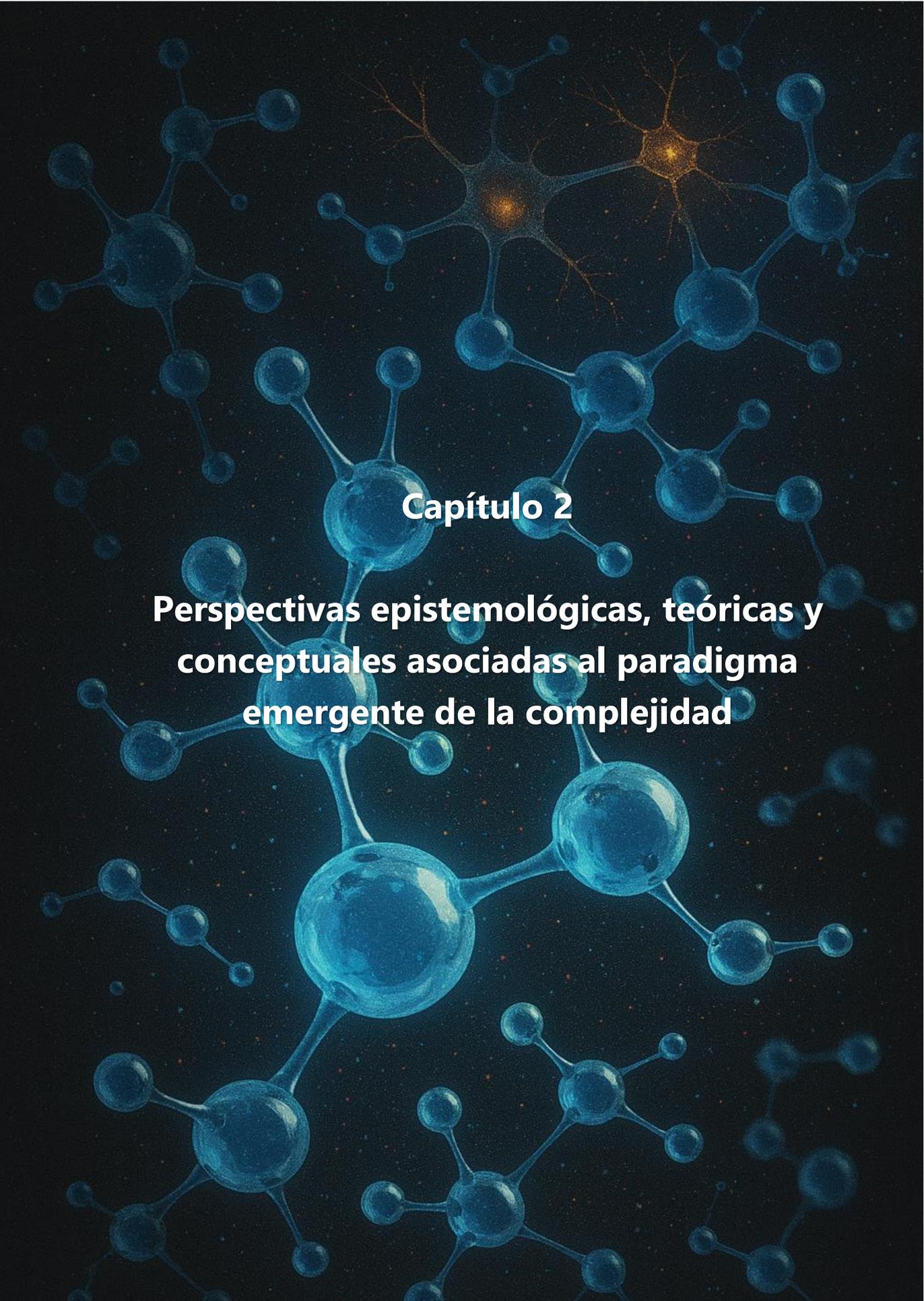
Una de las enseñanzas centrales de Morin reside en comprender que toda complejidad demanda un sujeto pensante, comprometido, sensible y ético. Conocer significa involucrarse, cuidar y transformar. Pensar trasciende la simple descripción pasiva para integrarse activamente al mundo y participar en su transformación. Esta manera de pensar propone una sensibilidad cognitiva que convive con la contradicción, reconoce los límites y dialoga con la diversidad.

Este enfoque transforma también las estructuras vigentes de la educación, la ciencia y la política. Plantea una reforma del pensamiento que impacta en la organización del saber, en los mecanismos de validación, en las relaciones entre disciplinas y en los modelos de formación. Dicha reforma exige una mutación cultural y estructural, orientada a revisar los modos de enseñar, investigar, evaluar e intervenir.

Lejos de representar una superación definitiva del pensamiento previo, la complejidad se presenta como una instancia crítica y evolutiva. Busca integrar los aportes de la racionalidad clásica dentro de un marco más amplio, que entrelaza la claridad y el análisis formal con la ambigüedad, la relacionalidad y la lógica dialógica. El desafío radica en identificar cuándo la simplificación facilita la comprensión y cuándo la complejización resulta esencial para preservar el sentido.

El pensamiento complejo se presenta como una de las propuestas más fecundas y necesarias del pensamiento contemporáneo. Más que modelo cerrado, encarna un proyecto en devenir. Más que garantía de verdad, señala un modo de buscar comprensión. Más que técnica, representa una disposición ante el mundo. Su mayor valor reside en las preguntas que formula, en las certezas que cuestiona y en las posibilidades que abre para construir saberes lúcidos, pertinentes y humanizantes.

La historia de las ciencias enseña que ningún paradigma es eterno, y que todo cambio profundo requiere tiempo, controversia, práctica y riesgo. El pensamiento complejo nos convoca precisamente a ese riesgo: atreverse a pensar más allá de los marcos heredados, cruzar fronteras disciplinares, sostener la ambigüedad sin ceder al relativismo y convertir el saber en una forma de cuidado ante un mundo en transformación.



## Capítulo 2

**Perspectivas epistemológicas, teóricas y  
conceptuales asociadas al paradigma  
emergente de la complejidad**

## **Perspectivas epistemológicas, teóricas y conceptuales asociadas al paradigma emergente de la complejidad**

**E**n las últimas cinco décadas, diversos círculos intelectuales han reactivado un debate crucial sobre la necesidad de reformular los fundamentos del pensamiento y del conocimiento. En este contexto, la teoría general de sistemas de Ludwig von Bertalanffy se consolida como una herramienta conceptual clave para generar saber pertinente y contextualizado. Esta teoría propone una lectura de la realidad como un todo organizado, funcional y multidimensional, donde los elementos interactúan de forma dinámica y recursiva, generando propiedades emergentes irreducibles a la suma de las partes.

Este giro implicó una ruptura epistemológica significativa. A partir de la teoría de sistemas, la orientación analítica de la ciencia clásica fue dando paso a un enfoque sistémico que originó una nueva disciplina, la sistémica. Esta perspectiva coexistió con el paradigma analítico dominante, aunque hacia el último tercio del siglo XX, el pensamiento sistémico comenzó a consolidarse como alternativa viable al modelo mecanicista, sustentado en la causalidad lineal, el reduccionismo y el determinismo. De este proceso emergió el paradigma de la complejidad, concebido como un marco teórico capaz de integrar múltiples dimensiones, niveles y lógicas del conocimiento.

Desde una perspectiva epistemológica, la complejidad ha sido caracterizada por autores como Delgado como una corriente novedosa y aún marginal en el campo científico contemporáneo. Su originalidad reside en la ruptura que plantea frente a la racionalidad hegemónica. La complejidad instaaura una racionalidad post-clásica

que habilita la inclusión de fenómenos históricamente excluidos por la ciencia moderna, al tiempo que redefine los criterios de cientificidad.

Entre los fenómenos marginados por la ciencia clásica se encuentran el desorden, el caos, la linealidad interrumpida, el desequilibrio, la indecibilidad, la incertidumbre, la contradicción, el azar, la emergencia, la temporalidad y la autoorganización. El paradigma de la complejidad otorga a estos fenómenos un valor epistemológico central. Así, se configura un nuevo modo de pensar y hacer ciencia que trasciende los límites del mecanicismo, el reduccionismo y el determinismo, pilares del paradigma moderno (Delgado, en Rodríguez y Aguirre, 2011, p. 2).

En el ámbito de los sistemas complejos, la literatura especializada ofrece diversas aproximaciones. Una de ellas, representada por García (en Rodríguez y Aguirre, 2011, p. 2), concibe los sistemas complejos como totalidades organizadas compuestas por elementos inseparables. Esta idea plantea una postura profundamente anti-reduccionista: cuando los componentes de un sistema dependen de sus interacciones para generar propiedades emergentes, su análisis debe enfocarse en la relación constitutiva que mantienen con el todo.

La distinción entre separabilidad e inseparabilidad permite clasificar los sistemas en dos tipos. Por un lado, aquellos cuyas partes pueden examinarse por separado, por otro, aquellos en los que los elementos se definen mutuamente. En este contexto, García introduce el concepto de interdefinibilidad, que va más allá de la interacción. Esta implica que cada componente sólo adquiere sentido a partir de su relación con la totalidad, lo que impide su análisis aislado. Por ello, los sistemas complejos son esencialmente interdefinidos: su identidad emana del conjunto que los constituye.

Junto con estas formulaciones, resultan esenciales los aportes de Edgar Morin, ampliamente reconocido como el fundador del pensamiento complejo. Para él, su propuesta excede el ámbito filosófico y se presenta como una teoría general del conocimiento que desborda la estructura cartesiana. Morin plantea una reformulación radical del conocer, basada en la multidimensionalidad, la incertidumbre, la contradicción y la autoorganización como dimensiones constitutivas de la realidad.

Desde esta perspectiva, el pensamiento complejo transforma el proceso del conocimiento al integrarlo con regularidades e irregularidades, orden y desorden, estabilidad e inestabilidad. En este marco, se reconoce la coexistencia entre lo lógico y lo contradictorio como elementos esenciales para comprender la realidad.

Conocer implica integrar tanto los elementos de un fenómeno como sus relaciones, contextos, retroacciones y bucles. En este sentido, el pensamiento complejo propone una ética epistémica que asume la incertidumbre con responsabilidad.

Esta racionalidad se distancia del ideal clásico de objetividad absoluta, al introducir una visión que reconoce la incompletud, parcialidad y provisionalidad del saber. La perspectiva moriniana enfatiza la necesidad de un conocimiento que articule en lugar de fragmentar, que relacione en vez de disociar. De este modo, el pensamiento complejo replantea los fundamentos de la ciencia, al proponer una epistemología que abrace la incertidumbre con rigor y procure comprender la complejidad sin reducirla.

El paradigma de la complejidad representa una transformación significativa en la manera de comprender y generar conocimiento. Con las aportaciones de Bertalanffy, García, Delgado y, especialmente, Morin, se establece una visión transdisciplinaria, sistémica y crítica que desafía los fundamentos de la ciencia clásica. Este enfoque supera dialécticamente la modernidad científica al integrar sus logros, señalar sus límites y proponer horizontes epistemológicos donde el pensamiento se reconcilie con la complejidad del mundo habitado.

## **Diálogos/debate sobre complejidad**

A continuación se desarrolla el primer diálogo temático, basado en un análisis crítico de fuentes relevantes en la literatura especializada. Se presenta la controversia entre pensamiento complejo y ciencias de la complejidad, considerando posturas divergentes, fundamentos epistemológicos y una reflexión argumentada desde la voz del autor.

### **Diálogo 1: Pensamiento complejo vs. ciencias de la complejidad**

En el campo de la complejidad coexisten al menos tres vertientes principales: la complejidad como método, vinculada al pensamiento de Edgar Morin. La complejidad como cosmovisión sistémica. Y la complejidad como ciencia, entendida en su acepción técnico-computacional. En esta sección se examina la crítica sostenida por Carlos Eduardo Maldonado a la obra de Morin, especialmente en relación con su validez epistemológica frente a las ciencias formales.

“De los tres caminos de o hacia la complejidad, la complejidad como método es la más popular, tanto por el lenguaje accesible que emplea, pese a sus neologismos y grafismos, como por su carácter directo. Esto es evidente en

la obra de Edgar Morin. En contraste, la complejidad como ciencia implica investigación de frontera, con lenguajes matemáticos, físicos y biológicos, de difícil acceso para el público general.”

(Maldonado, 1999, pp. 37–53)

Maldonado argumenta que Morin formula una crítica parcial al método clásico, al enfocarse únicamente en su dimensión técnica (organon) y omitir el cuestionamiento del método como canon normativo del pensamiento moderno. Esta omisión, según él, debilita la consistencia de su propuesta epistemológica.

En respuesta, Morin, a través de Osorio (2012), aclara que su planteamiento se extiende más allá de una alternativa metodológica. Propone un paradigma emergente de la complejidad destinado a sustituir el modelo reduccionista de la ciencia moderna. Su enfoque se sostiene en cuatro pilares:

1. Una tradición filosófica que asume la contradicción como principio constitutivo del pensamiento (Heráclito, Nicolás de Cusa, Pascal, Hegel, Marx, Adorno, Jung, Lupasco).
2. Las teorías de la información, la cibernética, los sistemas, la autoorganización y la autoproducción (Von Foerster, Maturana, Atlan).
3. La crítica fenomenológica y hermenéutica de la ciencia moderna (Husserl, Heidegger).
4. Una epistemología crítica influida por la irrupción de lo incierto durante las revoluciones científicas del siglo XX (Bachelard, Popper, Kuhn, Feyerabend).

Desde esta óptica, Morin reivindica una epistemología que articula ciencia y filosofía en un proceso recursivo, contextual y no lineal. El pensamiento complejo se concibe como un acto metacognitivo, una apuesta ética e intelectual por comprender la incertidumbre, la contradicción y la multidimensionalidad de lo real.

“¡Sacrilégio! ¡Cuántas fronteras cruzadas sin pasaporte! ¡Cuántos santuarios profanados! ¡Qué imposibilidad de comprender que la pertinencia se adquiere al superar la especialización y encerrarse en ella equivale a renunciar a ella!”

(Morin, 2001, en Osorio, 2012, pp. 271–272)

Desde nuestra perspectiva, la crítica de Maldonado parece deslegitimar el pensamiento complejo al aplicar un criterio de cientificidad limitado al formalismo lógico-matemático. Esta postura omite que el pensamiento complejo pertenece a un campo epistemológico distinto al de las ciencias exactas y evita plantearse como sustituto de estas. Su propuesta amplía el horizonte al integrar lo cuantitativo con lo cualitativo, lo formal con lo vivencial, lo objetivo con lo subjetivo. Reducir esta perspectiva a mera retórica implica ignorar tanto su densidad teórica como su valor heurístico.

La segunda objeción, relacionada con la ausencia de un método unificado, merece ser reconsiderada. Morin plantea abandonar la idea de un método único y universal, proponiendo en su lugar un "anti-método" en el que cada proceso investigativo diseña su propio recorrido. Según esta perspectiva, "el camino se hace al andar", lo que demanda asumir tanto la singularidad como la indeterminación inherentes a cada acto de conocimiento. Andrade y Rivera (2019) subrayan que lo relacional caracteriza al pensamiento complejo y constituye un atributo esencial de las ciencias de la complejidad.

"Lo relacional conlleva a reconocer, integrar y poner en relación los elementos constitutivos del evento a investigar, transitando desde el objeto de estudio hacia los campos relacionales del conocimiento. Toda investigación tiene, así, un carácter, una intención y una praxis relacional, innegable y comprensible."

(Andrade y Rivera, 2019, p. 12)

Ambos autores argumentan que lo relacional-complejo surge directamente de las ciencias de la complejidad y responde a una necesidad epistémica clave: superar la fragmentación del conocimiento mediante la conexión de entidades conceptuales. Criticar este enfoque pasa por alto su función estructurante en la investigación actual. Esto demanda una reconfiguración del rigor, las hipótesis y los marcos teóricos para que se adapten a la complejidad del fenómeno estudiado, en lugar de tratar de imponer estructuras rígidas o simplificadas.

Desde nuestra perspectiva, el pensamiento relacional cuestionado por Maldonado resulta compatible con las ciencias de la complejidad y crucial para comprender sistemas naturales y sociales. Su valor reside en facilitar la identificación de relaciones, interacciones e interdependencias entre los componentes sistémicos. Por tanto, la presunta incompatibilidad metodológica carece de fundamento.

Aunque Morin, Andrade y Rivera respondieron con argumentos sólidos, Maldonado optó por redirigir su crítica hacia el concepto de complejidad en sí mismo. Argumentó que Morin lo limita a un método de aproximación al mundo y señaló que esta interpretación, que considera superficial, ha sido la más extendida en el contexto hispanoamericano (Maldonado, 2009, pp. 42–54). Morin respondió con claridad, destacando que la complejidad se manifiesta como una cualidad fundamental del mundo empírico. Argumentó que este enfoque requiere incorporar la incertidumbre, lidiar con contradicciones inherentes, reconocer la variabilidad de las leyes y atender a la aparición de fenómenos que desafían explicaciones reduccionistas.

“Lo complejo recupera al mundo empírico, la incertidumbre, la incapacidad de lograr certeza o formular una ley, y recupera la contradicción como hecho estructurante del conocimiento.” (Morin, 1999, p. 99)

Este planteamiento pone en evidencia una falacia interpretativa en la lectura de Maldonado: al presentar el pensamiento complejo como un ejercicio meramente retórico, pasa por alto su profundidad epistemológica y su alcance ontológico. Hasta ahora, ninguna réplica sistemática ha abordado estas consideraciones.

En una línea crítica distinta, Miguel Ramón Viguri (2019), citando a Carlos Reynoso, argumenta que el pensamiento complejo carece de las características de una teoría en sentido estricto. Según esta perspectiva, se trataría de un discurso filosófico basado en metáforas, sin alcanzar la capacidad para modelizar o intervenir empíricamente. En contraposición, las ciencias de la complejidad, mediante modelos algorítmicos, ofrecen definiciones operacionales de lo complejo.

“Las ciencias de la complejidad, por el contrario, son desarrollos teóricos con fuerte base matemática, nacidos en las ciencias naturales, como la termodinámica de sistemas alejados del equilibrio (Prigogine), la teoría del caos (Poincaré), la geometría fractal (Mandelbrot) y la teoría de catástrofes (Thom). Estas disciplinas estudian fenómenos no lineales y se expresan en modelos algorítmicos de simulación computacional.” (Viguri, 2019, pp. 88–89)

Morin, frente a esta crítica, defiende su enfoque como una concepción operativa de la acción. Toda acción, sostiene, implica incertidumbre, estrategia, escenarios cambiantes y vigilancia epistemológica. Lo estratégico, en su propuesta, enriquece la racionalidad mediante creatividad adaptativa y conciencia del riesgo:

“Toda estrategia, en cualquier dominio, parte de una decisión inicial, aunque debe ser capaz de modificar escenarios según los datos nuevos y los elementos aleatorios que puedan surgir.” (Morin, 1999, p. 113)

Este planteamiento complejiza la crítica de Viguri al mostrar que el pensamiento complejo propone una operatividad situada, abierta y recursiva, que se mantiene más allá de los modelos matemáticos, aunque tampoco los excluye.

Desde nuestra perspectiva, la crítica de Reynoso revela un sesgo metodológico significativo. Su ideal de cientificidad privilegia un concepto restringido de ciencia, centrado exclusivamente en lo cuantificable y computacional, dejando de lado enfoques transdisciplinarios, éticos y culturales. El pensamiento complejo valora la formalización matemática, sin imponerla como único criterio de validez. Su intención principal es integrar múltiples lenguajes y escalas analíticas, con el objetivo de abordar fenómenos profundamente heterogéneos.

## **Diálogo/Debate 2: ¿La complejidad es un paradigma o una teoría?**

Una de las controversias centrales en la literatura sobre complejidad gira en torno a su estatuto epistemológico: ¿se trata de un nuevo paradigma científico en sentido kuhniano o de un campo teórico aún fragmentario y en desarrollo? Este segundo diálogo aborda esa cuestión, confrontando definiciones, enfoques y tensiones entre autores clave como Morin, Kuhn, Sotolongo, Hayles y Reynoso.

### **1. ¿Qué es un paradigma?**

En primer lugar, resulta fundamental precisar el concepto de “paradigma”. La definición más influyente es la de Thomas Kuhn (1971), quien lo describe como un conjunto de creencias, valores, técnicas y ejemplos compartidos por una comunidad científica. Este marco regula la investigación normal al determinar qué se considera problema, solución válida y evidencia aceptable. Según Kuhn, un paradigma estructura el quehacer científico en un contexto histórico específico.

Desde otra aproximación, Ángel Sotolongo (cit. en Araújo, 2008) plantea que un paradigma organiza un modo de experimentar y pensar la realidad, abarcando dimensiones cognitivas, afectivas, culturales y políticas. Representa cosmovisiones integrales que orientan el saber y la praxis. Ambas perspectivas destacan que un paradigma trasciende la teoría, pues moldea, legitima y guía el conocimiento en todos sus niveles.

## 2. El enfoque de Edgar Morin: paradigma de la complejidad

Morin presenta una perspectiva distinta del paradigma al considerarlo un entramado de relaciones lógicas fundamentales: conjunción, distinción, inclusión, exclusión e implicación, entre otras, que conectan categorías esenciales del pensamiento. Estas relaciones configuran las estructuras del conocimiento y orientan de manera implícita las elecciones cognitivas, las formas de interpretar el mundo y los criterios para seleccionar información.

“El paradigma de la simplificación sigue vivo, y mientras no muera, no podrá nacer el paradigma de la complejidad.”

*(Morin, 1999, p. 110)*

El pensamiento moderno ha estado regido por un paradigma de simplificación, sustentado en dos operaciones principales: la disyunción (separar, aislar) y la reducción (explicar lo complejo por lo simple). En cambio, el paradigma de la complejidad se apoya en tres operaciones lógicas: distinción, conjunción e implicación. Estas integran la contradicción y la incertidumbre como componentes del conocimiento.

La complejidad, en este sentido, constituye una propuesta en gestación. Su objetivo es sustituir las matrices simplificadoras del pensamiento moderno por una racionalidad capaz de asumir el desorden, la emergencia, la interacción, la recursividad, la autoorganización y la indeterminación.

## 3. ¿Existe una teoría de la complejidad?

Este punto ha generado desacuerdos entre quienes afirman la existencia de una teoría consolidada y quienes la consideran un campo aún heterogéneo.

N. Katherine Hayles sostiene que sí existe una teoría coherente de la complejidad. A su juicio, conceptos como emergencia, autoorganización, dinámica no lineal, fractales y sistemas adaptativos configuran una gramática teórica común, aplicable a fenómenos diversos, desde redes neuronales hasta ecosistemas y mercados financieros (Hayles, cit. en Cárdenas, 2004, pp. 131–141).

Carlos Reynoso argumenta que lo que comúnmente se identifica como “teoría de la complejidad” representa una colección de modelos y enfoques diversos, en ocasiones incompatibles, que incluyen la teoría del caos, la geometría fractal, la simulación computacional y el análisis de redes.

Según su perspectiva, todavía falta un núcleo teórico compartido que permita considerar esta diversidad como una teoría unificada o un nuevo paradigma en sentido estricto. (Reynoso, en Rodríguez & Aguirre, 2011, p. 3).

**4.Tabla 2: Comparación: Morin vs. ciencias de la complejidad**

Dimensión	Paradigma de la complejidad (Morin)	Teorías de la complejidad (Hayles, Reynoso)
Alcance epistemológico	Metamodelo que orienta todo saber humano	Modelos aplicados a sistemas específicos
Lógica interna	Dialógica, recursiva, abierta	Formalización matemática, no linealidad, simulación
Ejes fundantes	Ética, política, filosofía de la ciencia	Física, biología, matemática, computación
Estatus actual	En construcción, sin validación institucional plena	Subcampos consolidados, sin marco integrador
Función principal	Comprensión integral de la complejidad ontológica	Predicción y modelización de sistemas complejos

*Elaboración propia*

### 5. Valoración crítica

Desde una perspectiva integradora, la oposición entre paradigma y teoría resulta artificial. A continuación, se presentan tres argumentos clave para superar esa dicotomía:

- a) **Coexistencia funcional.** Un paradigma emergente suele apoyarse en teorías múltiples que aportan evidencias parciales, modelos heurísticos o pruebas de concepto. Estas, a su vez, requieren un marco metateórico que las articule. Pensamiento complejo y ciencias de la complejidad deben entenderse como dimensiones complementarias.
  
- b) **Maduración progresiva.** La complejidad ha avanzado más allá de su estado programático inicial. Todavía busca la estabilidad institucional y la coherencia interna propias de un paradigma plenamente consolidado. Herramientas como autómatas celulares, redes complejas y modelos multiagente representan expresiones formales de este paradigma en formación.

- c) **Desafío estructural.** Como señalan autores como Sotolongo y Badii, la consolidación de un nuevo paradigma implica transformaciones más allá del plano teórico: exige cambios en la educación, los sistemas de financiamiento, la evaluación académica y la organización disciplinar. Sin estos soportes, la transición epistémica seguirá enfrentando resistencia.

## 6. Nuestra postura

A partir del análisis precedente, consideramos que el pensamiento complejo debe entenderse como un paradigma emergente que nutre y orienta las diversas teorías de la complejidad. Su potencia radica en abrir posibilidades epistémicas: sustituir la linealidad por la circularidad, la certeza por la incertidumbre, la disyunción por la integración, la especialización por la transdisciplinariedad.

Morin plantea una perspectiva que articula las ciencias formales con las sociales y humanas, además de responder a los desafíos ético-políticos contemporáneos. Su obra trasciende el concepto de "método" convencional y se configura como una estrategia cognitiva flexible, fundamentada en la comprensión de la complejidad inherente al mundo y al conocimiento.

Con la pregunta "¿la complejidad es un paradigma o una teoría?", la respuesta es dialógica: actúa como ambos, en distintos niveles de abstracción. La teoría aporta herramientas. El paradigma proporciona orientación. Las ciencias de la complejidad analizan. El pensamiento complejo integra. En su convergencia puede trazarse una vía epistemológica acorde con los desafíos del siglo XXI.

### **Diálogo/Debate 3: Paradigma de la simplicidad vs. Paradigma emergente de la complejidad**

La historia del conocimiento científico moderno ha estado marcada, de manera dominante, por el paradigma de la simplicidad: una concepción epistemológica centrada en la certeza, el control, la linealidad y la reducción.

Con este modelo hegemónico, emerge con fuerza creciente un paradigma alternativo: el de la complejidad, que desafía los principios fundamentales de la ciencia clásica y propone nuevas formas de comprender el mundo.

#### **1. Fundamentos del paradigma de la simplicidad**

Delgado (2011) describe con claridad los supuestos del paradigma de la simplicidad. Según este enfoque, el conocimiento se legitima por su capacidad de representar

con exactitud la realidad, dominar sus leyes y aplicar ese dominio para el bienestar humano. La ciencia se convierte, así, en una herramienta técnica de intervención sobre la naturaleza, concebida como una entidad pasiva, despojada de agencia, disponible para ser desentrañada y explotada. Esta visión se articula en una ecuación cultural: conocer para controlar, y controlar para garantizar el bienestar. Tal fórmula otorgó a la ciencia moderna una centralidad simbólica en el proyecto ilustrado occidental. A este modelo se sumó una ontología del objeto separado: el método experimental, corazón del proyecto galileano-cartesiano, separa el fenómeno de su contexto, lo extrae del mundo natural y lo analiza en condiciones controladas, artificiales. Esta descontextualización, aunque eficaz para ciertos fines, impone una lógica fragmentaria que tiende a distorsionar la complejidad inherente a los sistemas reales (Delgado, 2011, p. 9).

## **2. Kant y los límites de la razón**

En la reconstrucción de Delgado, Kant aparece como una figura clave en la institucionalización del paradigma moderno. Su "Crítica de la razón pura" busca superar el empirismo ingenuo y el racionalismo dogmático mediante una delimitación crítica de las posibilidades del conocimiento humano. Kant postula que la razón, siendo autónoma, es a la vez fundamento y límite del saber: es la única instancia capaz de autorregularse, aunque también de reconocer su propia finitud. Este gesto kantiano, aunque emancipador, consagra el primado de la razón como criterio supremo de validación epistémica, desplazando otras formas de experiencia (intuitiva, cotidiana, relacional) hacia los márgenes del saber legítimo. En este marco, la objetividad se consolida como el núcleo del conocimiento válido, relegando lo subjetivo, lo vivencial y lo contextual a lo anecdótico o lo secundario (Delgado, 2011, pp. 8–9).

## **3. El método experimental y su distanciamiento de lo real**

La consolidación del método experimental supuso un avance técnico sin precedentes. Al crear condiciones artificiales, el científico podía controlar variables, repetir experimentos y aislar causas.

Esta operación introdujo un efecto colateral epistemológicamente relevante: la separación entre objeto y contexto, entre fenómeno y mundo. Lo que se gana en precisión se pierde en pertinencia. El objeto aislado deja de ser representativo del sistema al que pertenece.

Morin advierte que este proceso genera una forma de conocimiento descontextualizado y mutilado. Al excluir la experiencia cotidiana como fuente

legítima de saber, la ciencia moderna se vuelve cada vez más autorreferencial, alejada de la vida concreta. La legitimidad epistémica se internaliza, se vuelve autocontenida, y pierde sensibilidad ante lo real vivido (Morin, como se citó en Delgado, 2011, pp. 9–10).

#### **4. La crítica de Popper: falsación y límites del inductivismo**

Frente al optimismo lógico del inductivismo clásico, Karl Popper plantea una crítica demoledora: ninguna cantidad de observaciones puede justificar una ley universal. La inducción, sostiene, es lógicamente inválida. Por eso propone la falsación como criterio de cientificidad: una teoría debe ser formulada de tal manera que pueda, en principio, ser refutada por la experiencia.

Popper desmonta el mito de la objetividad: toda observación está mediada por un marco teórico, el acceso “puro” al dato queda descartado. En este sentido, la ciencia deja de ser acumulación de verdades y se convierte en un proceso de ensayo y error, donde las teorías se presentan como conjeturas sujetas a revisión y eventual rechazo. Según Popper, la ciencia progresa mediante la corrección continua de sus propuestas (Popper, como se citó en Cuesta, 2020, pp. 9–10).

#### **5. La respuesta moriniana: del método al anti-método**

Edgar Morin plantea una superación radical tanto del inductivismo como de la lógica falsacionista. Según él, el problema se encuentra en los criterios de validación y en la concepción misma de método. El pensamiento complejo se define como una disposición abierta al aprendizaje, alejada de cualquier protocolo cerrado. Para Morin, el método nace de la experiencia y se construye sobre ella.

El conocimiento se concibe como un viaje, un proceso transformador donde la incertidumbre, la contradicción y la ambivalencia constituyen dimensiones esenciales del saber. Así lo expresa de manera metafórica:

“Caminante, no hay camino. Se hace camino al andar” (Morin, como se citó en López, 1998, p. 102).

El anti-método moriniano se define como un meta-método reflexivo, adaptativo y situado. Su función evita prescribir pasos para, en cambio, fomentar la coevolución entre sujeto y objeto, entre investigador y fenómeno. Así, sustituye la ilusión de control por una estrategia de navegación epistémica, donde cada decisión se justifica dentro de un marco complejo, relacional y cambiante.

## **6. Evaluación crítica: ¿superación o coexistencia de paradigmas?**

Desde esta confrontación entre el paradigma de la simplicidad y el paradigma de la complejidad, el modelo cartesiano continúa dominando la práctica científica actual. Esta hegemonía metodológica impide que la ciencia responda con pertinencia a los desafíos contemporáneos, entre ellos:

- La crisis ambiental global.
- La fragmentación del conocimiento.
- La pérdida de sentido de la cultura científica.
- La desconexión entre saberes y problemas sociales.

Estos síntomas configuran lo que Morin denomina una "crisis de civilización", entendida como un agotamiento de los principios rectores del pensamiento moderno. Ante esta situación, resulta urgente reformular los fundamentos epistémicos de las ciencias. Esta reforma implica un diálogo con la tradición cartesiana, integrándola con nuevas lógicas que amplían y enriquecen la comprensión del mundo.

- Incorporar la incertidumbre como categoría epistemológica.
- Reconocer el valor del conocimiento situado y transdisciplinario.
- Superar la disyunción sujeto/objeto, teoría/práctica, razón/emoción.
- Integrar saberes científicos, filosóficos, culturales y populares.

En este sentido, el pensamiento complejo representa una superación dialéctica del paradigma moderno, sin adoptar una ruptura iconoclasta. Reivindica una racionalidad enriquecida: abierta a la contradicción, sensible a la emergencia y capaz de reflexionar sobre sí misma. Mantiene el rigor, aunque lo redefine como un rigor reflexivo, contextual y ético.

La disputa entre el paradigma de la simplicidad y el paradigma de la complejidad se entiende como una transformación. El primero ofreció herramientas poderosas para el análisis científico, aunque enfrenta límites evidentes en el presente. El segundo, aún en construcción, traza un camino para recomponer el saber, haciéndolo más integral, más pertinente y más humano.

En una realidad cada vez más interdependiente, incierta y conflictiva, la ciencia requiere algo más que precisión técnica: demanda conciencia epistemológica. Ese es el aporte decisivo del pensamiento complejo, concebido como una actitud crítica y creativa ante el conocimiento, lejos de cualquier sistema cerrado.

#### **Diálogo/Debate 4: El caos creativo y la organización**

Este intercambio entre Ilya Prigogine y Edgar Morin representa uno de los núcleos conceptuales más fértiles en la articulación entre ciencia y filosofía: el reconocimiento del caos como generador de orden y como factor esencial. Lejos de concebirlo como amenaza, ambos autores lo comprenden como condición indispensable para la emergencia de nuevas formas organizativas, tanto en sistemas físicos como en estructuras sociales, biológicas y cognitivas.

Ilya Prigogine abre el debate con una afirmación provocadora, aunque científicamente fundada:

“La irreversibilidad del tiempo es una condición fundamental para la emergencia del orden. En los sistemas alejados del equilibrio, el caos no es destrucción, sino posibilidad de innovación.”

Con esta sentencia, Prigogine rompe con la visión determinista y reversible de la física clásica, señalando que es precisamente el alejamiento del equilibrio lo que abre espacio para la creatividad en los sistemas. Desde su teoría de las estructuras disipativas, demuestra que en condiciones de inestabilidad térmica, lejos del equilibrio termodinámico, pueden surgir nuevas formas de organización espontánea y compleja. El desorden se convierte en una plataforma para la emergencia de nuevas configuraciones de orden, alejándose de la idea de regresión hacia la entropía.

Edgar Morin acoge y amplifica esta idea, desplazándola a un plano epistemológico más amplio: “Efectivamente, el caos forma parte del proceso de organización. Para comprender ese proceso resulta insuficiente la física, se requiere integrar la biología, la sociología y la filosofía. Es un problema epistemológico y ético.”

Morin destaca que la comprensión del caos trasciende el dominio de la física. En su visión, el caos se manifiesta en los procesos físico-químicos, los acontecimientos históricos, las crisis sociales, las rupturas culturales y los procesos de subjetivación. Por ello, propone una lectura transdisciplinaria del caos como fenómeno generativo. Describir su dinámica resulta insuficiente. Es fundamental entender sus implicaciones cognitivas, éticas y políticas. El caos interpela tanto al sujeto que conoce como al objeto conocido.

Prigogine, en consonancia con esta ampliación, replica: "Coincido en la necesidad de transdisciplinariedad. Las estructuras disipativas muestran que el orden puede surgir del desorden. Eso también ocurre en las sociedades."

Reconoce que su modelo de orden emergente, formulado originalmente en el marco de la termodinámica de procesos irreversibles, posee resonancias más allá de la física. La noción de estructura disipativa trasciende la descripción de sistemas moleculares y se convierte en una metáfora científica con gran poder heurístico para comprender la dinámica de las organizaciones sociales, las transformaciones culturales y los procesos evolutivos.

Este diálogo condensa, en pocas líneas, un giro radical en la epistemología contemporánea: la superación del dualismo simplificador entre orden y caos, y su reemplazo por una visión dialógica en la que ambos se co-implican. Lejos de excluirse, caos y organización forman parte de una misma dinámica vital: la del cambio, la emergencia y la transformación.

La idea de que el desorden puede ser fuente de organización ha tenido un profundo impacto en diversas disciplinas:

- En biología, se ha observado que las mutaciones y las perturbaciones pueden generar nuevas especies o adaptaciones evolutivas.
- En sociología, los movimientos sociales disruptivos generan nuevas instituciones, normas y formas de vida colectiva.
- En psicología, las crisis personales permiten reorganizaciones identitarias y procesos de autocomprensión más complejos.
- En pedagogía, la ruptura con esquemas rígidos favorece el aprendizaje significativo, creativo y situado.

Desde el pensamiento complejo, el caos se entiende como portador de virtualidades. Es el punto de bifurcación donde se abren posibilidades alternativas, donde el sistema deja de reproducirse a través de sus mecanismos habituales y se ve obligado a reorganizarse. Por ello, Morin insiste en que los procesos de autoorganización resultan tanto adaptativos como creadores de novedad.

Esta visión evita glorificar el caos, destacando su ambivalencia: representa a la vez amenaza y oportunidad, colapso y génesis, crisis y posibilidad. De ahí que Morin insista en que el abordaje del caos debe ser científico y ético. ¿Qué hacemos con el caos? ¿Cómo lo habitamos? ¿Qué sentido le damos a la incertidumbre?

Este debate invita a replantear nuestras concepciones sobre el conocimiento, la evolución y el cambio. Lo que Prigogine y Morin enseñan es que el orden surge del caos, se alimenta de él y lo requiere para renovarse. En tiempos de crisis planetaria, política y civilizatoria, esta lección adquiere una urgencia particular. Reconocer la complejidad y el caos como fuentes de reorganización permite construir formas de conocimiento más integradoras, sensibles y pertinentes.

### **Diálogo/Debate 5: Emergencia y Autopoiesis**

En este diálogo crucial para la epistemología contemporánea y las ciencias de la vida, Stuart Kauffman y Francisco Varela convergen en una idea revolucionaria: la vida y el conocimiento surgen como fenómenos emergentes, autoorganizados y encarnados, sin ser productos externos ni predefinidos.

Stuart Kauffman abre el debate con una afirmación que pone en jaque el paradigma mecanicista: "La vida surge en la frontera entre el orden y el caos. Los sistemas biológicos autocatalíticos muestran que la organización no necesita diseño centralizado."

Con esta frase, Kauffman sintetiza su aporte clave al pensamiento complejo: la noción de emergencia. Según sus investigaciones en biología teórica, los sistemas biológicos complejos, como las redes metabólicas primitivas, pueden organizarse espontáneamente a través de procesos autocatalíticos, sin depender de un agente externo que los dirija. Esto implica que la vida prescinde de un arquitecto, surge como propiedad emergente en sistemas suficientemente complejos y dinámicos. Su trabajo demuestra que el orden biológico encuentra origen en el caos molecular, en una zona crítica caracterizada por un equilibrio inestable aunque fértil.

Francisco Varela replica ampliando el alcance de la discusión: "Estoy de acuerdo, aunque la organización de los sistemas vivos es más que autocatalítica, sino autopoietica. Es decir, se autoconstruyen y se autorreferencian continuamente."

Varela introduce un concepto fundamental de la biología del conocimiento que desarrolló junto a Humberto Maturana: la autopoiesis. Mientras que la autocatalisis explica la generación de dinámicas autorreforzantes a nivel químico, la autopoiesis describe una organización más profunda. Define cómo un sistema vivo se produce y mantiene a sí mismo dentro de una red cerrada de procesos que regeneran continuamente su propia identidad. Un organismo vivo trasciende la mera realización de funciones, dado que estas permiten constituir su propia estructura.

Se presenta como una unidad operativa cerrada que interactúa con el entorno sin estar determinada exclusivamente por él.

Kauffman retoma el hilo y transfiere estas ideas al campo cognitivo: "Eso implica que el conocimiento también es emergente y situado. El cerebro, por ejemplo, no representa simplemente el mundo, lo co-construye."

Este giro marca un paso decisivo hacia una epistemología evolutiva. Kauffman plantea que la mente actúa como un sistema activo que co-crea su mundo, lejos de comportarse como un espejo pasivo que refleja la realidad. Esta visión se alinea con la perspectiva enactiva, que concibe el conocimiento como un acto de intervención en un entorno significativo, mediado por el cuerpo y la acción.

Varela cierra el diálogo con una síntesis que reformula los fundamentos de la ciencia cognitiva: "Exacto. De ahí la importancia de la enacción y la cognición corporizada. La ciencia debe volver al cuerpo, al sujeto, al contexto."

Varela insiste en que la mente jamás puede entenderse separada del cuerpo, de la acción situada y del entrelazamiento con el entorno. Su propuesta de cognición corporizada rompe con décadas de dualismo cartesiano que escindieron mente y cuerpo, sujeto y objeto. Desde esta perspectiva, la cognición se presenta como un fenómeno vivido: ocurre en un cuerpo concreto, en un entorno dinámico y a través de una historia relacional. Esta concepción impone a la ciencia la exigencia de contextualizar sus modelos y repensar la relación entre observador y fenómeno observado.

Este intercambio entre Kauffman y Varela enriquece la comprensión de los sistemas vivos y transforma radicalmente la forma en que concebimos el conocimiento y la epistemología misma. El diálogo entre emergencia y autopoiesis permite postular una ciencia que supere el reduccionismo clásico y abra el campo a nuevas formas de racionalidad:

- La emergencia permite que surja lo nuevo sin derivarse de lo anterior, representando el reino de la creatividad estructural.
- La autopoiesis muestra cómo los sistemas vivos se producen a sí mismos mediante una dinámica reflexiva, más allá de limitarse a reaccionar.
- La enacción integra estas ideas en una teoría del conocimiento que entiende el saber como acción situada, alejada de una representación pasiva.

Estas tres nociones forman un eje articulador del pensamiento complejo contemporáneo. Son más que nuevas palabras, son un giro: de la ciencia como control y predicción a la ciencia como comprensión, apertura y transformación. Estas propuestas epistemológicas tienen implicaciones éticas y políticas profundas en un mundo marcado por la fragmentación, la tecnocracia y la crisis ecológica, reconocer la autopoiesis de los sistemas sociales y ecológicos implica reconocer su agencia, su vulnerabilidad y su capacidad de autoorganización. El pensamiento de Varela y Kauffman nos invita a abandonar la lógica de la intervención vertical para adoptar una ética de la co-creación y la co-emergencia.

## Hacia una inteligencia compleja y situada

Los diálogos entre representantes del pensamiento complejo y de las ciencias de la complejidad, revelan afinidades y contrastes epistemológicos significativos. Estos intercambios permiten articular un horizonte de transformación intelectual que trasciende los límites del paradigma moderno, incorporando tanto el rigor formal de las modelizaciones como la apertura reflexiva de una epistemología crítica, ética y transdisciplinaria.

Mientras las ciencias de la complejidad se consolidan desde mediados del siglo XX en centros como el Santa Fe Institute, desarrollando herramientas matemáticas, computacionales y simulacionales, el pensamiento complejo impulsado por Edgar Morin se afirma como una crítica al pensamiento lineal, fragmentado y reduccionista que dominó la modernidad. Ambos enfoques, emergiendo en contextos distintos y con finalidades diferentes, responden al colapso del paradigma clásico y al agotamiento de sus presupuestos epistemológicos.

### Confluencias epistemológicas

Entre las coincidencias más destacadas se encuentran las siguientes:

- **Rechazo al reduccionismo:** Ambas perspectivas cuestionan la fragmentación del saber y defienden la importancia de comprender los fenómenos en su multidimensionalidad e interrelación. La emergencia, lo inesperado y lo cualitativamente nuevo se consideran dimensiones constitutivas de los sistemas complejos, más que aspectos secundarios o marginales.
- **Reconocimiento de la no linealidad:** Se abandona el ideal de predictibilidad total. La causalidad se vuelve múltiple, recursiva, retroactiva.

Pequeñas variaciones iniciales pueden provocar transformaciones significativas, como lo demuestran los sistemas caóticos sensibles a condiciones iniciales.

- **Importancia de la retroalimentación:** Los sistemas complejos presentan circuitos de realimentación que reconfiguran constantemente su comportamiento. Esta lógica, presente tanto en la termodinámica de Prigogine como en la cibernética de segundo orden, transforma nuestra comprensión de la estabilidad y el cambio.
- **Interdisciplinariedad radical:** Comprender lo complejo exige una apertura epistemológica que cruce fronteras disciplinarias. En el caso del pensamiento complejo, esto se traduce en una transdisciplinariedad que articula saberes científicos, humanísticos y populares. En las ciencias de la complejidad, se refleja en modelos que integran física, biología, sociología, economía y ecología.
- **Rehabilitación del sujeto:** Se reconoce que el observador forma parte del sistema observado. Tanto la cibernética de segundo orden como la enacción cognitiva proponen una ciencia reflexiva, donde el conocimiento se concibe como una co-construcción entre sujeto y entorno.

### **Divergencias y tensiones fecundas**

Estas corrientes presentan también tensiones epistemológicas. Como advierte Cilliers (2005), las ciencias de la complejidad tienden a buscar regularidades desde un marco técnico-formal, mientras que el pensamiento complejo introduce la dimensión ética, política y existencial del saber. El primero opera con herramientas computacionales potentes, aunque puede caer en el peligro de una nueva "cibernética fría" si desatiende la implicación del sujeto. El segundo, al enfatizar la incertidumbre y la paradoja, a veces incurre en una vaguedad conceptual que dificulta la operatividad metodológica.

Una diferencia importante radica en la vocación del conocimiento. Las ciencias de la complejidad suelen orientarse a la modelización y simulación, es decir, a la formalización de patrones en sistemas dinámicos. El pensamiento complejo, en cambio, busca un saber viviente, capaz de integrar las contradicciones, de asumir el desorden y de pensar lo inacabado como fuente de aprendizaje y transformación.

### **Caminos de convergencia**

A pesar de estas tensiones, diversos autores han explorado territorios de integración. La transdisciplinariedad, en la formulación de Nicolescu (2020), ofrece un marco fértil donde lo técnico se encuentra con lo filosófico, lo cuantitativo con lo cualitativo. En la misma dirección, la epistemología ambiental de la complejidad propuesta por Enrique Leff (2018) articula saberes científicos con críticas culturales y ecológicas, promoviendo una inteligencia situada, atenta a los territorios, a los cuerpos y a las memorias colectivas.

Estos caminos de convergencia aspiran a una pluralidad articulada en lugar de una síntesis totalizadora. La inteligencia compleja se presenta como un estilo de pensamiento que toma la incertidumbre como motor del conocimiento y vincula la comprensión del mundo con el modo en que lo habitamos.

### **Un desafío civilizatorio**

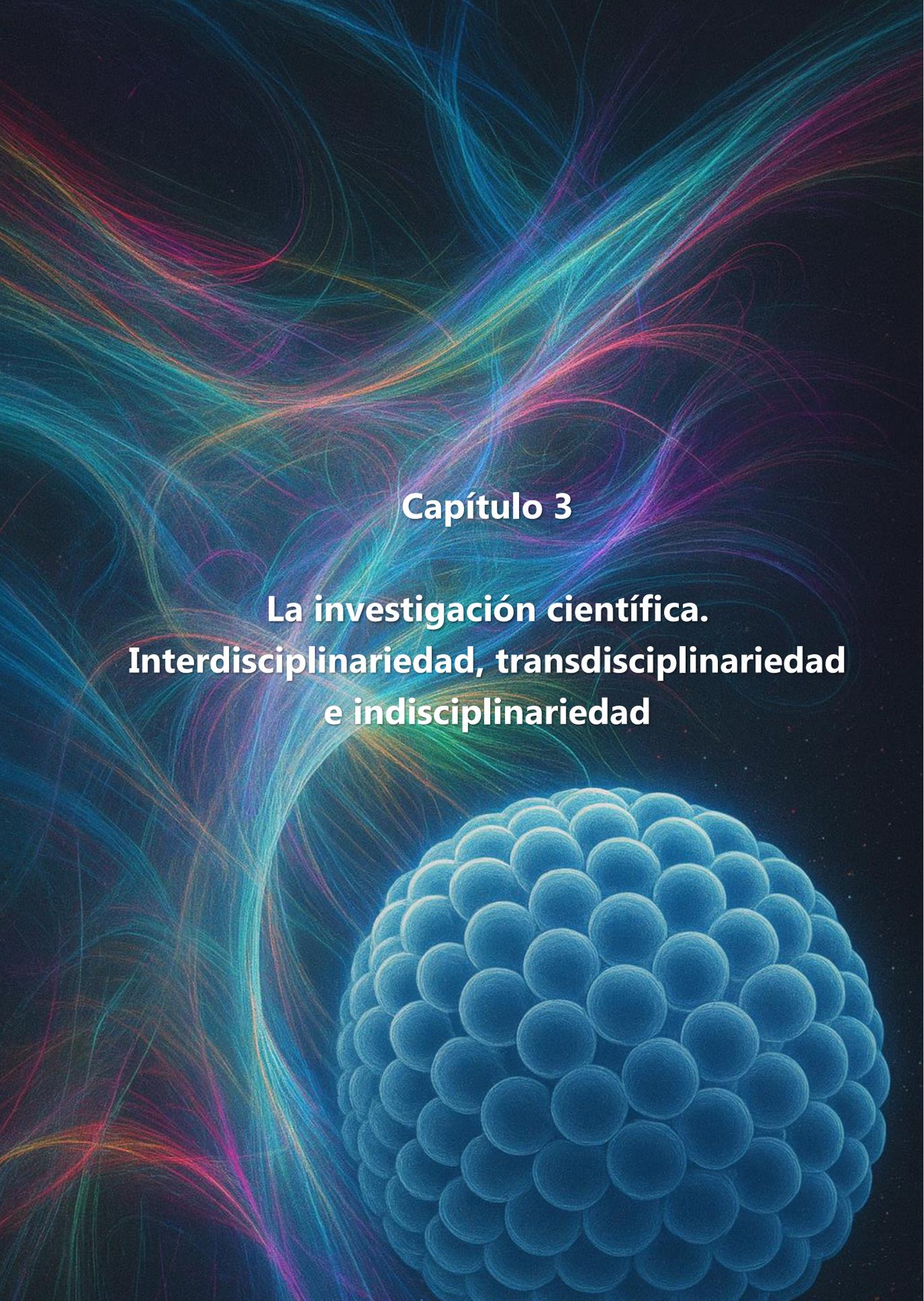
En un mundo atravesado por crisis sistémicas ecológicas, sociales, epistémicas y políticas, el diálogo entre pensamiento complejo y ciencias de la complejidad se presenta como una necesidad civilizatoria. Conocer más resulta insuficiente. Es imprescindible conocer de manera integrada, ética y contextualizada.

El pensamiento complejo ofrece una epistemología del vínculo, la incerteza y la responsabilidad. Las ciencias de la complejidad brindan herramientas para mapear dinámicas no lineales y comportamientos emergentes. Su encuentro tiene el potencial de generar una inteligencia compleja aplicada, capaz de abordar la policrisis actual con lucidez, humildad y creatividad.

Como expresa Morin (2008, p. 33), "la complejidad es más que un objeto de estudio: es una forma de vivir el pensamiento". Desde esta perspectiva, la articulación entre ambos enfoques busca transformar tanto nuestras teorías como nuestras maneras de habitar, pensar y cuidar la vida.



Edgar Morin y Katherine Hayles  
*Imagen producida con IA*

The background features a complex network of thin, glowing lines in various colors (blue, green, red, purple) that appear to be interconnected and flowing. In the lower right quadrant, there is a large, spherical cluster of many smaller, blue, semi-transparent spheres, resembling a molecular or cellular structure. The overall aesthetic is scientific and abstract.

## Capítulo 3

### La investigación científica. Interdisciplinariedad, transdisciplinariedad e indisciplinariedad

# La investigación científica

## Interdisciplinariedad, transdisciplinariedad e indisciplinariedad

La historia de las ciencias trasciende la mera constitución y proliferación de disciplinas. Incluye la ruptura de sus fronteras. Esta se manifiesta en la apropiación de problemas entre campos, la circulación de conceptos y la formación de disciplinas híbridas que, eventualmente, se fragmentan o reconfiguran. En este devenir, la historia disciplinar coexiste con otra trama: la de la transdisciplinariedad (Morin, 2015). Mientras la primera narra la consolidación de especialidades, la segunda da cuenta de la complejización del saber y su constante recomposición.

Esta reflexión plantea una epistemología de las ciencias que permita al ser humano reconocerse en su condición bioespiritual y, desde allí, establecer un vínculo con el otro mediante una ética profunda, libre de ideologías distorsionantes. Una comprensión más integral del ser humano abre posibilidades para diseñar nuevos marcos conceptuales, aunque siempre provisionales, que orienten la producción de conocimiento como proceso múltiple, inacabado y vinculado al desarrollo armónico de los individuos, insertos en comunidades singulares y planetarias. Esta perspectiva epistémica transforma el acto científico: en lugar de fragmentar el conocimiento, lo concibe como un descubrimiento de un mundo interrelacionado, donde el sujeto participa plenamente desde su dimensión humana y en relación con su entorno natural y cultural.

El conocimiento científico ha oscilado entre la consolidación de especialidades y su cuestionamiento. Esta dinámica revela tensiones entre la lógica de la especialización

y la necesidad de recomponer lo fragmentado. Las modalidades de interacción disciplinar, como la multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad e indisciplinariedad, deben comprenderse como configuraciones históricas que responden a distintas exigencias epistémicas, metodológicas y políticas.

Las disciplinas modernas, consolidadas entre los siglos XVIII y XIX, se erigieron sobre principios de autonomía metodológica, delimitación temática y acumulación especializada. Esta estructuración permitió enormes avances técnicos y conceptuales. También generó fragmentación del saber, aislamiento discursivo y dificultades para abordar problemas complejos que desbordan cualquier enfoque disciplinar cerrado. Ante esta crisis, emergen formas de articulación del saber que reconfiguran relaciones, objetos y modos de colaboración entre disciplinas. Cada modalidad propone una lógica específica con implicaciones diferenciadas.

La multidisciplinariedad yuxtapone disciplinas que abordan un mismo problema desde sus respectivos marcos, sin interacción real. Es común en proyectos institucionales donde cada especialista contribuye desde su área sin alterar sus categorías fundamentales. Aunque aporta variedad de perspectivas, carece de integración conceptual y mantiene la compartimentación del conocimiento.

La pluridisciplinariedad introduce mayor articulación, al identificar zonas de intersección temática y promover colaboraciones más estrechas. Suele estar organizada en torno a una disciplina dominante, reproduciendo jerarquías epistémicas. El riesgo es una integración aparente que encubre asimetrías en la producción del conocimiento.

La interdisciplinariedad implica un grado más profundo de interacción. Transforma marcos teóricos, hipótesis y métodos de validación mediante un proceso de mutua resignificación que exige apertura, diálogo y negociación epistemológica. Resulta eficaz en áreas como salud pública, educación, sostenibilidad o desarrollo territorial, donde convergen ciencias naturales, sociales y humanísticas. Su implementación demanda competencias epistemológicas complejas que muchas veces exceden las capacidades de los investigadores o las estructuras institucionales.

Algunos problemas exigen una apertura radical que incorpore saberes extra-académicos, conocimientos locales, prácticas ancestrales y cosmovisiones diversas. En este horizonte, la transdisciplinariedad surge como alternativa epistemológica

que desborda el marco disciplinar clásico. Supone un cambio que redefine la relación entre conocimiento, sujeto y mundo.

Según Nicolescu (2008), la transdisciplinariedad se apoya en tres pilares: la existencia de múltiples niveles de realidad, la lógica del tercero incluido y una visión de la complejidad como principio organizador. Esta propuesta busca una articulación entre saberes que respete la diversidad epistémica y metodológica, evitando imposiciones totalizantes. Plantea que ningún campo tiene un acceso exclusivo a la verdad, y que los desafíos contemporáneos, como la crisis ecológica, la exclusión social y el colapso institucional, exigen la construcción de alianzas entre saberes científicos, técnicos, populares y espirituales.

Este enfoque exige una nueva ética del conocimiento, basada en la responsabilidad compartida, el reconocimiento del otro y el compromiso con la transformación del mundo. Como advierte Morin (2005), conocer es una acción situada, cargada de implicación subjetiva, política y existencial. La transdisciplinariedad asume esta implicación y postula una epistemología comprometida con la complejidad de lo real, sus ambigüedades y contradicciones.

El ideal transdisciplinario enfrenta dificultades operativas. Críticos como Mittelstraß (2003) y Buch (2016) señalan la ausencia de protocolos metodológicos claros, el riesgo de dilución de estándares científicos y la tentación retórica vacía. Sin formación sólida en diálogo epistémico, la transdisciplinariedad puede degradarse en eslogan.

Por ello, resulta esencial crear metodologías particulares: plantear objetivos colectivos, desarrollar lenguajes en común, estimular la co-creación de conocimientos y acordar mecanismos de validación ajustados a la especificidad de los problemas tratados. Casos exitosos en áreas como la gestión de cuencas hidrográficas, las políticas participativas y la salud comunitaria evidencian la viabilidad de este enfoque cuando se aplica con disciplina y mentalidad abierta.

El tránsito hacia la transdisciplinariedad exige también una transformación institucional. Universidades, agencias de financiación y criterios de evaluación siguen regidos por lógicas disciplinares que dificultan el reconocimiento y sostenibilidad de trayectorias transdisciplinarias. La transformación epistémica debe ir acompañada de una reforma estructural que garantice condiciones adecuadas para su desarrollo.

En este marco, la indisciplinariedad, conceptualizada por Enrique Leff y Edgar Morin, se presenta como una alternativa disruptiva que supera la integración disciplinar. En lugar de rechazar las disciplinas, promueve una postura crítica y creativa hacia los marcos institucionales del saber, abriendo espacios para reflexionar desde los márgenes y las fisuras del sistema cognitivo dominante. Este enfoque converge con las epistemologías del Sur de Boaventura de Sousa Santos (2009), que valoran formas de conocimiento marginadas por la racionalidad moderna, colonial y capitalista.

En el ámbito educativo, la indisciplinariedad trasciende la transversalidad temática. Plantea una transformación profunda de dispositivos pedagógicos, jerarquías en el aula y criterios de legitimación del saber. Supone una pedagogía crítica que desnaturaliza las formas tradicionales de transmisión del conocimiento y promueve procesos emancipadores.

También enfrenta tensiones significativas. Su capacidad crítica podría quedar restringida por la falta de marcos teóricos bien estructurados, insuficiente documentación de experiencias exitosas y problemas para establecer consensos operativos. Estas limitaciones resaltan la importancia de consolidarla a través del diálogo con otras perspectivas, la sistematización cuidadosa de prácticas innovadoras y la colaboración con movimientos sociales que, en su acción, ya reflejan una lógica indisciplinaria.

### **Tensiones epistémicas en la investigación transdisciplinaria**

Aunque el paradigma transdisciplinario se ha consolidado como una respuesta integral a la complejidad de los problemas actuales, su aplicación práctica enfrenta desafíos metodológicos, ontológicos, epistemológicos y políticos. Uno de los principales retos es la ambigüedad conceptual que rodea el término transdisciplinariedad. La multiplicidad de definiciones, que varían desde colaboraciones disciplinarias hasta marcos que incluyen saberes extra-académicos, ha generado una confusión semántica que complica su implementación efectiva. Max-Neef (2005) señala que la transdisciplinariedad se mueve entre una aspiración epistemológica elevada y una práctica poco definida.

Esta indefinición excede lo semántico y lo técnico. Remite a una concepción histórica de la ciencia heredada del racionalismo ilustrado, donde el conocimiento se presenta como objetivo, neutral y descontextualizado. En ese modelo, el sujeto investigador aparece como figura abstracta que observa un objeto igualmente abstracto, ajeno al contexto social, cultural o político. La transdisciplinariedad parte

de un principio radicalmente distinto: el conocimiento está siempre situado, encarnado, atravesado por valores, intereses y relaciones de poder.

Este cambio transforma el papel del investigador, que se concibe como un mediador entre saberes diversos, lenguajes heterogéneos y culturas epistémicas divergentes, dejando atrás la visión limitada a la aplicación de métodos preestablecidos. Este enfoque exige desarrollar competencias transversales, como la comunicación intercultural y la creación de lenguajes compartidos, habilidades ausentes en la mayoría de los programas académicos actuales. De ahí que uno de los grandes retos para consolidar la transdisciplinariedad sea la reforma radical de la educación superior, como lo propuso Morin (1999), mediante una pedagogía compleja orientada a formar sujetos capaces de pensar en la incertidumbre, dialogar en la diferencia y construir conocimiento compartido.

Una experiencia emblemática que ilustra el potencial y los retos de la transdisciplinariedad es el proyecto de restauración ecológica del Lago Atitlán, en Guatemala. Este proyecto, liderado por la Universidad del Valle de Guatemala en colaboración con comunidades mayas locales y organismos internacionales, integró conocimientos científicos como la limnología, la sociología y la economía ecológica con saberes ancestrales sobre manejo del agua, prácticas agrícolas tradicionales y cosmovisiones espirituales asociadas al lago. A pesar de las tensiones lingüísticas, epistémicas y políticas, el proyecto logró soluciones contextualizadas, legítimas y sostenibles. Este caso evidencia que la transdisciplinariedad se consolida en la práctica, mediante el conflicto, el diálogo y la negociación.

Es imprescindible evitar una celebración acrítica de la transdisciplinariedad. Uno de los riesgos más serios es la pérdida de rigor conceptual. Integrar saberes diversos requiere evitar un eclecticismo sin fundamentos, asegurando que cada perspectiva pase por un debate reflexivo. Como advierte Mittelstraß (2003), la transdisciplinariedad conserva su validez manteniendo coherencia epistémica interna, abriéndose al escrutinio reflexivo y sosteniendo una rigurosidad analítica proporcional a la complejidad de los problemas que aborda.

Un peligro es la romantización de los saberes extra-académicos. Reconocer su legitimidad y potencia requiere evitar idealizarlos como formas de conocimiento puras o exentas de conflicto. Toda producción de saber, ya sea científica o tradicional, está atravesada por relaciones de poder, sesgos culturales y disputas internas. Por ello, la transdisciplinariedad fomenta relaciones éticas, horizontales y transformadoras, en las que los saberes se encuentran sin subsumirse mutuamente.

Conviene revisar las políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación que aún prevalecen en América Latina. En muchos países, persiste un modelo instrumental orientado a la productividad y subordinado a intereses económicos. Este enfoque, promovido por agencias internacionales y reforzado por estructuras ministeriales, prioriza áreas estratégicas como energía, minería o tecnologías de la información, excluyendo enfoques transdisciplinarios por considerarlos ineficientes, inciertos o poco medibles. Superar esta inercia exige voluntad académica y un giro político que reconozca la relevancia del pensamiento complejo y apueste por modelos alternativos de desarrollo científico.

Surge entonces una pregunta clave: ¿es posible institucionalizar la transdisciplinariedad sin neutralizar su potencial crítico? ¿Puede mantenerse como paradigma transformador sin ser absorbida por la lógica burocrática y estandarizadora que caracterizó a las disciplinas tradicionales? Esta tensión entre institucionalización y disidencia atraviesa toda innovación epistemológica. La historia de paradigmas como la cibernética, la teoría general de sistemas o el constructivismo muestra cómo propuestas inicialmente subversivas fueron progresivamente domesticadas por el sistema académico. La transdisciplinariedad enfrenta ese mismo riesgo si deja de incomodar, interpelar y reinventarse.

En este punto, la indisciplinariedad aparece como actitud crítica necesaria para evitar la cristalización de la transdisciplinariedad en un nuevo canon. Lejos de oponerse a ella, la radicaliza. Mientras la transdisciplinariedad articula saberes, la indisciplinariedad interroga la noción misma de saber: ¿qué cuenta como conocimiento?, ¿quién tiene autoridad para definirlo? ¿qué criterios lo legitiman?

Estas preguntas remiten a debates actuales en torno a epistemologías del Sur, feminismos decoloniales y pedagogías críticas. Todas estas corrientes comparten una tesis central: la ciencia moderna se configura como una construcción cultural situada, imbricada en estructuras coloniales, patriarcales y capitalistas. La indisciplinariedad, desde esta perspectiva, persigue desestructurar los fundamentos del conocimiento hegemónico y generar espacio para formas plurales, insurgentes y encarnadas de saber.

Un modelo de praxis indisciplinaria es el Movimiento por la Salud de los Pueblos en América Latina. Esta red, conformada por profesionales de la salud, colectivos comunitarios, universidades populares y organizaciones sociales, cuestiona los supuestos de la medicina hegemónica y promueve una visión integral de la salud.

En este contexto, investigar deja de ser un acto técnico para convertirse en práctica situada, colectiva y transformadora. Se desdibujan las fronteras entre teoría y praxis, entre sujeto y objeto, entre conocimiento y acción.

Este tipo de experiencias demuestra que la indisciplinarietà reconfigura los fundamentos del rigor. Se enfoca en una rigurosidad ética, política y epistémica que responde a los desafíos reales de las comunidades, reconociendo la dignidad epistémica de actores históricamente marginados. En tiempos de crisis sistémicas, como las sanitarias, climáticas, alimentarias y migratorias, esta forma de pensamiento plantea una crítica contundente al conocimiento dominante y abre posibilidades para una reconstrucción cognitiva centrada en la vida.

Para que esta reconstrucción sea sostenible, conviene consolidar comunidades epistémicas indisciplinarias capaces de sostener esta actitud como forma de vida intelectual. Esto implica redes de colaboración entre universidades críticas, colectivos culturales, movimientos sociales y espacios educativos alternativos. Requiere también metodologías propias, materiales pedagógicos innovadores, publicaciones especializadas, congresos, encuentros y festivales que celebren la diversidad epistémica. Esta apuesta excede una estrategia académica: constituye una postura política frente al conocimiento, la vida y el mundo. La indisciplinarietà exige valentía, creatividad y compromiso. Y en contextos donde el pensamiento se ve cada vez más amenazado por lógicas tecnocráticas, burocráticas o autoritarias, esta actitud puede marcar la diferencia entre un conocimiento que reproduce el mundo y uno que lo transforma.

### **Hacia una ecología del saber y la investigación compleja**

La revisión crítica de las modalidades investigativas contemporáneas, como la multidisciplinarietà, pluridisciplinarietà, interdisciplinarietà, transdisciplinarietà e indisciplinarietà, exige superar una clasificación terminológica o una sucesión lineal de enfoques. En este debate subyace una cuestión más profunda: la capacidad de generar conocimiento significativo en un mundo caracterizado por la incertidumbre, la interdependencia sistémica y la necesidad urgente de una transformación civilizatoria.

El pensamiento complejo, formulado por Edgar Morin, constituye una matriz epistémica y ética para repensar radicalmente las prácticas investigativas. Morin supera la denuncia de la fragmentación del saber y propone una racionalidad abierta, dialógica y recursiva capaz de reconocer la incertidumbre, los bucles retroactivos, las emergencias y las contradicciones como rasgos constitutivos de la

realidad. Su crítica a la hiperespecialización científica impulsa articulación, contextualización y autocrítica epistemológica.

Desde esta óptica, toda práctica investigativa parte del reconocimiento ontológico y epistemológico de la complejidad. Ello implica concebir los fenómenos como procesos relacionales organizados en múltiples niveles de realidad y atravesados por dinámicas de autoorganización, emergencia e incertidumbre. Al mismo tiempo, exige reconocer que el sujeto cognoscente resulta inseparable de aquello que estudia: se encuentra implicado, situado y afectado por valores, afectos, estructuras de poder e historicidades.

Una ecología del saber trasciende la combinación de enfoques y el mero repertorio metodológico plural. Requiere una transformación profunda del ethos científico: abandonar la lógica del control y adoptar apertura al riesgo. Sustituir la ilusión de objetividad absoluta por reflexividad crítica. Desplazar la obsesión productivista hacia un compromiso con problemas vitales y relevantes para las comunidades. Esta metamorfosis atraviesa dimensiones institucionales, pedagógicas y existenciales.

A nivel institucional urge reformular los sistemas de evaluación científica, hoy dominados por lógicas cuantitativas que premian productividad medida en publicaciones indexadas, citas bibliométricas y especialización extrema. Tales criterios excluyen proyectos lentos, colaborativos, dialógicos o situados, incapaces de encajar en los tiempos y formatos de la ciencia estandarizada. Una ecología del saber implica revalorizar calidad frente a cantidad, impacto social frente a prestigio formal y coherencia metodológica frente a estandarización.

En el plano pedagógico se requieren investigadores capaces de habitar fronteras entre saberes, pensar con otros y dialogar con la alteridad epistémica. Esto supone desplazar modelos formativos verticales y especializados hacia experiencias transversales: laboratorios sociales, investigaciones-acción, talleres de co-creación, intercambios interculturales y mentorías horizontales. Implica, en suma, una pedagogía viva, situada y orientada tanto a la transformación del mundo como a su explicación.

A nivel existencial, la ecología del saber interpela al investigador como sujeto ético y político. Investigar trasciende la aplicación mecánica de un método y exige comprometerse con los mundos estudiados. Supone asumir responsabilidad sobre narrativas producidas, silencios reproducidos y efectos de la intervención cognitiva.

Requiere reemplazar la figura del científico neutral por la de un actor epistémico consciente de su implicación en el entramado social, ecológico y simbólico.

Esta propuesta conecta con movimientos contemporáneos que convergen en la crítica a la hegemonía epistémica moderna: feminismos decoloniales, epistemologías del Sur, educación popular, ciencia ciudadana e investigación-acción participativa. Todos proponen horizontes alternativos donde los saberes se reconocen mutuamente en su incompletitud, se construyen horizontalmente y se orientan hacia la justicia cognitiva. Esta convergencia admite los conflictos entre enfoques, aunque ofrece una base ética común para levantar un pacto epistemológico renovado.

Un ejemplo potente de esta transformación es el proyecto Salud, Territorio y Cultura, impulsado en Colombia por el Instituto Nacional de Salud junto con universidades, comunidades indígenas y organizaciones campesinas. El equipo enfrentó problemáticas como malaria, desnutrición infantil y conflictos socioambientales mediante una lógica de co-producción del conocimiento. Lejos de imponer modelos únicos, tradujo conceptos, adaptó metodologías y articuló conocimientos biomédicos con saberes tradicionales y prácticas comunitarias. Esta experiencia evidencia que una ciencia compleja, situada y plural se aleja de la utopía teórica y se convierte en posibilidad real cuando convergen condiciones éticas, metodológicas e institucionales apropiadas.

Siendo que estas prácticas avanzan, permanecen marginales frente al aparato dominante de ciencia y tecnología. Las convocatorias, los sistemas de financiación, los criterios de evaluación y las políticas universitarias siguen anclados en una racionalidad disciplinar productivista. En este escenario, la apuesta por una ecología del saber exige una dimensión política: disputar el sentido del conocimiento, transformar sus reglas institucionales y edificar plataformas colectivas de resistencia epistémica. Como advierte Sousa Santos (2009), la ciencia moderna carece de neutralidad e inocencia: intereses, relaciones de poder y dispositivos de exclusión atraviesan sus estructuras. Reconocer este hecho constituye punto de partida para su transformación.

La obra de Edgar Morin ofrece claves fundamentales para este giro. Su insistencia en reformar el pensamiento, su crítica a la lógica mutiladora de la hiperespecialización, su propuesta de religar saberes y su reconocimiento de la subjetividad y la ética en la producción de conocimiento constituyen aportes cruciales para imaginar otro modo de investigar. Conviene evitar convertir su

pensamiento en dogma: mejor sostenerlo como horizonte dinámico de interrogación, brújula crítica y creativa ante los desafíos del presente.

En esta dirección, resulta imprescindible someter el pensamiento complejo a crítica interna. Diversos autores, como Osorio (2014), Escobar (2015) y Kusch (2007), han señalado límites metodológicos, ambigüedades conceptuales y déficits de operatividad en algunas formulaciones del paradigma moriniano. Estas observaciones, lejos de debilitarlo, lo fortalecen al impedir su canonización y forzar su reapropiación crítica desde perspectivas contextualizadas, plurales y ligadas a la experiencia viva de los pueblos.

Un aporte sustancial en esta ampliación crítica es la ecología de saberes de Boaventura de Sousa Santos (2009). La propuesta plantea una interculturalidad epistémica basada en reconocimiento recíproco, afirmación de inacabamientos y creación de diálogos sin jerarquías ontológicas. Si bien converge con Morin en su rechazo a la fragmentación, incorpora con mayor claridad el componente político, decolonial y situado, enriqueciendo así la discusión sobre complejidad.

El desafío actual trasciende la enunciación de nuevas categorías o la acumulación de enfoques. Requiere construir condiciones institucionales, pedagógicas, políticas y existenciales que permitan una producción de conocimiento pertinente, ética y transformadora. Las categorías exploradas, como la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y la indisciplinariedad, se entienden como etapas articuladas de una lucha mayor: la búsqueda de una racionalidad distinta, capaz de enfrentar la complejidad de los problemas contemporáneos sin reproducir las formas coloniales, patriarcales y productivistas del saber hegemónico.

En un mundo atravesado por crisis sanitaria, ecológica, política y epistémica, producir información sin transformar las formas de conocer resulta insuficiente. Es esencial recuperar la dimensión ética y política de la investigación, construir alianzas entre saberes y valorar aquellos conocimientos nacidos de la vida, la experiencia y la resistencia. Así podrá surgir una ciencia sensible al sufrimiento, una inteligencia lúcida ante la complejidad y un saber profundamente comprometido con la vida.

## **Construcción del nuevo conocimiento**

Los desafíos del siglo XXI comparten una característica estructural: su complejidad. Resulta inviable abordarlos desde una sola disciplina o desde el saber académico aislado. Crisis globales como el cambio climático, las desigualdades estructurales, la

inseguridad alimentaria o la desestabilización democrática poseen una naturaleza sistémica, multicausal y transescalar. En este contexto, las respuestas requieren un enfoque transdisciplinario que religue saberes diversos y articule múltiples niveles de análisis. Este imperativo epistemológico contrasta con una formación universitaria aún anclada en estructuras sectorizadas y lógicas de especialización fragmentaria.

Como advierte Nicolescu (1994), los grandes retos contemporáneos, especialmente los de índole ética, demandan competencias múltiples y articuladas. La agregación de especialistas sin integración adecuada jamás produce una competencia colectiva efectiva. La acumulación de saberes sin articulación puede desembocar en una "incompetencia generalizada" por la falta de una visión sintética y situada.

Históricamente, la construcción del conocimiento se apoyó en la disciplinariedad, entendida como dominio de un campo específico, con marcos teóricos, métodos y lenguajes propios. Esta mono-disciplinariedad, vinculada al paradigma mecanicista, reduccionista y objetivista, fue eficaz para ciertos desarrollos técnicos, resulta insuficiente ante fenómenos que desbordan los límites de una sola perspectiva (Max-Neef, 2005).

A mediados del siglo XX surgieron modalidades de interacción disciplinar más abiertas. La pluridisciplinariedad reúne varias disciplinas para estudiar un objeto desde perspectivas diferentes, respetando sus métodos y autonomía conceptual. Por ejemplo, una obra de Giotto puede analizarse desde la historia del arte, la física, la química, la historia de las religiones o la geometría, enriqueciendo su comprensión sin alterar los marcos disciplinarios (Nicolescu, 1994).

La multidisciplinariedad, menos integradora, implica que diversas disciplinas aborden un mismo problema de manera paralela, generando una acumulación de diagnósticos que carecen de integración conceptual y articulación epistémica. Según Carvajal (2010), esta modalidad puede resultar útil como etapa inicial, aunque limita la transformación de los marcos disciplinarios involucrados.

La interdisciplinariedad implica un nivel más profundo de interacción. Estimula transformaciones mutuas mediante transferencia de conceptos, intercambio metodológico y reconfiguración epistemológica. Según Nicolescu (1994), puede operar en tres niveles:

- Aplicación: uso de métodos en otro campo
- Epistemológico: problematización de fundamentos compartidos
- Engendramiento: creación de nuevas disciplinas

Este enfoque tiene gran potencial innovador, aunque exige competencias en diálogo epistémico, traducción conceptual y pensamiento crítico.

Con las limitaciones de estas modalidades, la transdisciplinariedad propone una orientación más radical. El prefijo trans indica aquello que atraviesa, articula y desborda los marcos establecidos. Su propósito jamás se limita a abordar problemas complejos, busca comprender la realidad de manera integral. Impulsa un cambio de paradigma que conecta el conocimiento científico con saberes tradicionales, experiencias comunitarias, expresiones artísticas y dimensiones espirituales o simbólicas (Nicolescu, 1994). Los tres pilares metodológicos de la transdisciplinariedad, según Nicolescu, son:

- **Niveles de realidad:** reconoce una pluralidad ontológica, desde lo físico hasta lo simbólico, articulada sin recurrir a la reducción.
- **Lógica del tercero incluido:** sustituye la lógica binaria (A / anti-A) por un término integrador que incorpora contradicciones.
- **Complejidad:** concibe los fenómenos como redes dinámicas que incluyen retroalimentaciones, emergencias e incertidumbre.

Desde esta perspectiva, la transdisciplinariedad propone un conocimiento relacional que articula inteligencias diversas sin aspirar a una síntesis totalizante. Su apuesta es epistemológica y ética: busca una comprensión más completa del mundo para intervenir en él con responsabilidad, pertinencia y sentido transformador.

La construcción del conocimiento requiere metodologías colaborativas que integren lenguajes, prácticas y horizontes diversos. Demanda una pedagogía del trabajo en equipo basada en la negociación de sentidos, el respeto epistémico y la apertura a la heterogeneidad. Las universidades deben crear espacios de formación que impulsen el diálogo transversal, la sensibilidad intercultural y la responsabilidad social en la investigación. La coexistencia de expertos resulta insuficiente sin herramientas que posibiliten la co-producción de saberes.

Por ello, se necesitan equipos transdisciplinarios que puedan elaborar propuestas integrales con desafíos como la pobreza, la violencia o el colapso ambiental. Cada disciplina aporta elementos valiosos. La falta de articulación dificulta alcanzar una

comprensión compleja. El avance hacia la transdisciplinariedad exige formación intensiva, estructuras institucionales flexibles, dispositivos metodológicos compartidos y un horizonte ético enfocado en objetivos socialmente relevantes.

El contexto histórico contemporáneo plantea retos distintos a los enfrentados en el pasado. La globalización, la interconexión entre sistemas naturales y sociales, la aceleración tecnológica, la crisis ecológica y la complejidad de las relaciones humanas configuran un escenario epistémico marcado por una alta incertidumbre. En este panorama, la investigación científica requiere una reinención profunda. Perfeccionar modelos antiguos resulta insuficiente. Es necesario transformarlos desde sus fundamentos. Emerge un imperativo renovado: construir ecologías del conocimiento que articulen lo local y lo global, lo técnico y lo ético, lo empírico y lo simbólico en un entramado plural, situado y recursivo. Este enfoque reconfigura las disciplinas según problemas reales, colectivos y multidimensionales. Propone, como afirma Morin, religar lo separado, trascender la lógica fragmentaria de la compartimentación y forjar una inteligencia integradora que enfrente la incertidumbre y la acoja como parte constitutiva del conocimiento (Morin, 2005).

La transdisciplinariedad trasciende modas académicas y metas finales. Constituye una necesidad epistémica y civilizatoria. De cara al agotamiento del paradigma disciplinar, abre caminos para regenerar el pensamiento, reconfigurar las prácticas investigativas y vincular el saber con la vida. Representa una apuesta por una ciencia consciente, un conocimiento pleno de sentido y una racionalidad profundamente arraigada en la complejidad del mundo y en la dignidad de quienes lo habitan.

### **Origen histórico de la interdisciplinariedad, transdisciplinariedad e indisciplinariedad**

La fragmentación del conocimiento científico moderno tiene raíces profundas en la constitución histórica de las disciplinas. Esta división se consolidó con el modelo positivista y se articuló mediante la oposición clásica entre sujeto y objeto, que instauró una racionalidad dualista, reduccionista y disyuntiva. En Francia, a finales del siglo XIX, se institucionaliza el concepto de disciplina como forma organizativa del saber (Mankeliunas, 1989), marcando el inicio de una era de especialización extrema que transformó la estructura de la universidad moderna.

### **La emergencia de la interdisciplinariedad**

El concepto de interdisciplinariedad se originó entre la Primera Guerra Mundial y la década de 1930, sin lograr resonancia institucional significativa en sus primeras expresiones (Torres, 1996). La Segunda Guerra Mundial marcó un punto de inflexión,

pues la necesidad de enfrentar problemas complejos, como los tecnológicos, económicos y sociales, impulsó la cooperación entre saberes diversos. Ingenieros, físicos, economistas, sociólogos y planificadores unieron esfuerzos para abordar desafíos sistémicos. Esta experiencia pragmática gestó una voluntad epistemológica que se consolidaría en las décadas posteriores.

A partir de la década de 1960, y con mayor intensidad en los años 70, la UNESCO impulsó una visión política de la interdisciplinariedad orientada a generar soluciones compartidas a los problemas contemporáneos. Este impulso cristalizó en publicaciones clave: *Tendencias de investigación en las ciencias sociales y humanas* (1970), *Corrientes de investigación en ciencias sociales* (1977) e *Interdisciplinariedad en las ciencias sociales y humanas* (1982). En paralelo, otras instituciones como la OCDE y el Ministerio francés de Educación organizaron eventos como el Seminario Internacional sobre la Pluridisciplinariedad e Interdisciplinariedad en las Universidades (Niza, 1970) que legitimaron académicamente este enfoque (Palmade, 1979).

La interdisciplinariedad emergió como respuesta a la complejidad de los problemas sociales y también como crítica interna al modelo científico tradicional. La obra de Thomas Kuhn (1962) marcó una inflexión decisiva al evidenciar que la ciencia opera bajo paradigmas históricos sujetos a rupturas, discontinuidades y condicionamientos socioculturales. Esta crítica a la supuesta neutralidad y linealidad del saber científico abrió espacio para formas de organización del conocimiento basadas en reflexividad, historicidad y pluralidad epistémica.

La interdisciplinariedad buscó recomponer la unidad del saber preservando la especificidad disciplinaria. Surgieron programas de estudios integrados como los estudios de género o ambientales, estructuras curriculares flexibles y proyectos colaborativos. Enfrentó obstáculos persistentes como la rigidez institucional, las resistencias epistémicas, la dificultad para construir lenguajes comunes y los problemas en los criterios de evaluación. Estas limitaciones motivaron la búsqueda de una alternativa más radical.

### **La emergencia de la transdisciplinariedad**

La transdisciplinariedad emerge como evolución crítica de la interdisciplinariedad y como respuesta a su incapacidad para integrar saberes más allá del ámbito académico. El término fue introducido por Jean Piaget en 1970 durante el Congreso Internacional de Interdisciplinariedad en Niza. Piaget propuso un conocimiento sin fronteras fijas, capaz de establecer relaciones recíprocas entre disciplinas y abrir un

sistema totalizador del saber sin incurrir en totalitarismos. Basó esta aspiración en las hibridaciones exitosas como las ocurridas entre lógica y matemáticas y en la superación de reduccionismos fenomenalistas.

El desarrollo más sistemático de esta propuesta fue impulsado por Basarab Nicolescu, quien en 1994 promovió la adopción de la Carta de la Transdisciplinariedad durante el Primer Congreso Mundial celebrado en Portugal. Allí se definió la transdisciplinariedad como orientación que atraviesa, conecta y trasciende las disciplinas, proponiendo una nueva forma de comprender el mundo desde la unidad del conocimiento. Nicolescu formuló tres pilares:

- Múltiples niveles de realidad, que reconocen la coexistencia de planos irreductibles del mundo (físico, biológico, social, simbólico).
- Lógica del tercero incluido, que reconcilia contradicciones y trasciende el binarismo clásico.
- Complejidad, entendida como entramado de interacciones e incertidumbres constitutivas de la realidad.

Desde esta perspectiva, la transdisciplinariedad constituye una actitud cognitiva y ética que promueve el diálogo radical entre saberes científicos, filosóficos, espirituales, artísticos y comunitarios desde la apertura, la humildad epistemológica y la responsabilidad social. Como afirma Nicolescu, el conocimiento transdisciplinario se funda en el respeto absoluto por la alteridad, en el rechazo del dogmatismo y en la construcción compartida de un saber orientado a la vida común sobre la Tierra.

Aunque ha ganado reconocimiento, la transdisciplinariedad enfrenta resistencias derivadas de su difícil institucionalización. Su vocación filosófica, su carácter abierto y su incompatibilidad con la lógica tecnocrática de evaluación científica dificultan su operatividad en contextos académicos dominados por estructuras disciplinarias rígidas. Aun así, ha dejado una huella profunda en campos como la agroecología, la salud colectiva, la educación transformadora y los estudios de sostenibilidad.

Con las anteriores, la indisciplinariedad busca una ruptura crítica con la noción misma de disciplina como dispositivo de poder epistémico. Sistematizada por Carlos Eduardo Maldonado en 2016, se presenta como actitud epistemológica y política vinculada con la educación compleja orientada a la libertad, la autonomía y la desobediencia cognitiva.

La indisciplinarietà cuestiona la neutralidad de la estructura disciplinar. Señala que define lo decible, lo pensable y lo publicable dentro de márgenes funcionales a una racionalidad hegemónica, instrumental y eurocentrada. Su apuesta consiste en demoler fronteras entre disciplinas y desmontar los marcos normativos que determinan qué se considera ciencia, quién puede producir conocimiento y con qué fines. Representa una insurgencia creativa, radical y colectiva hacia otras formas de saber, habitar la universidad y practicar la investigación.

Comparte raíces con las epistemologías del Sur (Santos, 2010), los feminismos decoloniales, las pedagogías críticas (Freire, 1970) y los estudios poscoloniales (Mignolo, 2007). Se vincula con experiencias de investigación militante, universidades populares, laboratorios ciudadanos, prácticas artísticas como pensamiento y metodologías insurgentes que disputan el monopolio académico del saber. Busca provocar una actitud: pensar sin permisos, investigar sin moldes, construir saberes encarnados, colectivos y transformadores.

Históricamente, la indisciplinarietà ha florecido en contextos de crisis institucional y urgencia social. En América Latina, ha echado raíces en comunidades que resisten al extractivismo, en pedagogías indígenas y campesinas, en colectivos de ciencia popular, en redes feministas y en plataformas de conocimiento abierto. En estos espacios, el conocimiento emana de la experiencia compartida, la vida dolida y la rabia organizada. Aunque las tres modalidades emergen como respuesta al agotamiento del paradigma disciplinar, operan desde lógicas distintas:

- La interdisciplinarietà articula, tiende puentes entre disciplinas para abordar objetos comunes sin disolver sus especificidades.
- La transdisciplinarietà trasciende, integra saberes diversos académicos y extraacadémicos desde una racionalidad compleja, relacional y abierta.
- La indisciplinarietà subvierte, desobedece el canon, desmonta jerarquías epistémicas y desafía los criterios de validación hegemónica.

Estas diferencias implican expresiones complementarias de una necesidad histórica compartida: reinventar el conocimiento para volverlo pertinente, plural y comprometido. Comprender sus orígenes permite delinear sus alcances, identificar sus límites y articular sus potencias transformadoras ante los desafíos del presente.

## **Elementos recuperables de los autores revisados**

### **Manfred Max-Neef**

Max-Neef identifica que los grandes males contemporáneos como la degradación hídrica, las migraciones, la pobreza, el colapso ambiental, la violencia y la ruptura del tejido social requieren enfoques transdisciplinarios. Critica a la universidad tradicional por formar especialistas incapaces de articular saberes. Reunir expertos apenas acumula miradas parciales, la integración debe darse en la mente de cada investigador. Propone posgrados organizados por temas como agua, energía o alimentación, donde confluyan diversas disciplinas para abordar fenómenos integrales.

#### Aportes clave

- Reconocer la naturaleza sistémica de los problemas globales.
- Superar la suma de perspectivas con enfoques temáticos.
- Transformar el posgrado en espacio de articulación epistemológica.

### **Edgar Morin**

Morin afirma que el ser humano es biológico, psíquico y cultural. Las ciencias deben reconocerse como interdependientes: las físicas están arraigadas en las biológicas y sociales. Señala que la hiperespecialización permite clarificar objetos complejos. Los cosifica al desconectarlos de sus contextos. Propone una cultura académica que combine profundidad con apertura, y una práctica científica basada en rigor, tolerancia y diálogo.

#### Aportes clave

- Reintroducir al sujeto y al contexto en la explicación científica.
- Equilibrar especialización con pensamiento complejo.
- Evitar la cosificación del objeto mediante autocrítica.

### **Laura Frade**

Frade propone el concepto de sistema observante, que une al sujeto que observa y al observado. El investigador forma parte del ecosistema que estudia y co-produce la realidad. Esta idea fortalece la noción de un investigador situado, comprometido y reflexivo.

#### Aportes clave

- Romper la dicotomía sujeto/objeto.
- Reconocer la inserción cultural del investigador.
- Aplicar el sistema observante en el diseño metodológico.

#### **Basarab Nicolescu**

Nicolescu sostiene que, pese a las revoluciones cuántica e informática, persiste una visión fragmentada del mundo. Con ello, plantea la transdisciplinariedad como vía para integrar múltiples niveles de realidad, superar la lógica binaria y asumir la complejidad como condición del conocimiento. Propone una ética de apertura, humildad y transformación.

#### Aportes clave

- Sustituir la lógica binaria por la del tercero incluido.
- Integrar niveles de realidad físicos, biológicos, sociales y simbólicos.
- Humanizar el conocimiento mediante ética transdisciplinaria.

#### **Rigoberto Pupo Pupo**

Pupo critica el cientificismo que reduce la verdad a adecuación empírico-lógica. Plantea que el conocimiento auténtico incluye relaciones intersubjetivas, imaginación y valores. La educación debe ser creativa, crítica y vinculada a la vida.

#### Aportes clave

- Ampliar la noción de verdad más allá del empirismo.
- Valorar la imaginación como vía de conocimiento.
- Fomentar una educación sensible y transformadora.

#### **Convergencias estratégicas**

De los autores se derivan cinco principios para una investigación pertinente:

**a)** Complejidad como principio (Morin, Nicolescu):

Abordar fenómenos desde su multidimensionalidad.

**b)** Pluralidad epistémica (Max-Neef, Leff):

Articular saberes científicos, tradicionales y comunitarios.

**c)** Investigador situado (Frade, Pupo):

Asumir la dimensión ética, política y afectiva del sujeto que investiga.

**d)** Ética transdisciplinaria (Nicolescu):

Practicar apertura, respeto radical y rechazo del dogmatismo.

**e) Transformación institucional (Max-Neef):**

Reformar planes de estudio, evaluación y equipos para responder a problemas reales.

**Implicaciones operativas**

Estos principios permiten redefinir la metodología:

- Problematización compartida: construir el eje de investigación con base en un problema común (ej. seguridad hídrica).
- Lenguaje puente: elaborar glosarios compartidos que faciliten la traducción entre disciplinas y saberes locales.
- Diseño recursivo: integrar ciclos de acción-reflexión con retroalimentación comunitaria.
- Evaluación plural: combinar criterios académicos con pertinencia cultural e impacto social.

Los autores coinciden en un diagnóstico: la crisis actual exige otra racionalidad. Lejos de ofrecer fórmulas cerradas, proponen caminos complementarios donde complejidad, transdisciplinariedad e indisciplinariedad se entrelazan. Integrar sus ideas requiere valentía institucional, flexibilidad curricular y disposición personal al diálogo crítico. Así la investigación puede dejar de reproducir la fragmentación que denuncia y convertirse en una práctica ética, situada y emancipadora.

**Tabla 3: Síntesis comparativa sobre la trans-disciplinariedad en los cuatro autores**

Autor	Definición nuclear	Principales características	Diferencias con los demás	Coincidencias compartidas
Basarab Nicolescu	Relación "entre, a través y más allá" de las disciplinas con el propósito de comprender el mundo presente y reconstruir la	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinámica guiada por niveles de realidad, lógica del tercero incluido y complejidad.</li> <li>• Investigación disciplinaria y transdisciplinaria se nutren</li> </ul>	Ofrece la metodología más elaborada: explicita pilares epistemológicos y criterios éticos que los otros autores sólo sugieren.	Todos conciben la trans-disciplinariedad como un puente que no elimina la especialización disciplinar, aunque la trasciende.

Autor	Definición nuclear	Principales características	Diferencias con los demás	Coincidencias compartidas
	unidad del conocimiento .	recíprocamente. • Énfasis ético en la apertura, el diálogo y la tolerancia.		
Edgar Morin	Esquema cognitivo capaz de atravesar las disciplinas y articularlas en torno a un objeto y proyecto comunes.	• Cooperación, articulación y proyecto compartido. • Inserta la transdisciplinariedad dentro de su pensamiento complejo (dialógica, recursividad, auto-eco-organización).	Vincula la transdisciplinariedad explícitamente con la teoría de la complejidad y la reforma del pensamiento. Los demás no lo subrayan tanto.	Acepta la complementariedad con las disciplinas: propone integración sin anular la identidad disciplinar.
Carlos Delgado	Esfuerzo indagatorio que integra cuotas de saber análogas sobre objetos diversos para tejer un corpus supra-disciplinar.	• Fin del predominio disciplinario aislado. • El diálogo paulatino entre saberes va ampliando y profundizando la malla transdisciplinar. • Defiende la pertinencia social del conocimiento resultante.	Menos preocupado por los fundamentos lógicos y más por la función social del saber transdisciplinar.	Reconoce el mismo principio de diálogo y cooperación que Nicolescu y Morin.

Autor	Definición nuclear	Principales características	Diferencias con los demás	Coincidencias compartidas
Julie Thompson Klein	Sistema común de axiomas o principios que sirve de "tronco" para articular diversas disciplinas (inspirada en Piaget).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ve la transdisciplinariedad como etapa epistemológica superior a la interdisciplinariedad.</li> <li>• Enfatiza los patrones estructurales compartidos entre campos.</li> </ul>	Se centra en la arquitectura epistemológica (axiomas, estructuras) más que en la dimensión ética o política.	Coincide con los demás en postular una etapa superadora de la mera colaboración multidisciplinar.

Elaboración propia

### Puntos de convergencia

- Superación de fronteras

Los cuatro autores entienden la transdisciplinariedad como un movimiento que desdibuja límites disciplinares y reconoce el valor de la especialización.

- Necesidad de diálogo

Subrayan la cooperación, la articulación de lenguajes y la construcción de un proyecto o problema común.

### Centralidad de la complejidad

- Con diferente énfasis, todos la mencionan como telón de fondo que obliga a pensar "lo entre" y "lo más allá".

### Finalidad transformadora

- La transdisciplinariedad jamás es sólo un método, pretende renovar la ciencia y hacerla socialmente pertinente.

**Tabla 4: Tensiones y matices**

Eje	Nicolescu	Morin	Delgado	Klein
Fundamento lógico	Tercero incluido	Dialógica	—	Axiomas estructurales
Énfasis ético-político	Alto	Medio	Alto	Bajo
Detalle metodológico	Muy alto	Medio	Medio	Medio-alto
Orientación práctica	Comprensión & acción ética global	Reforma del pensamiento	Incidencia social de los saberes	Diseño de marcos epistemológicos

*Elaboración propia*

1. La transdisciplinariedad aparece, en los cuatro marcos analizados, como respuesta al reto epistemológico y metodológico de la complejidad.
2. Nicolescu ofrece la arquitectura más sistemática.
3. Morin la sitúa dentro de un programa de reforma del pensamiento.
4. Delgado resalta su potencial de impacto social y político.
5. Klein se enfoca en su función organizadora de axiomas comunes.

Juntas, estas perspectivas dibujan un campo plural, aunque convergente, que invita a articular disciplinas sin disolverlas, poniendo en el centro la unidad-diversidad del conocimiento y su responsabilidad ante los problemas globales.

## Una lectura crítica del caso Sokal

Errores y falencias en los procesos y conceptos de transdisciplinariedad.

El caso del físico Alan Sokal, quien en 1996 logró publicar un artículo deliberadamente absurdo en la revista *Social Text*, evidencia los riesgos del uso irresponsable de conceptos complejos, la falta de rigor epistemológico y el abuso del lenguaje académico. Su experimento mostró que ciertos sectores de las humanidades aceptan contenidos sin sentido si estos encajan con marcos teóricos o ideológicos afines.

Lejos de burlarse de las ciencias sociales, Sokal denunció la impostura intelectual y la pérdida de exigencia teórica en discursos que proclaman apertura epistémica sin sustento conceptual ni responsabilidad metodológica. Su advertencia es crucial para la transdisciplinariedad: sin rigor ni ética del conocimiento, este enfoque corre el riesgo de convertirse en retórica vacía.

### **1. Pseudotransdisciplinariedad: forma sin contenido**

Uno de los errores frecuentes es suponer que yuxtaponer conceptos o disciplinas equivale a integrarlas. Muchas iniciativas se autodenominan transdisciplinares sin construir lenguajes comunes ni dispositivos colaborativos.

Sokal advierte que invocar términos como niveles de realidad o complejidad sin comprender su densidad teórica los vacía de sentido. El concepto de complejidad, por ejemplo, se usa como sinónimo de dificultad, ignorando principios esenciales en Morin: recursividad, contextualización, incertidumbre, autoecoorganización y hologramaticidad.

### **2. El “efecto Sokal”: mal uso del lenguaje científico**

Sokal (1998, 2008) y Bricmont (1998) identifican errores recurrentes:

- Afirmar sin comprender.
- Usar lenguaje oscuro que dificulta la divulgación.
- Abusar de metáforas técnicas como caos, no linealidad o entropía sin entender su base científica.

Estos conceptos tienen sentido dentro de modelos matemáticos y experimentales. Empleados como adornos retóricos, distorsionan las ideas y desacreditan los enfoques complejos.

### **3. Ambigüedad y apropiaciones indebidas**

Un problema es redactar banalidades con lenguaje recargado o hacer afirmaciones falsas con pretensión de profundidad. También se advierte el error de adoptar indiscriminadamente conceptos de las ciencias naturales, ignorando que las ciencias sociales tienen marcos epistémicos propios. Aplicar metáforas cuánticas a relaciones sociales o usar la entropía para describir la educación puede resultar atractivo, aunque sin fundamento técnico, se convierten en parodias conceptuales.

#### **4. La metáfora como herramienta, no como fachada**

Sokal y Bricmont reconocen el valor de las metáforas en la divulgación. Autores como Morin las usan con profundidad filosófica: el pensamiento que se piensa a sí mismo, religación del saber, ecología de la acción. El problema surge cuando estas metáforas reemplazan el contenido. Usadas sin anclaje teórico, se transforman en máscaras que disimulan vacíos conceptuales.

#### **5. Riesgos actuales y aprendizajes posibles**

La crítica de Sokal pretende llamar a una reconfiguración del rigor abierta, contextual y ética. Esto exige:

- Vigilancia epistemológica, comprender los conceptos, su origen y sus límites.
- Apertura crítica, valorar saberes convencionales y alternativos sin caer en relativismos.

#### **6. La complejidad como desafío formativo**

Autores como Andrade (2005) señalan que el sujeto actual necesita herramientas para reaprender, desaprender y autorregularse. En ese marco, la transdisciplinariedad se plantea como pedagogía del pensamiento complejo. La migración de conceptos, el uso estratégico de metáforas y la construcción de nuevas categorías pueden enriquecer la investigación si se sustentan en una ética del conocimiento y una semiótica orientada al sentido.

La lección de Sokal es clara: urge una transdisciplinariedad consciente, rigurosa y transformadora. En tiempos de crisis epistémica, ecológica y social, el conocimiento debe evitar la superficialidad. Transitar la complejidad requiere claridad, profundidad, responsabilidad y crítica. Así, la transdisciplinariedad dejará de ser una moda académica para convertirse en apuesta epistémica fecunda.

### **Tensiones de los enfoques y la experiencia práctica**

La implementación de enfoques inter, trans e indisciplinarios en la investigación está atravesada por contradicciones, tensiones metodológicas y disputas epistémicas. Aunque la literatura crítica insiste en la urgencia de superar el paradigma fragmentario, la transición hacia modelos complejos enfrenta obstáculos estructurales y culturales. El campo académico, sostenido en una lógica disciplinar, sigue operando con criterios que restringen la colaboración transversal, marginan saberes alternativos y dificultan una transdisciplinariedad efectiva.

Una tensión persistente es la asimetría epistémica entre saberes con trayectorias, lenguajes y niveles de legitimidad dispares. En equipos interdisciplinarios, se reproducen jerarquías que privilegian las ciencias “duras” sobre los enfoques sociales, culturales o ético-políticos. Esta hegemonía bloquea el diálogo horizontal y perpetúa una colonialidad del saber donde ciertos discursos se consideran más válidos, y otros son relegados a lo ilustrativo o anecdótico (Santos, 2009).

Muchas investigaciones que se autodenominan transdisciplinarias operan bajo esquemas multidisciplinarios: yuxtaponen conocimientos sin integrarlos ni cuestionar sus marcos epistemológicos. La transdisciplinariedad genuina transforma actores, saberes y metodologías. Este proceso requiere tiempo, recursos, disposición al conflicto y apertura radical al otro.

Desde lo metodológico, el reto es diseñar dispositivos de investigación acordes con los principios de la complejidad. Los métodos tradicionales, centrados en regularidades y causalidades lineales, resultan insuficientes. La complejidad exige incorporar singularidad, retroalimentación, emergencia e incertidumbre. Esta transformación metodológica aún es incipiente y representa un reto pendiente.

Un ejemplo aparece en estudios sobre problemáticas socioambientales como el cambio climático o la pérdida de biodiversidad. Estos fenómenos requieren articular ciencia, saberes tradicionales, políticas públicas y participación comunitaria. Muchas investigaciones los abordan desde enfoques sectoriales, con resultados fragmentarios. Proyectos que establecen diálogos interculturales, colaboración horizontal y construcción conjunta del conocimiento logran impactos transformadores (Leff, 2004).

En este contexto, la indisciplinariedad como la plantea Maldonado introduce una ruptura más profunda. Su crítica va dirigida a la estructura epistémica de la modernidad. Desborda la lógica del disciplinamiento institucional, los planes de estudio, los criterios de evaluación, las revistas indexadas y las políticas de financiación. Muchas propuestas indisciplinarias fracasan, más por falta de condiciones institucionales que por debilidad teórica. Adoptar una postura crítica implica riesgos como la marginación, las dificultades para publicar y la exclusión de redes de legitimación. Por ello, la transición hacia nuevos paradigmas requiere una transformación institucional que acompañe la transformación cognitiva. Esta reestructuración enfrenta intereses consolidados y hábitos culturales que disocian conocimiento, ética y vida.

En el ámbito formativo, las tensiones también son evidentes. Muchos programas que se declaran inter o transdisciplinarios mantienen estructuras rígidas y centradas en competencias técnicas. Las trayectorias flexibles, sensibles a lo social y abiertas a la transversalidad, son aún marginales. El profesorado, formado en tradiciones disciplinares, carece a veces de herramientas pedagógicas para facilitar aprendizajes dialógicos, creativos y éticos. La formación compleja exige docentes capaces de habitar la incertidumbre, sostener paradojas, fomentar pensamiento autónomo y legitimar saberes situados. Se requiere una ética epistémica que articule coherencia con apertura y profundidad con humildad.

La experiencia investigativa es un terreno en disputa. Conviven prácticas disciplinarias y esfuerzos por superarlas. Esta tensión representa una potencia transformadora. El tránsito hacia nuevos modos de conocimiento se construye colectivamente mediante crítica persistente, creación de alternativas viables y compromiso institucional y cultural.

### **Una ciencia con conciencia**

Con los límites del conocimiento fragmentado, la noción de "ciencia con conciencia" propuesta por Edgar Morin plantea una reconfiguración ética, epistemológica y política del saber. Esta idea implica más que un compromiso moral, representa una transformación profunda del rol de la ciencia en contextos de crisis ecológicas, sanitarias, económicas y civilizatorias.

Implica reconocer los límites del paradigma moderno. La objetividad absoluta, la neutralidad valorativa y la predictibilidad universal han sido cuestionadas por múltiples corrientes: Popper, Kuhn, Feyerabend, Habermas y las epistemologías del sur han mostrado que la ciencia es una construcción histórica, situada y atravesada por intereses.

Una ciencia con conciencia asume su historicidad, reconoce el riesgo de error y mantiene vigilancia epistemológica constante. Esta vigilancia genera reflexión y responsabilidad. Reintegra conocimiento y vida, saber y ética, pensamiento y acción. El conocimiento pertinente, clave en esta propuesta, evita la acumulación de datos aislados y responde a desafíos vitales. Integra saberes fragmentados, incorpora experiencia vivida, valores y emociones. Reconoce la legitimidad ontológica de saberes históricamente excluidos como las cosmovisiones indígenas, los saberes campesinos, los feminismos y las filosofías fuera del canon occidental. Estos saberes

deben ser reconocidos en su autonomía epistémica, sin ser subordinados por la academia.

El pensamiento complejo brinda el andamiaje conceptual de esta transformación. A través de principios como relacionalidad, multidimensionalidad, retroactividad, emergencia e incertidumbre, promueve una ciencia descentralizada, sin pretensión de control total, abierta al diálogo con lo inesperado. Una ciencia que se interroga, acepta sus límites y orienta su búsqueda hacia el sentido más que hacia la acumulación de datos.

Este enfoque exige una nueva formación científica: más allá de transmitir contenidos, se trata de cultivar sensibilidad epistémica, disposición ética y actitud crítica. El investigador del siglo XXI debe ser también ciudadano del mundo: reflexivo, prudente, empático, comprometido.

Una ciencia con conciencia se mide por su contribución al bien común: justicia social, sostenibilidad ecológica, democratización del saber e inclusión epistémica. Innovar exige interrogar el sentido de la innovación. Comprender el mundo implica también cuidarlo.

### **Aplicaciones contemporáneas: complejidad y transversalidad en la práctica**

Para trascender lo teórico, es clave observar cómo se expresan la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y la indisciplinariedad en prácticas científicas situadas. Las crisis actuales como el clima, la salud, la alimentación, la biodiversidad y la salud mental desbordan toda disciplina aislada. Un ejemplo es el enfoque One Health, promovido por la OMS, que reconoce la interdependencia entre salud humana, animal y ambiental. Propone políticas sanitarias integradas que vinculan médicos, veterinarios, biólogos, economistas y comunidades. La pandemia de COVID-19 evidenció su necesidad, puesto que la zoonosis, su propagación y la respuesta institucional exigieron integración de saberes técnicos, éticos y culturales.

Desde una perspectiva indisciplinaria, destacan experiencias de comunidades indígenas y movimientos sociales. En la Amazonía, proyectos de cartografía participativa combinan conocimientos ancestrales y tecnologías de georreferenciación para defender territorios. Estos saberes dejan de ser objeto de estudio y se constituyen como sistemas epistémicos que cuestionan las lógicas coloniales de producción del conocimiento (Escobar, 2016). En estudios urbanos como los realizados en Bogotá, São Paulo y Ciudad de México, se abordan temas como movilidad, agua o seguridad alimentaria mediante alianzas entre arquitectos,

epidemiólogos, ingenieros, artistas y comunidades. Estos proyectos, aunque sin la nominación explícita de transdisciplinares, encarnan sus principios mediante lectura situada, experiencia vivida, apertura a lo extraacadémico y diálogo intercultural.

También en el ámbito educativo, iniciativas como las de la Universidad Veracruzana articulan ciencia, arte y comunidad en torno a problemas territoriales. Estos programas rompen con la lógica curricular fragmentada, promoviendo co-creación de saberes y aprendizaje orientado a la transformación social (González-Gaudio & Meira-Carrea, 2020).

En salud mental, equipos interdisciplinarios en zonas rurales de Colombia y Perú han colaborado con curanderos y líderes comunitarios para diseñar estrategias culturales frente al suicidio juvenil y la depresión colectiva. Estas propuestas evitan imponer protocolos biomédicos y reconocen la diversidad de significados del dolor y la sanación.

En todos estos casos, las prácticas que integran, transversalizan o desestructuran el saber disciplinario responden a urgencias reales. Para evitar que deriven en eclecticismos sin rigor, se requiere actitud crítica y vigilancia epistemológica constante.

### **Indisciplinarietà y ruptura epistémica**

Más allá de los enfoques inter- y transdisciplinarios, surge la indisciplinarietà, propuesta por Carlos Eduardo Maldonado, entendida como apuesta crítica que desborda la organización tradicional del conocimiento y piensa desde los márgenes del sistema científico-institucional (Maldonado, 2014).

La indisciplinarietà cuestiona los fundamentos del orden disciplinar. Representa un gesto político, ontológico y epistemológico que resiste las lógicas normalizadoras de la ciencia moderna como la eficacia, la predictibilidad y la estandarización, y promueve apertura, creatividad y multiplicidad.

Esta insubordinación cognitiva exige abandonar la comodidad de marcos teóricos consolidados y abrirse al pensamiento emergente, a la incertidumbre y a lo imprevisto. Implica habitar paradojas, sostener tensiones y formular preguntas desde los límites. En lugar de recorrer senderos trazados, crea rutas en territorios epistémicos inexplorados.

La actitud crítica se proyecta en una educación indisciplinaria destinada a formar sujetos capaces de pensar desde la incertidumbre, la contradicción y la apertura ontológica. Supone desaprender taxonomías académicas, desmontar dispositivos que fragmentan el saber y habilitar experiencias de pensamiento que trascienden la repetición de lo instituido.

En la práctica, la indisciplinaria enfrenta estructuras académicas como los currículos, los comités de evaluación, las convocatorias y las revistas diseñadas para validar trayectorias disciplinares estables. Por esta razón, con frecuencia resulta marginada o neutralizada. Esta tensión exige comprenderla como una actitud transversal capaz de dinamizar enfoques inter y transdisciplinarios. Irrumpe, desestabiliza zonas de comodidad y amplía horizontes de posibilidad.

Su papel radica en la crítica al pensamiento cerrado y autocomplaciente. Denuncia puntos ciegos de la ciencia, abre preguntas y mantiene vivo el ejercicio de pensar desde lo imprevisto. Ofrece condiciones para la emergencia de nuevas cuestiones y demanda mayor coherencia, apertura y compromiso con contextos reales de producción de conocimiento.

### **Implicaciones de la transdisciplinaria en la investigación científica**

El método científico positivista fragmenta objetos de estudio suponiendo que la suma de partes equivale al todo. Aunque efectivo en laboratorio, presenta limitaciones ante desafíos contemporáneos pues excluye formas alternativas de conocimiento y dificulta la comprensión de fenómenos complejos, interrelacionados y dinámicos.

La observación científica se considera neutra, aunque el observador participa en la construcción de aquello que describe. Desde el constructivismo, una teoría explica experiencias codificadas del observador, y las propiedades del sistema cognoscente delimitan lo observable y sus explicaciones posibles. Se confunde descripción con explicación, ya que las leyes formulan regularidades sin exponer causas.

El paradigma de la complejidad invita a reformular bases epistemológicas. Integra la vocación analítica de las ciencias naturales con la perspectiva crítica y transdisciplinaria de las humanidades. Advierte que la hiperfragmentación impide comprender fenómenos que involucran múltiples niveles biológicos, sociales, culturales y ecológicos en interacción.

La interdisciplinariedad atenúa la especialización, aunque resulta insuficiente para captar el entrelazamiento profundo de la realidad. Por ello, la complejidad propone reorganizar el conocimiento mediante transdisciplinariedad, orientada a sistemas complejos considerados como totalidades organizadas. Tal enfoque comprende interacciones, retroacciones y emergencias que configuran los fenómenos reales (Núñez y Pérez, 2003).

Este paradigma redefine la formulación de problemas, transforma la arquitectura metodológica y amplía el repertorio de saberes válidos. La investigación se convierte en práctica situada, dialógica y ética: proceso recursivo con aperturas, incertidumbre, negociación y resignificación constante. Demanda sensibilidad epistémica, disposición ante lo incierto y marcos institucionales flexibles.

Reconoce la legitimidad de saberes extraacadémicos como experiencias, conocimientos populares, cosmovisiones ancestrales y prácticas artísticas, y convierte la ciencia en coproducción de sentido. Este reconocimiento democratiza el conocimiento y favorece investigaciones más justas y pertinentes, como herramienta potencial de emancipación ante desigualdades estructurales.

El paradigma enfrenta riesgos como la vaguedad al diluir el rigor metodológico, el eclecticismo por falta de coherencia interna o el uso discursivo sin efectos reales. Por ello, exige vigilancia epistemológica, ética de la incompletitud y voluntad de aprendizaje mediante el conflicto. Promover esta orientación requiere cambios profundos: esquemas alternativos de formación, evaluación y financiación, espacios híbridos, prácticas pedagógicas críticas e indicadores que valoren procesos cualitativos y transformadores en lugar de métricas cuantitativas. La transdisciplinariedad redefine sujetos investigadores, problemas, métodos y fines, orientando la construcción de una ciencia responsable, creativa, compleja y comprometida con la vida.

### **Reflexiones finales**

El recorrido desarrollado a lo largo de este capítulo evidencia que las diversas modalidades de interacción disciplinaria, desde la cooperación mínima de la multidisciplinariedad, la colaboración estructurada de la interdisciplinariedad, la integración transformadora de la transdisciplinariedad hasta la crítica radical de la indisciplinariedad, deben comprenderse como formas tensionales, situadas y complementarias para abordar la complejidad de los fenómenos contemporáneos.

Cada modalidad responde a problemas, contextos y marcos institucionales específicos. Su valor reside en ofrecer herramientas epistémicas, metodológicas y éticas ajustadas a las características de los objetos de estudio y a las condiciones sociales de producción del conocimiento. El desafío consiste en discernir con rigor cuál resulta más pertinente según el problema investigado, los actores implicados y los fines perseguidos.

La transdisciplinariedad, concebida como paradigma que articula saberes, valores y prácticas, emerge como respuesta a la crisis de sentido que atraviesa la ciencia moderna. Su apuesta por religar lo separado, reintroducir al sujeto en la producción de conocimiento y situar el saber en la trama viva de lo real implica una reconfiguración profunda del pensamiento científico contemporáneo. Para que esta promesa se materialice más allá de la retórica celebratoria, requiere dispositivos operativos sólidos, protocolos metodológicos claros y estructuras institucionales capaces de sostener su praxis transformadora.

La indisciplinariedad desempeña un papel clave en la crítica epistémica. Su fuerza surge menos de una metodología consolidada y más de su capacidad para dislocar órdenes establecidos, desnaturalizar fronteras del conocimiento y habilitar la emergencia de nuevas preguntas. Como actitud de ruptura, mantiene activa la posibilidad de pensar desde lo incierto, lo marginal y lo aún innombrado. Su mayor aporte consiste en dinamizar otros enfoques, obligándolos a revisar límites, exclusiones y pretensiones de completitud.

La interdisciplinariedad continúa siendo una vía legítima para reconfigurar objetos de estudio, formular preguntas y articular metodologías diversas. Fortalecerla evita su reducción a ejercicios de yuxtaposición. Su potencia radica en generar síntesis creativas entre saberes diferenciados, siempre que exista una voluntad explícita de diálogo, traducción mutua y construcción compartida de sentido.

El pensamiento complejo actúa como hilo articulador que otorga coherencia a estas modalidades. Se manifiesta menos como teoría unificada o receta metodológica y más como actitud epistemológica crítica y creativa que reconoce la multidimensionalidad, la incertidumbre, la retroactividad, la emergencia y la autoorganización como propiedades constitutivas del mundo. Pensar desde la complejidad reformula el rigor, entendido como sensibilidad ante la paradoja, la contradicción y el devenir.

Esta concepción plural, dinámica y situada del conocimiento exige abandonar ilusiones totalizadoras y asumir una racionalidad abierta, relacional y comprometida. En un mundo atravesado por crisis ecosociales, polarizaciones políticas, dislocaciones culturales y transformaciones tecnológicas aceleradas, las ciencias dejan de operar desde la neutralidad, la autonomía y la autosuficiencia. Requieren repensarse, religarse y reorientarse para comprender el mundo y contribuir activamente a su transformación.

El horizonte epistémico que se perfila remite a una ecología de saberes, como plantea Boaventura de Sousa Santos, donde formas de conocimiento diversas dialogan, se tensionan y potencian mutuamente. Esta ecología se edifica desde la diferencia, la reciprocidad y la apertura crítica.

El llamado apunta a transformar tanto los marcos conceptuales de la ciencia como sus condiciones materiales e institucionales: sistemas de evaluación, estructuras curriculares, dispositivos pedagógicos, criterios de financiación. En ausencia de estas transformaciones, toda propuesta epistémica corre el riesgo de permanecer en la marginalidad o la inoperancia.

El pensamiento complejo y las formas alternativas de organización del saber ofrecen más que soluciones acabadas o fórmulas cerradas. Constituyen invitaciones a una tarea inacabada, que demanda humildad epistémica, voluntad de diálogo, sensibilidad ética y compromiso político. Así se construye un conocimiento verdaderamente pertinente, capaz de habitar, cuidar y transformar el mundo.

**Tabla 5: Definiciones, características, diferencias y coincidencias entre autores**

Elementos / Autores	Basarab Nicolescu	Edgar Morin	Carlos Delgado Díaz	Julie Thompson Klein
<b>Definición</b>	La transdisciplinariedad concierne, como sugiere el prefijo <i>trans</i> , a lo que está <i>entre, a través y más allá</i> de toda disciplina. Su finalidad es comprender la realidad contemporánea	La transdisciplinariedad implica esquemas cognitivos que atraviesan las disciplinas, a menudo con tal fuerza que las desestabilizan. Está asociada a la cooperación, la articulación y la construcción de un	La transdisciplina es un esfuerzo investigativo orientado a articular conocimientos provenientes de diferentes objetos de estudio disciplinarios, multidisciplinarios o interdisciplinarios,	Se refiere a un sistema común de axiomas para un conjunto de disciplinas. Klein retoma a Piaget, quien concebía la transdisciplinariedad como una fase avanzada de integración epistemológica, en la que emergen

<b>Elementos / Autores</b>	<b>Basarab Nicolescu</b>	<b>Edgar Morin</b>	<b>Carlos Delgado Díaz</b>	<b>Julie Thompson Klein</b>
	mediante la unidad del conocimiento.	proyecto común, siendo un elemento fecundo en la historia de las ciencias.	generando así un corpus teórico que trasciende los marcos disciplinares convencionales.	estructuras y patrones comunes del pensamiento que podrían desembocar en una teoría general.
<b>Características</b>	Se centra en la dinámica generada por la interacción entre distintos niveles de realidad. Su metodología se fundamenta en tres pilares: los niveles de realidad, la lógica del tercero incluido y la complejidad. La transdisciplinariedad no sustituye las disciplinas, se nutre de ellas y las retroalimenta.	Destaca por la cooperación, la articulación de saberes, la construcción de un objeto común y el desarrollo de un proyecto compartido. Constituye un pilar metodológico clave en la arquitectura del pensamiento complejo.	No elimina las disciplinas, aunque pone fin a su pretensión de autosuficiencia. Propicia un diálogo progresivo entre saberes que, mediante puentes conceptuales y metodológicos, construyen un conocimiento articulado y transformador.	Presenta a la transdisciplinariedad como un "tronco común" que articula disciplinas dentro de procesos de investigación científica, facilitando la emergencia de nuevas configuraciones epistémicas.
<b>Diferencias entre autores</b>	Su concepción es más estructurada metodológicamente. Introduce elementos claves como los niveles de realidad, la lógica del tercero incluido y el principio de complejidad, lo que la distingue de propuestas más pragmáticas o descriptivas.	A diferencia de Klein, su planteamiento está íntimamente ligado al paradigma de la complejidad y a una crítica profunda a la fragmentación del conocimiento.	Su propuesta se alinea con la de Morin y Nicolescu, aunque se enfoca más en la articulación progresiva de saberes que en una estructura epistemológica formalizada.	Se centra más en los aspectos organizacionales e históricos de las relaciones interdisciplinarias, y menos en la dimensión ontológica o epistemológica que proponen Nicolescu o Morin.
<b>Coincidencias y semejanzas</b>	Todos los autores coinciden en que la transdisciplinariedad trasciende las disciplinas, promueve la cooperación entre			

Elementos / Autores	Basarab Nicolescu	Edgar Morin	Carlos Delgado Díaz	Julie Thompson Klein
	saberes y elimina fronteras rígidas entre campos del conocimiento. Reconocen que no reemplaza la perspectiva disciplinaria, la complementa. Comparten la incorporación del enfoque de la complejidad como condición necesaria para abordar fenómenos contemporáneos.			

*Elaboración propia*



**Basarab Nicolescu, Edgar Morin,  
Carlos Delgado Díaz, Julie Thompson Klein  
Imagen producida con IA**



## Capítulo 4

# La educación ambiental desde la perspectiva del paradigma emergente de la complejidad

## La educación ambiental desde la perspectiva del paradigma emergente de la complejidad

La crisis ambiental contemporánea trasciende lo ecológico: constituye una crisis civilizatoria. En ella convergen fracturas epistemológicas, culturales y éticas que transforman nuestras formas de conocer, habitar y actuar en el mundo. En este contexto, la Educación Ambiental (EA) exige más que la transmisión de información sobre recursos naturales o el fomento de conductas verdes: demanda una revisión profunda de los fundamentos cognitivos y culturales del modelo moderno que ha conducido a esta situación. El pensamiento complejo, en especial el desarrollado por Edgar Morin, ofrece un horizonte epistemológico y pedagógico alternativo capaz de reconfigurar la EA como proyecto de transformación social y cultural.

El paradigma de la complejidad desafía la fragmentación disciplinaria, la racionalidad técnico-instrumental y la neutralidad valorativa que han prevalecido en la educación moderna. Con la acumulación de datos aislados, Morin (1999) reivindica una "cabeza bien puesta", es decir, una inteligencia que contextualiza, relaciona e integra saberes diversos. Bajo este enfoque, la EA trasciende la especialización técnica y se configura como un proceso formativo orientado a la comprensión crítica, la corresponsabilidad y la acción transformadora en un mundo interdependiente.

Durante décadas, la EA operó bajo una lógica reduccionista, funcionalista y tecnocrática. Su implementación se centró en modificar comportamientos individuales y gestionar recursos naturales, sin interpelar las estructuras culturales, políticas y económicas que sostienen la crisis ecológica. Esta visión resultó insuficiente para comprender fenómenos socioambientales que son, simultáneamente, ecológicos, sociales, económicos, culturales y éticos. Como

advierte Morin (2000), el conocimiento fragmentado, especializado y descontextualizado limita la comprensión de la complejidad del mundo y, por tanto, la capacidad de responder a sus desafíos. Esta limitación se trasladó a la EA, que quedó atrapada en enfoques pedagógicos lineales e instrumentalistas. Ante ello, el pensamiento complejo plantea una inflexión epistemológica y pedagógica: transitar de la enseñanza de contenidos hacia la formación de una racionalidad crítica, situada y ecológica.

### **Principios de la complejidad aplicados a la Educación Ambiental**

Reconfigurar la Educación Ambiental desde el paradigma de la complejidad implica transformar objetivos, fundamentos epistemológicos y metodologías. Entre los principios clave se encuentran:

- **Contextualización del conocimiento:** Todo saber es situado. Ningún conocimiento posee neutralidad ni universalidad. Morin (2000, p. 60) subraya que "todo conocimiento debe ser contextualizado para ser pertinente". En Educación Ambiental, esto implica partir de los territorios, sus problemáticas concretas, memorias ecológicas y prácticas culturales. La globalización pierde legitimidad cuando invisibiliza la singularidad de los contextos locales.
- **Inter y transdisciplinariedad:** Los problemas ambientales exceden los marcos disciplinares. En palabras de Nicolescu (2008, p. 4), la transdisciplinariedad aborda lo que está entre las disciplinas, a través de las disciplinas y más allá de ellas. La Educación Ambiental articula saberes científicos, técnicos, filosóficos y populares en un diálogo fecundo que cuestiona jerarquías epistémicas y genera nuevas formas de comprensión.
- **Pensamiento dialógico:** La realidad está atravesada por tensiones y contradicciones irreductibles a síntesis simplificadoras. La dialógica propuesta por Morin permite sostener elementos opuestos como orden y desorden, individuo y colectividad, razón y afecto, entendidos como dimensiones que coexisten en lo real. Esta perspectiva enriquece la Educación Ambiental al concebir la sostenibilidad como construcción dinámica, situada y conflictiva.
- **Ética de la responsabilidad planetaria:** Educar ambientalmente implica formar sujetos éticos, conscientes de la interdependencia entre humanidad y biosfera. Leff (2006, p. 139) sostiene que la Educación Ambiental contribuye

a reconfigurar racionalidades y sentidos de vida en función de la sustentabilidad. Esta ética surge en la experiencia compartida, el diálogo y el reconocimiento de la vulnerabilidad común.

- **Ecología de la acción:** Toda acción genera efectos que escapan a secuencias lineales, muchas veces imprevistos. La Educación Ambiental requiere formar para actuar con conciencia de la incertidumbre, desarrollando la capacidad de anticipar, reflexionar y corregir. La ecología de la acción (Morin, 2001) promueve una praxis cuidadosa, flexible y situada, orientada a transformar sin reproducir las lógicas criticadas.

Transformar la EA implica renovar profundamente sus prácticas pedagógicas. La eco-pedagogía compleja se presenta como una alternativa crítica, dialógica y emancipadora, inspirada en la tradición freireana de la educación como praxis liberadora. Según Freire (1997, p. 34), "la educación no cambia el mundo, cambia a las personas que van a cambiar el mundo". Desde esta inspiración, la EA compleja habilita preguntas, reflexión colectiva y acción transformadora.

Este enfoque replantea el rol docente: deja de ser transmisor de saberes para convertirse en mediador, facilitador y aprendiz. La clase se transforma en un laboratorio de problematización donde los saberes emergen del diálogo entre experiencias, conocimientos previos y desafíos del entorno. El aula se abre al territorio, y la escuela se articula con redes comunitarias, movimientos sociales y procesos de resistencia ecológica.

La evaluación también se redefine: más allá de medir competencias técnicas, valora la capacidad de análisis crítico, el compromiso ético, la cooperación y la creatividad. La eco-pedagogía compleja constituye una apuesta ontológica y política por formar sujetos capaces de habitar el mundo con conciencia, solidaridad y responsabilidad.

### **Origen histórico de la Educación Ambiental: del ecologismo a la complejidad**

La EA surge a mediados del siglo XX como respuesta a la creciente degradación ambiental denunciada por la comunidad científica y los movimientos sociales. Documentos como la Declaración de Estocolmo (1972) y el Informe Brundtland (1987) promovieron su inclusión en la educación formal. Este impulso inicial adoptó un enfoque ecologista de raíz biologicista, centrado en la conservación de la naturaleza y en la modificación de conductas individuales.

Este modelo, aunque pertinente en su momento, reveló pronto sus límites. Careció de una interpelación a las raíces estructurales de la crisis ecológica y dejó sin articular una visión sistémica de la relación entre sociedad y naturaleza. Con el tiempo, surgieron enfoques más integradores, vinculados a la justicia ambiental, la participación ciudadana y la sostenibilidad territorial.

En América Latina, el pensamiento crítico y la pedagogía de la liberación ampliaron los horizontes de la Educación Ambiental al incorporar una lectura política, histórica y cultural de los conflictos socioambientales. La magnitud de la crisis actual, más que ecológica, civilizatoria, exige una resignificación epistemológica profunda. La Educación Ambiental pierde fuerza si se sostiene en los cimientos de un paradigma determinista, simplista y lineal. Requiere apertura a la emergencia, la incertidumbre, la autoorganización y la relacionalidad.

Desde esta perspectiva, el paradigma de la complejidad deja de ser una moda académica o una renovación conceptual superficial. Se convierte en condición de posibilidad para reconfigurar la Educación Ambiental como proyecto civilizatorio. Una racionalidad compleja ofrece herramientas para formar sujetos capaces de pensar y actuar en un mundo interdependiente, incierto y profundamente dañado, aunque todavía transformable.

## **Problemas ambientales**

Los problemas ambientales contemporáneos son manifestación sintomática de una crisis civilizatoria que conjuga dimensiones ecológicas, sociales, económicas, culturales, tecnológicas y éticas. Reducirlos a externalidades económicas o a "malas prácticas" individuales perpetúa una mirada simplista e ineficaz. Desde el pensamiento complejo, estos problemas emergen de redes causales no lineales, retroalimentaciones y umbrales críticos que desbordan la lógica clásica de causa-efecto. Exigen marcos interpretativos capaces de integrar incertidumbre, contingencia y relacionalidad (Morin, 2000).

Históricamente, las presiones antrópicas sobre la biosfera, tales como la extracción de materias primas, la producción industrial, el consumo masivo y la disposición de residuos, han sobrepasado la capacidad de carga del planeta (Wagner, 2016). La llamada Gran Aceleración, iniciada tras la Segunda Guerra Mundial, disparó los indicadores de consumo energético, urbanización y pérdida de biodiversidad, clausurando la estabilidad del Holoceno e inaugurando el Antropoceno, una era en

la que la humanidad se ha convertido en fuerza geológica dominante (Steffen et al., 2015).

El cambio climático constituye el emblema de esta transición. Expresa un modo de producción y consumo energívoro, sostenido por la fe en un progreso tecnológico ilimitado (Latour, 2017). Sus efectos, como eventos meteorológicos extremos, desplazamientos de poblaciones y crisis alimentarias, revelan la vulnerabilidad sistémica del modelo civilizatorio moderno. La lógica tecnocrática que plantea soluciones exclusivamente ingenieriles, como la geoingeniería o las compensaciones de carbono, reproduce el paradigma que generó el problema y desplaza el debate ético y político.

La pérdida acelerada de biodiversidad representa un síntoma crítico. La deforestación, la expansión del agronegocio y la minería a gran escala erosionan ecosistemas y eliminan saberes bioculturales que han coevolucionado con ellos. La extinción implica desaparición de especies y homogenización de lenguajes, cosmovisiones y prácticas culturales que sostienen la resiliencia socioecológica (Toledo, 2013). Se trata de una forma de violencia epistémica que impone una relación utilitarista y colonial con la naturaleza.

En paralelo, la crisis de los residuos, en particular el auge del plástico, evidencia los límites de la economía lineal basada en extraer, producir y desechar. Cada año, millones de toneladas de desechos terminan en los océanos, fragmentándose en microplásticos que penetran cadenas tróficas y cuerpos humanos. Resolver este desafío requiere superar la frontera tecnológica, como el reciclaje avanzado, mediante una transformación cultural de los patrones de producción y consumo, replanteando la noción misma de valor y obsolescencia (Gregson et al., 2015).

La escasez de agua dulce confirma la interdependencia entre degradación ecológica y justicia social. La sobreexplotación de acuíferos, la contaminación por agroquímicos y la privatización de servicios públicos convierten el acceso al agua en un campo de disputa política (Acosta, 2013). El llamado estrés hídrico refleja que los conflictos ambientales también son distributivos y democráticos, y plantea interrogantes fundamentales sobre quién decide respecto a los bienes comunes y con qué fines.

En el ámbito urbano, la problemática se intensifica. Metrópolis expandidas sobre suelos impermeables concentran contaminación atmosférica, déficit de áreas verdes, segregación socioespacial y vulnerabilidad con desastres. Las periferias

latinoamericanas, marcadas por informalidad y exclusión, encarnan la intersección entre desigualdad social y riesgo ambiental. Estas configuraciones muestran que la sostenibilidad exige justicia ambiental y redistribución del poder en la planificación territorial (Harvey, 2012).

Para orientar alternativas de transformación, la economista Kate Raworth (2018) propone el modelo de la Economía Rosquilla, que integra doce umbrales sociales mínimos, como agua, alimento, salud, educación, energía, vivienda digna y trabajo justo, junto con nueve límites planetarios que deben respetarse, entre ellos el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la acidificación oceánica y la contaminación química. El espacio seguro y justo para la humanidad se halla en la rosquilla, una zona comprendida más allá de la deprivación social y por debajo del techo ecológico. Este marco traslada el debate del crecimiento económico abstracto al bienestar humano dentro de límites biofísicos finitos, resignificando el desarrollo como equilibrio dinámico entre suficiencia material, justicia distributiva y resiliencia ecosistémica.



Fuente: <https://doughnuteconomics.org/>

Incorporar la Economía Rosquilla a las políticas públicas sin un giro epistemológico conlleva el riesgo de quedar en la retórica. Para evitarlo, es fundamental operacionalizar sus indicadores en planes territoriales, presupuestos participativos e instrumentos de evaluación que articulen ciencia, saber local y deliberación democrática. De otro modo, la rosquilla será apropiada por discursos de sostenibilidad débil que encubren el extractivismo.

La educación cumple una función estratégica en este viraje. Diversos autores destacan que los sistemas educativos moldean imaginarios, valores y habilidades cuyos efectos se proyectan a largo plazo (Gómez, 2019). Una Educación Ambiental anclada en el paradigma de la complejidad trasciende la difusión de catástrofes centradas en el miedo y habilita aprendizajes que vinculan análisis crítico, sensibilidad ética y acción colectiva. Esto implica:

- Currículos integrados que articulan ciencias naturales, sociales y humanísticas
- Metodologías participativas, como aprendizaje-servicio, investigación-acción y laboratorios ciudadanos, que vinculan escuela, territorio y comunidad, fomentando la agencia transformadora
- Evaluaciones cualitativas orientadas a procesos de reflexión y cooperación
- Alfabetización ecológica crítica que entrelaza saberes científicos, locales y ancestrales, contrarrestando la hegemonía tecnocrática y reconociendo la pluralidad ontológica de la naturaleza

Tales transformaciones educativas enfrentan el paradigma clásico reduccionista, mecanicista y lineal, aún dominante en América Latina. Políticas ambientales fragmentadas, programas escolares sobrecargados y dispositivos de evaluación estandarizados dificultan la emergencia de una Educación Ambiental compleja. Persisten visiones desarrollistas que equiparan progreso con incremento del PIB y tecnificación de la producción, desatendiendo la advertencia de Leff (2018) sobre los límites del imaginario economicista sustentado en la ilusión de crecimiento infinito.

Revertir esta inercia requiere articular espacios de reflexión y acción permanentes donde confluyan universidades, movimientos sociales, gobiernos locales y sector

productivo. Estos espacios deben cultivar una ética social fundada en la interdependencia y la corresponsabilidad, capaz de reorientar la praxis económica y política hacia la sostenibilidad fuerte. Maldonado (2020) señala que la modernidad occidental emergió con una enfermedad de origen: su promesa de dominio de la naturaleza y certeza absoluta derivó en crisis de sentido y pérdida de futuro. De allí surge la urgencia de descentrar la epistemología dominante mediante la apertura a paradigmas emergentes, como la complejidad, el ecofeminismo, el Buen Vivir y la decolonialidad, que restituyen la pluralidad de mundos posibles.

En esa dirección, el concepto de desarrollo sostenible, entendido como la satisfacción de necesidades presentes preservando la capacidad de las futuras generaciones (ONU, 1987), exige revisión crítica. Es indispensable distinguir entre crecimiento económico, entendido como acumulación cuantitativa, y desarrollo, concebido como proceso cualitativo de justicia social y equilibrio ecológico (Zarta, 2018). Críticos como Girault y Sauvé (2008) alertan sobre la apropiación del discurso de la sostenibilidad por agendas que perpetúan la depredación. Una Educación Ambiental compleja debe evidenciar las tensiones entre sostenibilidad y capitalismo global, transición energética y neoextractivismo, innovación verde y colonialismo de la naturaleza.

Una estrategia integral de cambio trasciende el ámbito escolar y compromete a la familia, el barrio, los medios de comunicación, las empresas y el Estado. Configurar ciudadanías ecosociales implica reimaginar el rol de madres, padres, docentes, estudiantes, trabajadores y funcionarios como coproductores de prácticas ambientalmente pertinentes. Esto demanda plataformas de aprendizaje continuo, redes de economía solidaria, presupuestos ecológicos y mecanismos de gobernanza colaborativa que fortalezcan la corresponsabilidad en la gestión de bienes comunes.

En América Latina se reconocen avances normativos y académicos en Educación Ambiental, aunque persisten desarticulaciones entre políticas, currículos y prácticas territoriales. Frecuentemente, los programas parten de diagnósticos incompletos y se orientan a modificar conductas individuales sin transformar las estructuras que reproducen la degradación. Con este escenario, el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad ofrecen herramientas para resignificar la Educación Ambiental como subsistema transversal que propicie nuevos patrones culturales. Se trata de fomentar conductas protectoras del ambiente como acciones intencionales, dirigidas y eficaces que respondan a problemas reales y co-construyan alternativas de futuro.

Los problemas ambientales contemporáneos condensan la deriva de un proyecto civilizatorio que ignoró los límites biofísicos y la pluralidad cultural del planeta. Afrontarlos exige desmontar narrativas hegemónicas de dominio y sustituirlas por una racionalidad ecológica centrada en la vida, la justicia y la interdependencia. La Educación Ambiental compleja se perfila como catalizadora de este giro, al articular pensamiento crítico, sensibilidad ética y praxis transformadora. Su horizonte es la reinención de modos de habitar que restablezcan la coevolución entre sociedad y naturaleza dentro del espacio seguro y justo que propone la Economía Rosquilla.

Con este telón de fondo, el desafío inmediato consiste en pasar de la denuncia diagnóstica a la acción democrática, tejiendo alianzas multiescalares y multiculturales que consoliden transiciones eco-sociales justas. El tiempo histórico es breve. La posibilidad de reencantar el futuro se juega en la capacidad colectiva de imaginar, deliberar y materializar otros mundos: mundos donde el progreso se mida en la salud de los ecosistemas y la dignidad de los pueblos.

### **Reconstrucción crítica del concepto de educación ambiental**

La Educación Ambiental (EA), tal como fue concebida tradicionalmente, exige una revisión crítica que supere sus limitaciones conceptuales, metodológicas e históricas. Aunque desde la década de 1970 ha ganado visibilidad en la agenda educativa internacional, su evolución arrastra ambigüedades, reduccionismos y una débil articulación entre discurso y práctica, lo que ha limitado su eficacia con la complejidad de la crisis socioambiental contemporánea.

Uno de los principales problemas de la EA convencional es su enfoque instrumental, centrado en la transmisión de contenidos ecológicos y la modificación de conductas individuales, sin una comprensión profunda de las causas estructurales de la degradación ambiental. La educación se reduce así a un medio de adaptación al modelo dominante, sin cuestionar las lógicas de producción, consumo, exclusión y dominación que sustentan dicha crisis (Sauvé, 2005). En este marco, la EA funciona como pedagogía de la adaptación cuando lo que se requiere es una pedagogía de la transformación.

La EA ha sido formulada frecuentemente desde una lógica tecnocrática, enfocada en la gestión de recursos, la eficiencia energética y el reciclaje, sin interpelar los fundamentos epistemológicos de la relación entre humanidad y naturaleza. Esta racionalidad técnico gestional, influida por una versión débil del “desarrollo sostenible”, refuerza la visión de la naturaleza como objeto de intervención, negando su carácter relacional, su dimensión constitutiva del ser y su condición de

sujeto portador de derechos (Leff, 2004). Se reproduce así un imaginario antropocéntrico y extractivista.

En muchos contextos, la EA ha sido incorporada al currículo de manera marginal, como contenido transversal sin fuerza institucional, sin horario definido ni formación docente pertinente. Esta integración formal aunque frágil la ha convertido en una "asignatura sin cuerpo" con escaso impacto en las prácticas pedagógicas. La ausencia de una política educativa integral que articule la EA con las demás áreas del conocimiento, los territorios y los actores sociales limita su potencial transformador.

Con este panorama, resulta indispensable una reconstrucción crítica del concepto de Educación Ambiental. Esta tarea parte del reconocimiento de que la EA constituye un campo en disputa, donde convergen enfoques diversos, racionalidades contrapuestas y proyectos de sociedad divergentes. Como señala Lucie Sauvé (2002), existen múltiples corrientes de EA naturalista, conservacionista, humanista, crítica, ecofeminista, socio-constructivista cada una con su propia concepción de naturaleza, educación y sujeto. Esta diversidad expresa la complejidad de los desafíos actuales y debe entenderse como riqueza epistémica.

Desde una perspectiva crítica y compleja, la EA asume una praxis política y ética orientada a la transformación social. Esto implica redefinir fines, contenidos, métodos y sujetos. El propósito puede limitarse a educar para el medio ambiente requiere formar sujetos capaces de reconfigurar sus relaciones con la naturaleza, con los otros y consigo mismos, en clave de justicia ecológica, equidad social y sostenibilidad fuerte. La EA debe integrar conocimiento ecológico, sensibilidad estética, imaginación ética, capacidad de agencia y pensamiento crítico.

En el plano metodológico, la EA debe abrirse a formas de aprendizaje que incorporen experiencia, emoción, corporalidad, espiritualidad y acción comunitaria. Se requiere un aprendizaje situado, basado en problemas reales del entorno, con participación de actores locales y procesos de investigación acción. La escuela se transforma en espacio de diálogo de saberes donde lo científico se articula con saberes ancestrales, populares y territoriales. Esta articulación exige una epistemología pluralista que reconozca la legitimidad de múltiples formas de conocer.

La EA también debe pensarse desde la noción de formación ecosófica, propuesta por Félix Guattari (1996), que articula ecología ambiental, ecología social y ecología

mental. Esta triple dimensión permite comprender que la crisis ambiental se reduce al deterioro físico de los ecosistemas implica una ruptura de los vínculos sociales y una patología de las subjetividades. La EA debe contribuir a sanar estas fracturas mediante el fortalecimiento del lazo comunitario, la promoción del cuidado mutuo y el cultivo de una sensibilidad ecológica profunda.

Una EA compleja necesita imaginar y construir futuros alternativos. Frente al colapso civilizatorio, la educación se convierte en un laboratorio de utopías concretas donde se gestan prácticas de transición hacia otras formas de habitar el mundo. Esto exige educar para la incertidumbre, el conflicto, la creatividad y la acción colectiva.

Reconstruir críticamente la EA implica asumirla como proyecto cultural de largo aliento, enraizado en los territorios, las luchas sociales, los movimientos por la justicia climática y las experiencias comunitarias de re-existencia. Inspirada en el pensamiento complejo, esta educación busca domesticar la crisis busca habitarla con dignidad, lucidez y esperanza activa.

### **Evaluación de los procesos de educación ambiental**

Uno de los aspectos más cruciales y menos desarrollados en los programas de Educación Ambiental (EA) es la evaluación. Tradicionalmente, los procesos evaluativos han replicado lógicas cuantitativas, estandarizadas y cognitivas propias del paradigma tecnocrático.

Estas prácticas, centradas en la memorización de contenidos y la comprobación de aprendizajes individuales mediante pruebas objetivas, resultan inadecuadas para valorar las transformaciones personales, sociales y ecosistémicas que busca impulsar una EA crítica y compleja.

Desde el pensamiento complejo, evaluar implica acompañar procesos de transformación. Lo que está en juego es el saber, aunque también el ser, el sentir, el hacer y el convivir. La evaluación se entiende como práctica reflexiva, dialógica, situada y ética, orientada a fortalecer la autonomía, la coconstrucción del conocimiento y la apropiación crítica del entorno. Forma parte integral del proceso educativo, más que un mecanismo de control o de calificación.

1. Evaluación de la comprensión sistémica. Una EA compleja promueve la comprensión de las interrelaciones entre elementos naturales, sociales, culturales y económicos que configuran los problemas ambientales. Evaluar esta dimensión implica valorar la capacidad para establecer conexiones,

reconocer interdependencias, identificar contradicciones y formular preguntas pertinentes.

Instrumentos como mapas conceptuales, estudios de caso, análisis desde múltiples perspectivas, simulaciones participativas o modelos sistémicos resultan adecuados. El foco está en los procesos de razonamiento, la articulación de vínculos y la disposición para pensar desde la ambigüedad.

2. Evaluación del compromiso ético y político. La EA forma sujetos capaces de asumir posiciones éticas con las injusticias socioambientales y actuar con responsabilidad planetaria. Esta dimensión requiere evaluar actitudes, valores y disposiciones que surgen en el proceso formativo. Más allá de moralizar, se trata de habilitar espacios de reflexión donde los estudiantes elaboren sus posicionamientos en torno al cuidado de la vida, la equidad y la justicia ecológica. Portafolios reflexivos, bitácoras éticas, debates, narrativas personales, proyectos comunitarios y coevaluaciones entre pares permiten valorar la construcción de sentido y la coherencia entre discurso y acción.
3. Evaluación de las prácticas transformadoras. La EA trasciende el aula para articularse con territorios, comunidades y ecosistemas. Por ello, la evaluación considera la capacidad de generar propuestas de transformación en contextos concretos. El objetivo es imaginar e implementar soluciones sostenibles y participativas.

Metodologías como el aprendizaje basado en proyectos, campañas socioambientales, huertas escolares o investigaciones acción participativas permiten valorar procesos de planificación, toma de decisiones, gestión de conflictos, colaboración, articulación con actores y adaptabilidad.

4. Evaluación como diálogo de saberes. Evaluar implica reconocer y validar saberes académicos y extraacadémicos. Una EA compleja promueve una ecología de saberes (Santos, 2009) donde el conocimiento científico dialoga con saberes ancestrales, populares, territoriales y espirituales. Esta perspectiva exige instrumentos que reconozcan la diversidad epistémica sin imponer un único criterio de validez.

Requiere escucha activa, humildad epistémica y coevaluación con actores comunitarios, padres, líderes sociales y otros participantes. La evaluación se convierte en ejercicio intercultural, horizontal y contextualizado.

5. Evaluación institucional y política. Todo proceso educativo se inscribe en un marco institucional. Evaluar la EA implica examinar críticamente políticas públicas, normativas, prácticas escolares y culturas organizacionales que inciden en su implementación. Esto abarca desde la asignación de recursos y la formación docente hasta la flexibilidad curricular y la participación democrática.

Una evaluación compleja ofrece insumos para la mejora institucional, la innovación pedagógica y la incidencia política mediante autoevaluaciones, auditorías pedagógicas y mecanismos de rendición de cuentas ante la comunidad.

Evaluar desde el paradigma de la complejidad desplaza el foco desde la medición de resultados hacia la comprensión de procesos, desde el juicio unilateral hacia el diálogo, desde la homogeneización hacia la diversidad. La evaluación se convierte en herramienta para una educación transformadora, capaz de responder a los desafíos ecológicos y sociales contemporáneos.

### **La educación ambiental como camino hacia un pensamiento planetario**

La EA, en su expresión más profunda, se proyecta como vía hacia la construcción de un pensamiento planetario. Esta noción, central en la obra de Edgar Morin, plantea una reformulación radical de nuestra relación con el conocimiento, el mundo y los otros. Forma sujetos que se reconocen parte de una totalidad viva, interdependiente y diversa, comprometidos con habitar la Tierra desde la lucidez, la humildad y el cuidado.

El pensamiento planetario rompe con el antropocentrismo, el eurocentrismo y el utilitarismo modernos. Sitúa al ser humano como nodo dentro de una red compleja de relaciones, donde todos los seres comparten una casa común. Pensar planetariamente es pensar desde la unidad en la diversidad, desde la interrelación, desde la alteridad como base de la existencia.

La EA puede ser un dispositivo privilegiado para cultivar esta forma de pensamiento. Para lograrlo, debe superar las lógicas centradas en la competencia, la fragmentación del saber y la disociación entre razón y emoción. En su lugar, propone procesos formativos que integren razón crítica, sensibilidad estética, ética del

cuidado, espiritualidad laica, empatía y afectividad. Educar implica formar mentes lúcidas, corazones atentos y manos comprometidas.

### **Cuatro compromisos para una EA planetaria:**

- Compromiso con la vida. La EA propicia conciencia de que somos naturaleza y nuestras acciones afectan la red de la vida. Reconoce los derechos de la naturaleza y los límites ecológicos adoptando una ética biocéntrica.
- Compromiso con la justicia social y ecológica. La crisis ambiental también es crisis de justicia. Quienes menos contaminan son quienes más sufren. La EA visibiliza las desigualdades, las violencias epistémicas y las resistencias de los pueblos excluidos como fuentes legítimas de conocimiento y acción.
- Compromiso con la diversidad cultural y epistémica. Una educación planetaria se abre a múltiples saberes, lenguajes y cosmovisiones. Fomenta el diálogo entre ciencia y espiritualidad, conocimiento técnico y sabiduría tradicional, pensamiento lógico y narrativas simbólicas. Reconocer la pluralidad es condición para el cuidado común.
- Compromiso con la transformación del mundo. El pensamiento planetario impulsa acción transformadora. La EA forma sujetos críticos, participativos y esperanzados capaces de imaginar y construir alternativas al modelo civilizatorio vigente. Recupera la dimensión utópica de la educación como capacidad de soñar y materializar futuros posibles.

Estos compromisos se traducen en prácticas pedagógicas coherentes: proyectos territoriales, aprendizaje en contacto con la naturaleza, arte como vía de comprensión, trabajo colaborativo, diálogo intercultural y uso crítico de tecnologías para la creación de redes de conocimiento y solidaridad.

Implica también la autoformación del educador ambiental como sujeto reflexivo abierto al aprendizaje y al acompañamiento ético. Como afirma Morin (2000), educar es enseñar a vivir. Y vivir hoy exige sentido, conexión, responsabilidad y amor.

Una EA desde el paradigma de la complejidad se convierte en vía para un pensamiento planetario. Este pensamiento es urgencia vital. Sólo desde esa conciencia ampliada será posible enfrentar la crisis ecológica global y abrir caminos hacia una civilización más justa, compasiva y enraizada en la vida.

### **Importancia de abordar esta temática**

La urgencia de replantear la Educación Ambiental (EA) desde una perspectiva compleja constituye una necesidad civilizatoria impostergable. La crisis ecológica global, expresada en el colapso climático, la pérdida acelerada de biodiversidad, la acidificación oceánica, la desertificación, la contaminación sistémica y el agotamiento de recursos vitales, surge como resultado acumulado de un modelo de desarrollo depredador fundado en lógica extractiva, reduccionismo epistemológico y marcada desconexión entre cultura y naturaleza. Esta situación exige una transformación radical en la manera de conocer, educar, organizar las sociedades y habitar el planeta.

Uno de los pilares de esa transformación proviene de la crítica a enfoques dominantes que han reducido la EA a estrategias instrumentales, tecnocráticas y funcionalistas. En contraste, paradigmas alternativos como la ecología profunda, el ecocentrismo, la transdisciplinariedad y el pensamiento complejo proponen reconfigurar la relación entre humanidad y biosfera sobre bases éticas, ontológicas y epistémicas renovadas.

### **Entre ecología superficial y ecología profunda**

A mediados del siglo XX, Aldo Leopold y Arne Naess impulsaron la ecología profunda, corriente que desplaza la mirada antropocéntrica hacia una visión ecocéntrica. Mientras la ecología superficial concibe la naturaleza como recurso utilitario y centra su preocupación en la salud humana y la sostenibilidad del consumo, la ecología profunda afirma el valor intrínseco de todos los seres vivos y de los ecosistemas con independencia de su utilidad instrumental. Esta corriente sostiene que el ser humano se encuentra inmerso y dependiente de los ciclos vitales planetarios.

El ecocentrismo, corriente posantropocéntrica específica, reconoce tanto el valor de cada forma de vida como el valor sistémico de los ecosistemas en su conjunto. Esta visión desafía la lógica del crecimiento económico ilimitado y el dominio tecnocientífico. En educación implica pasar de enseñar sobre el ambiente a aprender con y desde el ambiente en reciprocidad y copertenencia.

Existen dos tendencias epistemológicas en la EA. La primera, de corte modernista y afinidad positivista, enlaza con la ecología superficial y promueve cambios de conducta individuales mediante enfoques biológicos o técnicos. La segunda, antipositivista y de talante reconstruccionista crítico, cuestiona la fragmentación

disciplinar, impulsa la transdisciplinariedad y concibe la EA como campo político, ético y cultural.

Desde esta última mirada, la EA trasciende la mitigación de impactos o la enseñanza de buenas prácticas y se convierte en herramienta de transformación cultural, descolonización del conocimiento y construcción de una racionalidad ambiental basada en justicia ecosocial. Implica una crítica profunda al paradigma moderno que separa sujeto y objeto, cultura y naturaleza, razón y emoción.

Resignificar la EA a partir del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad supone una apuesta académica, política y pedagógica de alto impacto. Esta reconfiguración orienta la formación hacia la comprensión sistémica de fenómenos socioambientales, integra múltiples escalas, temporalidades, perspectivas y saberes y reconoce al sujeto cognoscente como parte activa del proceso. La educación deja de ser acto de transferencia y se convierte en espacio de coconstrucción de sentido.

Herramientas derivadas de la cibernética de segundo orden como la autoorganización, la emergencia, la retroalimentación y las redes adaptativas permiten interpretar dinámicas ambientales y transformar procesos de enseñanza y aprendizaje. La complejidad exige repensar relaciones, incertidumbres y contextos sustituyendo modelos lineales de transmisión por experiencias dialógicas, territoriales, afectivas y cognitivas que favorezcan comprensión holística y compromiso ético.

En América Latina y el Sur global, la EA ha permanecido dominada por visiones superficiales y tecnocráticas. Campañas de sensibilización fragmentarias carentes de profundidad crítica impiden que la EA actúe como eje de transformación estructural. Para revertir esta tendencia resultan imprescindibles procesos investigativos, formativos y comunitarios que resignifiquen la EA desde corrientes ambientalistas críticas como la ecología profunda, la ecopedagogía y el pensamiento complejo y construyan visiones integrales de la realidad socioambiental abiertas a enfoques inter y transdisciplinarios.

Reconfigurar la EA impacta en tres planos: académico al fomentar modelos pedagógicos situados, social al promover ciudadanías críticas y corresponsables, y político al fortalecer capacidades colectivas para el manejo democrático de bienes comunes. Esta perspectiva compleja desplaza la trivialización de los sujetos educativos. El estudiantado se vuelve coconstructor de conocimiento capaz de interpretar, problematizar y transformar su entorno. Esto demanda ambientes de

aprendizaje abiertos, horizontales y colaborativos que faciliten subjetivación ecológica y acción transformadora.

El abordaje complejo de la EA reinventa el vínculo sociedad y naturaleza desde una ética de corresponsabilidad, cuidado e interdependencia. La finalidad deja de recaer en formar técnicos ambientalistas y se orienta a formar sujetos ecológicamente conscientes, capaces de pensar el mundo con pluralidad de saberes, imaginar futuros posibles y actuar con compromiso en la transformación de sus realidades.

### **El sistema ambiental y la educación ambiental como subsistema**

Redefinir las relaciones entre humanidad, naturaleza y conocimiento exige repensar los conceptos que sustentan las prácticas educativas, especialmente en el ámbito de la Educación Ambiental (EA). Lejos de constituir una categoría cerrada, la EA debe comprenderse como subsistema articulado dentro de un sistema ambiental más amplio, cuya estructura, funcionamiento y dinámica sólo se comprenden desde una perspectiva compleja, relacional y contextual.

El concepto de sistema, trabajado por diversas corrientes del pensamiento, alude a conjuntos de elementos interrelacionados que interactúan entre sí y con su entorno. En el ámbito ambiental, este sistema se concibe como red de interacciones entre componentes físicos, bióticos, sociales y culturales, que configuran el espacio vital. Esta mirada trasciende enfoques mecanicistas y redefine el ambiente como entramado de relaciones dinámicas, retroalimentadas y coevolutivas, donde la cultura actúa como mediadora entre lo natural y lo social.

Desde esta óptica, analizar los problemas ambientales exige una visión situada, capaz de incorporar dinámicas territoriales, configuraciones culturales y estructuras de poder que inciden en la producción, el uso y la transformación del entorno. Cualquier abordaje del sistema ambiental requiere, por tanto, integrar el enfoque de la complejidad, entendido como la capacidad de articular múltiples escalas, dimensiones y niveles en interacción permanente (Morin, 2005). En esta arquitectura relacional, la EA se entiende como subsistema pedagógico y cultural que actúa en el sistema ambiental para reinterpretar, reconfigurar y transformar las prácticas sociales en torno al entorno.

El término *educare*, en su raíz etimológica, alude tanto a nutrir como a extraer lo latente. La educación es así proceso que conjuga transmisión cultural y construcción

subjetiva. En la EA, esta doble dimensión se expresa en la resignificación de los saberes colectivos, orientada a construir nuevas formas de relación con el ambiente.

La educación, entendida como práctica cultural, se inscribe en la producción simbólica del sentido, las creencias, las formas de vida y las estructuras sociales. Desde esta perspectiva, la EA adquiere una función estratégica: desplazar concepciones fragmentadas, antropocéntricas y tecnocráticas del ambiente mediante la producción de nuevas valoraciones, comprensiones y prácticas.

El ambiente se concibe entonces como sistema complejo de elementos heterogéneos e interdependientes, donde confluyen factores ecológicos, históricos, económicos y simbólicos. La EA se inserta en ese entramado para reorganizar las relaciones entre conocimiento, práctica y naturaleza a partir de una lógica integradora.

### **Funciones transformadoras de la Educación Ambiental**

Como subsistema cultural, la EA cumple funciones esenciales:

#### **1. Generar reflexión crítica:**

Abre espacios para examinar las formas en que las sociedades se vinculan con los ecosistemas. Esta reflexión se orienta a prácticas transformadoras, capaces de cuestionar el modelo de desarrollo vigente y diseñar formas alternativas de producción, consumo y organización social, basadas en la sustentabilidad fuerte.

#### **2. Empoderar sujetos sociales:**

Supera la figura del estudiante pasivo para fortalecer actores críticos, capaces de interpretar, proponer y construir conocimiento colectivo. La EA se convierte así en instrumento de democratización del saber y fortalecimiento de la ciudadanía ambiental.

#### **3. Redefinir fines y medios educativos:**

Reorienta la educación hacia estilos de vida coherentes con la sustentabilidad, impulsando culturas de suficiencia, uso racional de los recursos y reconfiguración del bienestar, entendido como armonía con la naturaleza. En palabras de Ortagaz (2018), se trata de fomentar una ética del gastar a menor velocidad los bienes del planeta, desde un paradigma de abundancia basado en calidad de vida. Esta ética se vincula con justicia ambiental, resiliencia eco-social y equidad intergeneracional.

### **Superar los reduccionismos: la EA en clave de complejidad**

Uno de los desafíos persistentes consiste en desmontar los marcos reduccionistas que han limitado históricamente a la EA, tratándola como disciplina complementaria o conjunto de acciones aisladas sin articulación con proyectos educativos institucionales ni territoriales. Superar estas limitaciones implica integrar los principios del pensamiento complejo en la planificación, ejecución y evaluación de los programas. Esto incluye:

- **Contextualizar el conocimiento:** Reconociendo su anclaje en territorios, momentos históricos y entramados sociales.
- **Fomentar inter y transdisciplinariedad:** Evitando compartimentos estancos y promoviendo el diálogo entre ciencias, saberes locales y cosmovisiones diversas.
- **Asumir la incertidumbre:** Como condición inherente a los sistemas vivos, formando para decidir en contextos ambiguos.
- **Estimular autonomía crítica:** Facilitando interpretaciones reflexivas, éticas y creativas de la realidad ambiental.
- **Reconocer la complejidad de los sujetos:** Rechazando modelos pedagógicos homogéneos y valorando la diversidad de experiencias e identidades.

La EA compleja se aleja de la simple mejora de indicadores ambientales. Es una práctica de sentido que rehace los vínculos entre conocimiento, afecto y existencia. Esto exige reconfigurar el rol docente como mediador y co-aprendiz, capaz de activar problematizaciones, diálogos y co-construcción.

El territorio cobra centralidad. El entorno se convierte en texto pedagógico vivo donde convergen saberes de la tierra, memorias colectivas, conflictos y potencialidades transformadoras. Esta territorialización del conocimiento rompe con lógicas universalistas y propicia una educación situada, afectiva y comprometida. Por ello, la EA debe dejar atrás su condición periférica y asumir una posición estructurante dentro del sistema educativo. Su horizonte es civilizatorio. Se trata de reimaginar la educación como herramienta de transición hacia sociedades justas, resilientes y sostenibles.

Articular el sistema ambiental con la EA como subsistema exige una relectura desde la complejidad. Esta perspectiva desmantela visiones fragmentadas, funcionalistas e instrumentales y propone un paradigma relacional, crítico y transformador. La EA constituye una vía para repensar formas de habitar, de organizarnos socialmente y

de construir conocimiento con sentido. El desafío es reconstruir la EA como espacio pedagógico, ético y político capaz de proyectar un nuevo imaginario civilizatorio. Un imaginario que enfrenta la crisis sin evasión, que moviliza memoria y esperanza, razón y emoción, ciencia y sabiduría. De esta forma estará a la altura del tiempo histórico que atravesamos.

### **Referentes epistemológicos de la educación ambiental desde una perspectiva compleja**

En el contexto de la actual crisis civilizatoria, ambiental, epistémica, ética y cultural, la Educación Ambiental (EA) debe liberarse de enfoques reduccionistas y paradigmas epistemológicos obsoletos. Formar sujetos capaces de comprender y transformar su realidad ecosocial exige revisar críticamente sus fundamentos conceptuales y filosóficos. Esta revisión evita reiteraciones abordadas previamente, como la distinción entre ecologías o la crítica al paradigma moderno fragmentario, y se centra en la tensión entre paradigmas, el giro hermenéutico del pensamiento ambiental y el rol de la EA como subsistema epistémico, ético y político.

1. **Una nueva racionalidad para una nueva era.** En la era planetaria, fase histórica marcada por la interdependencia global y el colapso de los límites biofísicos, es indispensable reconfigurar el marco epistémico de la mente humana. Superar tanto el antropocentrismo hedonista, que instrumentaliza la naturaleza, como los biocentrismos excluyentes requiere un horizonte policéntrico que reconozca múltiples centros de valor, humanos y otros que no son humanos, alimentando la EA desde la pluralidad ontológica y epistémica del mundo.

Esta orientación rompe con la racionalidad ilustrada basada en la disyunción entre sujeto y objeto, y habilita una visión relacional, situada y transdisciplinaria en la que el conocimiento se concibe como construcción histórica, simbólica y política. Desde este enfoque, la EA actúa como práctica hermenéutica que interroga sentidos, valores y modos de vida implicados en la crisis socioambiental.

2. **Giro hermenéutico y transición paradigmática.** El pensamiento ambiental incorpora un giro hermenéutico que desplaza marcos deterministas y funcionalistas, proponiendo una relación entre ser humano y naturaleza mediada por interpretación, diálogo de saberes y reflexión ética. Con enfoques conductistas centrados en estímulos externos, se plantea una formación orientada a la autocomprensión crítica del sujeto en su relación con el mundo.

Esta transición concibe los problemas ambientales como conflictos de sentido, disputas territoriales y crisis de valores. La EA, entonces, contribuye a reconfigurar la conciencia colectiva mediante procesos que articulan saber científico, ética del cuidado y responsabilidad política. En esta línea, pasar de un antropocentrismo fuerte a un biocentrismo relacional implica evitar tanto la absolutización humana como la negación de su capacidad transformadora.

3. **Ambientalismo humanista como crítica al modelo hegemónico.** Desde el sur global, el ambientalismo humanista emerge como respuesta a los discursos tecnocráticos y mercantilistas del desarrollo sostenible. Frente al ambientalismo moderado, que subordina la conservación al crecimiento económico, y al conservacionismo excluyente, que naturaliza la separación entre sociedad y naturaleza, esta corriente articula saberes ancestrales, prácticas locales y tecnologías apropiadas bajo el principio de sostenibilidad situada en las necesidades y valores comunitarios.

La EA, desde esta perspectiva, se ancla en los territorios como proceso de coconstrucción de sentidos, estrategias y vínculos ecológicos, reconociendo el carácter parcial y posicionado de la educación y su papel en la reproducción o transformación de visiones del mundo.

4. **Posthumanismo como crítica ontológica.** El posthumanismo, al rechazar la ontología del sujeto soberano moderno, plantea que todo ser vivo forma parte de redes de interdependencia biológica, tecnológica y simbólica. La EA, en sintonía con esta visión, impulsa una transformación de la subjetividad hacia formas de habitar multiespecie.

Esta transformación incorpora una dimensión estética, afectiva y espiritual que desborda el racionalismo utilitario. Como señala Nadales, la ecología profunda, afín al posthumanismo, se manifiesta como práctica ética y existencial que unifica pensamiento, sentimiento y acción. En consecuencia, la EA cultiva nuevas sensibilidades, propiciando una reapropiación del mundo de la vida en clave ecosocial.

5. **Implicaciones epistemológicas de la EA compleja.** Una EA con fundamentos complejos trasciende las dicotomías que estructuraron la educación moderna: naturaleza y cultura, sujeto y objeto, ciencia y valores, teoría y práctica. Su carácter transdisciplinario exige articular saberes

científicos, éticos, artísticos, políticos y espirituales en función de la comprensión y transformación ecosocial.

Desde esta óptica, la EA orienta procesos de regeneración más que de sostenibilidad superficial. Invita a repensar contenidos, métodos, fines y posicionamientos educativos, desplazando el foco hacia la construcción colectiva de sentidos, prácticas y subjetividades.

Introduce autorreflexión crítica al interrogar al educador, la institución y el conocimiento mismo en relación con el modelo de desarrollo dominante. Como plantean Alvarado y García, citados por López y otros autores, una EA sociocrítica promueve acción reflexiva participativa para transformar relaciones sociales y ambientales.

6. **EA como matriz transversal de cambio.** La EA orienta integralmente la acción educativa desde el currículo hasta los vínculos comunitarios, desde los métodos pedagógicos hasta las formas de evaluar, desde la infraestructura escolar hasta el arraigo territorial. Su triple pertinencia social, ambiental y educativa la posiciona como eje estratégico del presente.

Actúa como espacio de confluencia entre pensamientos, pedagogías y luchas sociales, articulando tradición y renovación, resistencia y creación, utopía y praxis. La pluralidad de posiciones que históricamente la han constituido representa su mayor fortaleza. Se manifiesta en la capacidad de adaptarse, dialogar y reinventarse con los desafíos contemporáneos (Sauvé, Orellana y Sato, 2002).

Revisar y ampliar los referentes epistemológicos de la EA a la luz de la complejidad permite superar visiones binarias y proyectar una educación crítica, relacional y transdisciplinaria, capaz de responder a la magnitud de la crisis civilizatoria. Esta EA abre horizontes donde la sostenibilidad se encarna como práctica situada y diversa. El desafío consiste en forjar una educación que forme conciencia, sensibilidad y compromiso colectivo. Una educación que se atreve a interrogarlo todo, incluidas sus propias bases, en nombre de la vida, la justicia y un porvenir aún posible.

### **Educación ambiental para el desarrollo sostenible y la cibernética de segundo orden: una revisión crítica desde la complejidad**

En el actual contexto global, marcado por una crisis ecosocial que desborda lo ambiental y afecta estructuras epistémicas, culturales y políticas, la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible EADS requiere una evaluación crítica

rigurosa. Este análisis trasciende las prácticas pedagógicas y las políticas curriculares para problematizar sus fundamentos teóricos, marcos epistemológicos y horizontes transformadores. La reflexión aquí desarrollada evita redundancias tratadas en capítulos previos como el debate entre ecologías superficial y profunda o la crítica a la fragmentación disciplinar y se centra en sus implicaciones metodológicas, su articulación con la ciudadanía planetaria y su vínculo con la cibernética de segundo orden y la teoría de sistemas complejos.

### **1. EADS: entre la multiplicidad de enfoques y la urgencia de renovación teórica**

La EADS ha evolucionado como un campo heterogéneo, fruto de iniciativas provenientes de organismos multilaterales, instituciones académicas, gobiernos y movimientos sociales. Esta diversidad, aunque fecunda, ha dificultado la consolidación de un cuerpo teórico sistemático. Como señalan Gutiérrez y Pozo, citando a Sauvé, Tilbury y Cooke, la EADS atraviesa una saturación conceptual sin una producción investigativa rigurosa que permita superar lo declarativo y construir una fundamentación crítica sólida. Es esencial evitar la banalización de la sostenibilidad como palabra clave o a nadido verde a modelos educativos tradicionales. Más que un objetivo instrumental, debe asumirse como categoría estructurante de la racionalidad educativa contemporánea que redefine sentido, fines y medios del quehacer formativo.

### **2. Ciudadanía planetaria: interdependencia, transnacionalidad y biom tesis**

Una de las proyecciones más significativas de la EADS ha sido su articulación con la Educación para la Ciudadanía Mundial ECM, desarrollada como continuidad del Decenio de la EDS impulsado por Naciones Unidas. Según Collado, esta propuesta integra tres componentes clave: transdisciplinari dad, compresión de la condición humana como totalidad multidimensional y biom tesis como modelo de aprendizaje basado en la interdependencia entre ecosistemas y antroposistemas.

La ECM propone una visión transcultural y transnacional que habilita la compresión de desafíos globales desde perspectivas locales interconectadas. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS se entienden como nodos de una red de problemáticas interdependientes como pobreza, cambio climático, inequidad de género, pérdida de biodiversidad y acceso desigual a la educación. La EADS, al vincularse con la ECM, propicia pensamiento planetario entendido como conciencia  tica y cognitiva de la interexistencia y de la corresponsabilidad universal.

Este enfoque exige superar el reduccionismo disciplinar. La biom tesis, en este contexto, se interpreta como metáfora epistemológica y ontológica que evidencia

que la lógica de los sistemas vivos difiere radicalmente de la lógica capitalista que rige los sistemas sociales. Esta distinción resulta fundamental para evitar la cooptación tecnocrática de la sostenibilidad.

### **3. Naturaleza, cultura y epigenética: hacia una ontología relacional emergente**

En esta misma línea, Maldonado propone la epigenética como metáfora de la co-construcción entre naturaleza y cultura. Esta visión rechaza la reducción de la cultura a un producto ambiental y se distancia de determinismos genéticos. Comprende los procesos biológicos y sociales como interacciones complejas con efectos no lineales en la configuración de sujetos, ecosistemas e instituciones.

Desde esta óptica, la EA exige aproximaciones pedagógicas situadas que reconozcan la complejidad de las trayectorias sociobiológicas y habiliten procesos de coevolución entre educación, ambiente y sociedad. La sostenibilidad se presenta así como proceso abierto, dinámico y contextualizado, más que como meta fija o normativa universal.

### **4. Cibernética de segundo orden como base metodológica de la EADS**

Un aporte decisivo para la renovación epistemológica de la EADS proviene de la cibernética de segundo orden, desarrollada por Heinz von Foerster y continuada por Gregory Bateson y Jesús Ibáñez. A diferencia de la cibernética de primer orden, centrada en sistemas observados, esta perspectiva se focaliza en sistemas observantes, es decir, en cómo los sujetos construyen activamente las realidades que buscan comprender.

Aplicada a la educación, esta concepción transforma el rol de docente, estudiante y conocimiento. La tarea educativa deja de consistir en transmitir contenidos para convertirse en la creación de condiciones que permiten a los sujetos reconocerse como constructores de sentido en diálogo con otros y con su entorno. La EADS diseña experiencias pedagógicas orientadas a la reflexión compartida, la des-trivialización del conocimiento y la co-construcción de saberes significativos. Entre los principios clave se destacan:

- Cuestionamiento de la objetividad. Todo conocimiento es situado y mediado por el observador
- Des-trivialización del estudiante. Se reconoce su subjetividad, creatividad y capacidad reflexiva

- Construcción activa de la realidad. El aprendizaje es reconstrucción simbólica situada y dinámica
- Diálogo como proceso cognitivo. El conocimiento emerge de la interacción, desde la reciprocidad interpretativa

Estos principios permiten reconfigurar los modelos pedagógicos, didácticos y evaluativos desde una lógica relacional, abierta y coherente con la complejidad ecosocial.

### **5. Complejidad y sistemas educativos: de la trivialización a la transformación**

Incorporar el pensamiento complejo y la cibernética de segundo orden en los sistemas educativos implica una transformación estructural que afecta evaluación, enseñanza, currículo y organización institucional. Esto conlleva:

- Diseñar sistemas pedagógicos integrados basados en proyectos, investigaciones locales, aprendizaje colaborativo y resolución de problemas reales
- Implementar evaluaciones formativas y dialógicas centradas en comprensión, cooperación, creatividad y compromiso ético
- Utilizar metodologías como investigación acción participativa, diálogo de saberes, cartografía social, mapeo de conflictos socioambientales y pedagogías del territorio
- Fomentar reflexión epistemológica continua sobre los marcos de conocimiento desde los cuales se abordan los problemas ambientales

La EADS, en este marco, se configura como sistema educativo alternativo orientado a la formación de sujetos capaces de leer críticamente su realidad, imaginar futuros posibles y actuar transformativamente. La EADS, para responder a los desafíos contemporáneos, deja atrás enfoques normativos, funcionalistas y conductistas. Su transformación integra la cibernética de segundo orden, la epigenética, la teoría de sistemas complejos y el pensamiento transdisciplinario en una praxis educativa situada, dialógica y reflexiva. Esta transformación constituye una decisión política y ética. Supone redefinir la educación como espacio de invención de lo común, regeneración del lazo eco-social y apertura hacia una racionalidad convivencial. Así, la EADS se constituye como eje estructurante del cambio civilizatorio que demanda el siglo XXI.

## **Aportes esenciales del pensamiento complejo a la Educación Ambiental**

Cinco principios estructurantes reorientan la práctica educativa:

- Interdisciplinariedad radical. Integración de saberes científicos, ancestrales, populares y filosóficos para abordar la complejidad ecosocial
- Ecología de la acción. Formación para prever, adaptarse y corregir ante las consecuencias múltiples e imprevisibles de toda acción
- Ética del cuidado. Sostenibilidad basada en una ética relacional que promueve la corresponsabilidad
- Pensamiento emergente. Educación como proceso en espiral atravesado por incertidumbres, errores y aprendizajes inesperados
- Relacionalidad sistémica. Comprensión de lo ambiental articulada con lo social, económico, cultural y simbólico

Estos principios configuran una pedagogía de la complejidad donde aprender implica desplegar conciencia crítica, construir sentidos compartidos y habitar el mundo de manera diferente.

### **Tres rupturas necesarias**

La Educación Ambiental compleja demanda rupturas fundantes:

- Epistemológica. Reemplazo de la racionalidad instrumental por una construcción colectiva, situada y dialógica del saber
- Pedagógica. Superación del paradigma vertical mediante espacios horizontales donde la voz del estudiante, la comunidad y el territorio sean centrales
- Política. Abandono de la neutralidad. Educar ambientalmente implica posicionarse ante el modelo de desarrollo, la desigualdad ecológica y los conflictos territoriales

La Educación Ambiental constituye un campo de disputa simbólica y material sobre el sentido del futuro, la organización de la vida en común y las formas posibles de mundo.

De cara al colapso climático, el agotamiento de recursos, el desarraigo cultural y la banalización del conocimiento, la Educación Ambiental se convierte en un acto de resistencia y esperanza.

Forma ciudadanos planetarios. Personas conscientes de su interdependencia, comprometidas con la regeneración ecológica y social, capaces de desafiar las lógicas destructivas del presente. Personas que reconocen que el cambio comienza en la manera de mirar, pensar, sentir y actuar.

La Educación Ambiental compleja deja de ofrecer respuestas prefijadas y abre preguntas esenciales:

- ¿Qué significa vivir bien en un mundo finito?
- ¿Qué estamos dispuestos a dejar atrás para que la vida continúe?
- ¿Cómo construimos un nosotros que incluya a la Tierra?

Responder estas preguntas constituye un desafío pedagógico, cultural y civilizatorio. Para materializar esta visión en los sistemas educativos se requiere una reforma profunda de las políticas públicas. Es fundamental:

- Transformar los marcos curriculares integrando la complejidad, la sostenibilidad y la justicia ecosocial
- Promover formación docente continua en pensamiento complejo, pedagogías críticas y metodologías participativas
- Crear indicadores de calidad centrados en impactos éticos, ecológicos y comunitarios
- Fortalecer el vínculo escuela territorio comunidad como base de una educación situada y transformadora

Educar desde la complejidad es una necesidad vital. Supone reencantar el vínculo entre humanidad y naturaleza. Recordar que formamos parte de un mismo tejido de vida donde cada decisión cuenta y cada gesto importa.

En tiempos de bifurcación entre colapso y regeneración entre barbarie y cuidado la Educación Ambiental compleja representa el camino necesario para reconocernos como habitantes del mundo responsables del presente y coautores del porvenir.

### **Educación ambiental y complejidad como horizonte civilizatorio**

El recorrido reflexivo emprendido en este capítulo permite afirmar que la Educación Ambiental, concebida desde el paradigma de la complejidad y nutrida por las ciencias de la complejidad, trasciende su condición de herramienta didáctica o componente marginal del currículo escolar. Representa un proyecto epistémico, ético y político que interpela el núcleo de la civilización moderna y ofrece

alternativas para transformar profundamente las formas de conocer, educar y habitar el mundo.

A diferencia de los enfoques tradicionales que reducen lo ambiental a datos sobre reciclaje o biodiversidad, el pensamiento complejo siguiendo a Edgar Morin sitúa la Educación Ambiental en el centro de un proceso civilizatorio de reaprendizaje planetario. Este proceso reconoce la interdependencia de todos los sistemas vivos, la multidimensionalidad de la crisis ecológica y la urgencia de una reconfiguración cultural centrada en el cuidado de la vida.

Durante siglos, la educación ha servido a una epistemología reduccionista que fragmentó el saber, cosificó el mundo y escindió al ser humano de la naturaleza. Esta visión alimentó un modelo de desarrollo basado en la dominación, el extractivismo y la acumulación. La Educación Ambiental compleja rompe con esa tradición. Transforma, problematiza y vincula.

La complejidad deja de ser un tema adicional y se convierte en un marco epistémico que permite abordar los problemas ambientales en sus dimensiones sistémica, histórica y política. Enseña que las soluciones simples resultan inviables con problemas complejos, y que educar implica imaginar y construir mundos distintos.

La Educación Ambiental desborda los enfoques tecnocráticos y la mera transmisión de contenidos. Su potencia radica en cultivar formas de pensamiento relacional, ético y situado, reconociendo que cada decisión se inscribe en redes de consecuencias ecológicas, sociales y culturales. Educar ambientalmente habilita la conciencia de la interdependencia, la sensibilidad ante la alteridad y el compromiso con lo común. Forma sujetos capaces de percibir el mundo como un sistema vivo y actuar desde el cuidado, la responsabilidad y la justicia.

Esta visión demanda transformar las prácticas pedagógicas. La Educación Ambiental compleja deja atrás el aula cerrada, el libro de texto y el examen estandarizado. Se nutre de la experiencia, el territorio, el diálogo de saberes y el conflicto real. Sus metodologías son activas, dialógicas, comunitarias y emancipadoras. La evaluación acompaña procesos, reconoce trayectorias y valora la transformación.



The background of the page is a dark, starry space. Overlaid on this are several large, overlapping, glowing spheres and intricate patterns of thin, curved lines. The colors are primarily shades of blue and purple, with some brighter points of light. The overall effect is one of complex, interconnected energy or data, suggesting a system of relationships or a complex network.

## Capítulo 5

# El sistema de gobierno en la negociación internacional y la complejidad

## El sistema de gobierno en la negociación internacional y la complejidad

**C**omprender la negociación internacional del siglo XXI exige trascender modelos analíticos lineales y reduccionistas. Las dinámicas geopolíticas actuales implican juegos de poder económico y militar, junto con estructuras institucionales complejas, matrices culturales diversas, procesos adaptativos e historias políticas singulares. La globalización ha disuelto las fronteras rígidas, transformando profundamente las reglas del juego diplomático.

En este contexto, el pensamiento complejo, en la línea de Edgar Morin (2007), ofrece una perspectiva epistémica adecuada para integrar múltiples niveles de análisis. Esta visión articula elementos estructurales, simbólicos y culturales, sin reducirlos a una lógica simplista. A su vez, las ciencias de la complejidad, al estudiar fenómenos como la autoorganización, la emergencia, la retroalimentación y la coevolución, proporcionan un marco operativo que permite comprender los sistemas políticos como organismos vivos, adaptativos y dinámicos (Holland, 1995).

Esta doble aproximación epistemológica y sistémica se despliega como un pensamiento dialógico. Pensar la negociación internacional desde la complejidad implica asumir la coexistencia de racionalidades diversas, tensiones constitutivas y trayectorias contingentes. La diplomacia, en este sentido, expresa la manera en que los sistemas políticos procesan la incertidumbre, organizan el conflicto y proyectan su identidad en el sistema internacional.

Desde esta perspectiva, el capítulo analiza cómo la arquitectura interna de los sistemas de gobierno de la Unión Europea, Estados Unidos y China, conformada por sus instituciones, culturas políticas y racionalidades estratégicas, condiciona su comportamiento internacional. La hipótesis sostiene que la capacidad de negociación depende menos de los recursos materiales disponibles que de la forma en que cada sistema interpreta el mundo, organiza sus decisiones y ejerce su agencia internacional.

Según Holland (1995), los Sistemas Complejos Adaptativos (SCA) son redes de agentes interdependientes que interactúan, aprenden, se retroalimentan y evolucionan. Estas redes generan comportamientos emergentes irreducibles a la suma de sus partes, y cuya adaptación al entorno depende de factores como diversidad interna, apertura, aprendizaje y autoorganización.

Aplicado a los sistemas políticos, este enfoque los concibe como ecologías institucionales en permanente interacción con su entorno. La política exterior se convierte en una función emergente del modo en que un sistema organiza su gobernanza interna y responde a señales externas. Los gobiernos actúan internacionalmente guiados tanto por intereses estratégicos como por sus capacidades cognitivas y organizativas.

En este marco, la negociación internacional constituye un espacio de coevolución donde las decisiones emergen de flujos dinámicos de información, percepción y poder. La eficacia diplomática se define por la coherencia interna, la capacidad de leer contextos cambiantes, anticipar rupturas, generar narrativas legitimadoras y sostener resiliencia estratégica. A continuación, se analizan tres configuraciones: Unión Europea, Estados Unidos y China.

### **Unión Europea: negociación multinivel y meta-agencialidad emergente**

La Unión Europea (UE) constituye un caso singular de sistema político estatalmente descentralizado que actúa como actor internacional relevante. Su arquitectura institucional multinivel, compuesta por la Comisión, el Parlamento, el Consejo y los Estados miembros, produce una forma de gobernanza compleja basada en la articulación entre los niveles supranacional y nacional. Esta organización genera lo que Jachtenfuchs y Kohler-Koch (2004) denominan meta-agencialidad emergente, en la que la UE deviene actor colectivo mediante procesos de concertación que construyen agencia común.

Desde la perspectiva de la complejidad, esta forma de acción colectiva resulta adaptativa, pues permite negociar posiciones compartidas entre actores diversos, generar legitimidad democrática y construir consensos sostenibles. Esta misma estructura introduce rigidez institucional, lentitud en la toma de decisiones y dificultad para responder ante contextos marcados por alta volatilidad. La exigencia de conciliar intereses nacionales heterogéneos restringe la capacidad de acción ágil, como se evidenció durante la guerra en Ucrania y en las negociaciones comerciales con China.

La UE privilegia el poder normativo como herramienta de influencia internacional, entendido como la capacidad de incidir mediante la proyección de normas, valores y estándares en lugar de recurrir a la fuerza (Manners, 2002). Esta estrategia refuerza una imagen de actor civilizatorio, especialmente en ámbitos como los derechos humanos, el cambio climático y la cooperación internacional. Su eficacia depende de una cohesión interna frecuentemente afectada por asimetrías económicas, tensiones ideológicas y corrientes euroescépticas.

### **Estados Unidos: adaptabilidad institucional y polarización sistémica**

El sistema político estadounidense combina centralización ejecutiva con fragmentación institucional. El presidente dispone de amplias competencias en política exterior, lo cual permite actuar con rapidez y decisión en contextos de crisis. Esta capacidad coexiste con un Congreso con facultades de bloqueo, una prensa independiente y una sociedad civil altamente movilizada. El resultado suele ser una diplomacia improvisada con escasa continuidad estratégica.

Desde la perspectiva de los sistemas complejos adaptativos, el sistema estadounidense exhibe alta reactividad en el corto plazo, aunque presenta vulnerabilidad con ciclos de polarización (Axelrod y Cohen, 2000). La alternancia entre administraciones con visiones antagónicas, como el tránsito de Trump a Biden, deteriora su credibilidad internacional y dificulta la consolidación de alianzas estables. La volatilidad interna actúa como un factor de riesgo en el escenario geopolítico.

La polarización también tiene carácter estructural. Medios de comunicación, centros de pensamiento, redes sociales y grupos de presión conforman un ecosistema fragmentado que obstaculiza la construcción de consensos estratégicos. Esta entropía institucional repercute en la política exterior, reduce su previsibilidad y fortalece la dependencia de decisiones ejecutivas unilaterales.

A pesar de estos desafíos, Estados Unidos conserva una capacidad de proyección global sin precedentes. Su dominio tecnológico, poder militar, red de alianzas e influencia cultural constituyen una plataforma estructural de poder. Esta hegemonía enfrenta cuestionamientos tanto por parte de actores emergentes como por el deterioro interno de su modelo democrático, lo cual afecta su legitimidad en el sistema internacional.

### **China: centralismo estratégico y resiliencia adaptativa**

El sistema político chino se organiza en torno a una estructura centralizada bajo el Partido Comunista Chino (PCCh), que articula planificación estratégica, cohesión ideológica y control político. Esta configuración permite decisiones rápidas y coordinadas, junto con la implementación sostenida de políticas a largo plazo. Desde la perspectiva de la complejidad, se trata de un sistema que combina estabilidad interna y capacidad adaptativa mediante un equilibrio entre control central y apertura limitada al mercado y la innovación (Kissinger, 2011).

La política exterior china responde a un pragmatismo estratégico. A través de iniciativas como la Franja y la Ruta, China ha desplegado una diplomacia infraestructural que fusiona inversión económica e influencia geopolítica. Esta estrategia, basada en acuerdos bilaterales e infraestructura, le permite configurar una arquitectura de poder global alternativa al multilateralismo occidental.

En términos de resiliencia institucional, China ha mostrado capacidad para absorber tensiones internas, tal como las protestas en Hong Kong, resistir presiones externas, tal como las sanciones de EE. UU. y sostener un crecimiento económico sostenido. Esta resiliencia, depende del desempeño económico y del control social, lo cual podría transformarse en vulnerabilidad si aumentan las demandas democratizadoras o se desacelera el crecimiento.

Respecto al soft power, el régimen ha invertido en proyectar su narrativa cultural mediante los Institutos Confucio, el cine y los medios digitales. Estos esfuerzos enfrentan resistencias en contextos donde se percibe una agenda expansionista o una amenaza a la autonomía local. La proyección cultural china enfrenta así el dilema de legitimar un modelo autoritario en un entorno internacional predominantemente liberal-democrático.

**Tabla 6: Efectos del sistema político y de gobierno en la capacidad de negociación**

<b>Categoría</b>	<b>Unión Europea</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>China</b>
Sistema político	Unión supranacional, multipartidista	República federal, presidencialista	Estado socialista de partido único
Gobierno	Multinivel, consensual	Separación de poderes, fuerte ejecutivo	Centralizado, autoritario
Velocidad de decisión	Lenta (consenso entre 27 países)	Media (presidencialismo agiliza, Congreso)	Alta (decisión centralizada)
Coherencia interna	Baja a media (intereses diversos)	Variable según partido en el poder	Alta (continuidad estratégica)
Poder de negociación	Económico, regulatorio	Económico, militar, político	Económico, político, estratégico
Obstáculos internos	Diferencias entre Estados miembros	Congreso y polarización política	Limitados por control del partido
Estilo de negociación	Basado en normas y acuerdos multilaterales	Competitivo, con liderazgo estratégico	Estratégico, enfocado en intereses a largo plazo
Transparencia	Alta	Alta (aunque politizada)	Baja

*Elaboración propia*

## **Teorías de la negociación internacional y pensamiento complejo**

La negociación internacional ha sido tradicionalmente abordada desde modelos teóricos como el realismo político, el institucionalismo liberal, la teoría de juegos o las doctrinas del Soft Power. Estos enfoques han ofrecido marcos conceptuales útiles en ciertos contextos, aunque parten de supuestos reduccionistas que simplifican la naturaleza dinámica, ambigua y conflictiva de las interacciones globales. Desde el pensamiento complejo, estos modelos pueden revisarse críticamente para

evidenciar sus limitaciones e integrar dimensiones como la incertidumbre, la emergencia, la subjetividad, la coevolución y la autoorganización.

### **Realismo: el reduccionismo del poder como principio**

El realismo clásico se basa en una concepción hobbesiana del sistema internacional: un espacio anárquico donde los Estados, considerados racionales y unitarios, compiten por maximizar su poder. La seguridad nacional se erige como prioridad suprema, y las alianzas se conciben como herramientas tácticas en una lucha continua por la supervivencia. Desde esta lógica, potencias como Estados Unidos y China actúan como entidades autosuficientes que negocian desde posiciones de fuerza relativa, en función de su supremacía militar, tecnológica o económica.

Esta perspectiva resulta limitada con desafíos globales que requieren cooperación multilateral, como el cambio climático, la ciberseguridad, las pandemias o la inteligencia artificial. El realismo configura un marco determinista y lineal, incapaz de incorporar variables emergentes, mutaciones culturales, tensiones internas o dinámicas imprevisibles.

Los Estados operan como sistemas abiertos atravesados por contradicciones, intereses múltiples y flujos transnacionales. Sus decisiones emergen de negociaciones internas, percepciones subjetivas, presiones sociales y aprendizajes institucionales. El poder se redefine como la capacidad de generar sentido, construir legitimidad y adaptarse creativamente al entorno, más allá de la simple acumulación de recursos.

### **Institucionalismo liberal: entre cooperación normativa y rigidez estructural**

Las instituciones internacionales facilitan la cooperación al reducir la incertidumbre y estabilizar expectativas. A través de reglas compartidas, mecanismos de arbitraje y espacios de deliberación, las organizaciones multilaterales configuran un entorno más predecible para los procesos de negociación. En este marco, la Unión Europea representa un modelo de poder normativo, al ejercer influencia mediante la promoción de valores como los derechos humanos, el multilateralismo y el derecho internacional (Manners, 2002). Desde la perspectiva del pensamiento complejo, los supuestos de neutralidad, estabilidad y racionalidad que sustentan este enfoque resultan problemáticos. Las instituciones operan como campos de poder en los que se disputan significados, se reconfiguran intereses y se confrontan visiones del mundo. Funcionan como arenas interpretativas que expresan dinámicas de coevolución más que como escenarios de consenso estable.

La idealización de la estabilidad institucional desconoce que los marcos normativos rígidos tienden a obstaculizar la capacidad de adaptación. En contextos caracterizados por alta incertidumbre, como las pandemias, los conflictos híbridos o las disrupciones tecnológicas, las instituciones requieren desarrollar capacidades de aprendizaje, reconfiguración operativa y respuesta ágil. La cooperación internacional se comprende, en este sentido, como un proceso evolutivo sostenido por la autorregulación, la flexibilidad organizacional y la apertura cognitiva.

### **Teoría de juegos: entre cálculo estratégico y coevolución caótica**

La teoría de juegos ha sido ampliamente utilizada para modelar escenarios de negociación estratégica. A través de esquemas como el dilema del prisionero, el juego del gallina y el juego repetido, se busca determinar estrategias óptimas orientadas a maximizar beneficios en situaciones de interdependencia conflictiva. China, con su mando unificado y planificación a largo plazo, suele ser representada como un actor calculador. La Unión Europea, en contraste, enfrenta obstáculos asociados a su estructura institucional multinivel, que exige coordinación previa entre los Estados miembros.

Esta visión se basa en supuestos de difícil aplicación empírica, como la existencia de información completa, la estabilidad de las preferencias y la racionalidad perfecta. Las negociaciones reales transcurren en medio de ambigüedades, desinformación, variaciones de intereses y transformaciones identitarias derivadas de la propia interacción. La racionalidad adopta formas situadas, históricas y frecuentemente contradictorias. El pensamiento complejo invita a concebir la negociación como un proceso de coevolución, en el cual los actores aprenden, se transforman y generan nuevos sentidos. Dinámicas como la retroalimentación, la emergencia y los bucles recursivos permiten describir esta lógica con mayor precisión que las categorías estáticas de la teoría de juegos.

La incorporación del tercero incluido, según la lógica transdisciplinaria propuesta por Nicolescu, posibilita articular soluciones integradoras con dicotomías paralizantes como soberanía y cooperación, crecimiento y sostenibilidad, seguridad y libertad.

### **Soft Power y legitimidad en disputa**

El concepto de Soft Power, desarrollado por Joseph Nye (2004), ha adquirido relevancia como categoría explicativa en el análisis de las relaciones internacionales. A diferencia del poder coercitivo, el Soft Power actúa mediante mecanismos de atracción cultural, legitimidad normativa y liderazgo simbólico. La Unión Europea se

ha proyectado como promotora de valores democráticos, derechos humanos y gobernanza ambiental. Estados Unidos ha combinado expresiones de poder duro y blando, aunque su imagen internacional ha sufrido deterioro por incoherencias externas y dinámicas internas de polarización. China ha impulsado una diplomacia cultural a través del Instituto Confucio, el cine y diversas plataformas digitales.

El Soft Power se construye como relación intersubjetiva, dependiente de la percepción externa, la coherencia narrativa y la credibilidad del emisor. En contextos de desinformación, crisis de legitimidad y tensiones culturales, su efectividad queda fuertemente condicionada. La Unión Europea enfrenta críticas cuando sus decisiones contradicen sus principios declarados, Estados Unidos por sus estándares ambivalentes y China por la desconfianza que genera la opacidad institucional y su modelo autoritario.

Desde una perspectiva compleja, el Soft Power forma parte de una ecología de relaciones simbólicas, institucionales y discursivas. Su eficacia exige coherencia entre discurso y práctica, resonancia intercultural y apertura al reconocimiento mutuo. Esto demanda una comprensión relacional del vínculo entre poder y legitimidad, sostenida por prácticas comunicativas, vínculos éticos y aprendizajes compartidos.

### **Continuidades y discontinuidades: la variable institucional**

Un aspecto clave en la negociación internacional es la estructura institucional que regula la toma de decisiones. Los sistemas democráticos, como los de la Unión Europea y Estados Unidos, atraviesan ciclos de alternancia que generan variaciones en la política exterior. La llegada de nuevas administraciones altera agendas, redefine compromisos y modifica acuerdos. Esta dinámica, valiosa para el pluralismo, introduce volatilidad estratégica.

El modelo chino, en contraste, mantiene estrategias de largo plazo con alta consistencia, sin depender de ciclos electorales. Esta continuidad se sostiene mediante estructuras con menor legitimidad democrática, escasa transparencia y restricciones participativas. Desde el pensamiento complejo, esta tensión se expresa como un equilibrio inestable entre estabilidad estructural y adaptabilidad institucional.

Cada configuración institucional debe evaluarse por su capacidad para gestionar incertidumbre, procesar diversidad y construir legitimidad en un entorno global profundamente interdependiente.

## **Pensamiento complejo y negociación internacional: una perspectiva integradora**

El pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad ofrecen un marco epistémico indispensable para abordar los desafíos de la gobernanza global. Ante las limitaciones de los modelos lineales y deterministas, esta perspectiva permite comprender la negociación internacional como un proceso situado, contingente y evolutivo, donde interactúan factores estructurales, simbólicos, culturales e históricos que operan en interrelación constante.

Desde esta óptica, el sistema internacional aparece como un entramado dinámico de actores interdependientes cuyas decisiones generan efectos imprevisibles a través de retroalimentación, emergencia y reconfiguración continua. La complejidad se presenta como condición constitutiva del orden internacional, caracterizado por ambivalencia, contradicción e incertidumbre persistente.

Concebir la negociación desde esta perspectiva implica reconocer racionalidades parciales, identidades móviles y capacidades adaptativas diversas. El énfasis analítico se desplaza del resultado hacia los procesos y de la búsqueda de equilibrio hacia la comprensión de la transformación.

El pensamiento complejo introduce una noción relacional del poder que se construye en la interacción. La influencia internacional depende menos de los recursos que de la capacidad de interpretar el entorno, generar sentido compartido, integrar diferencias y sostener legitimidad a lo largo del tiempo.

Las ciencias de la complejidad modelan estas dinámicas con conceptos como coevolución, resiliencia, autoorganización y estructuras disipativas. Su propósito consiste en identificar patrones de transformación, márgenes de adaptabilidad y puntos de inflexión que permiten anticipar escenarios geopolíticos marcados por discontinuidades, aceleraciones y colapsos parciales.

El pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad enriquecen el análisis de la negociación internacional y aportan herramientas conceptuales y metodológicas para intervenir con responsabilidad, apertura y visión estratégica. El reto actual reside en fortalecer capacidades analíticas que permitan habitar la ambigüedad, reconocer tensiones creativas y gestionar incertidumbre sin intentar anularla.

### **Pensamiento complejo y diplomacia no lineal**

El pensamiento complejo evita construir una teoría cerrada sobre la negociación internacional, aunque propone principios orientadores que permiten reconfigurarla críticamente. El principio dialógico reconoce la presencia simultánea de elementos complementarios y antagónicos. En contextos diplomáticos, los intereses divergentes pueden generar colaboración conflictiva o competencia creativa, según las condiciones de gestión que se activen durante la interacción.

El principio recursivo establece que aquello que se produce transforma al productor. Cada decisión en política internacional produce efectos que reconfiguran la posición del propio actor. Por ejemplo, al ratificar un tratado ambiental, una administración fortalece actores internos como los movimientos sociales, que a su vez transforman la política exterior desde dentro del sistema.

El principio hologramático afirma que cada parte contiene la totalidad, aunque de forma parcial y sesgada. Aplicado a la diplomacia, este principio exige reconocer que cada actor proyecta su visión del sistema internacional desde su propia configuración histórica, cultural y simbólica, sin acceso pleno al conjunto.

A estos fundamentos se suma la exigencia de contextualización. Toda acción, acuerdo o narrativa adquiere sentido a partir de las condiciones específicas que la configuran. La negociación internacional requiere atención al entorno, apertura a las trayectorias locales y flexibilidad para adaptar respuestas sin imponer esquemas uniformes. El pensamiento complejo también introduce los conceptos de retroalimentación y emergencia para describir cómo las dinámicas diplomáticas se transforman a través de interacciones sucesivas. Las negociaciones incluyen acciones intencionales y respuestas imprevistas que generan aprendizajes, adaptaciones y reconfiguraciones inesperadas.

Estos principios permiten concebir la diplomacia como un proceso vital, incierto, creativo y en permanente transformación. El objetivo consiste en enriquecer los enfoques existentes, ampliar sus marcos de comprensión y conectarlos con una mirada más relacional, situada y abierta al carácter dinámico de lo internacional.

### **Estudio de casos**

La potencia explicativa del pensamiento complejo se manifiesta con claridad al aplicarse a procesos concretos de negociación, como el Acuerdo de París (2015), las sanciones energéticas contra Rusia (2022) o las Conferencias de las Partes (COP)

sobre cambio climático. En cada caso, intervienen múltiples actores, racionalidades heterogéneas, contradicciones internas y trayectorias históricas en transformación, que desbordan los marcos clásicos de análisis.

### **Acuerdo de París**

El Acuerdo de París marca un giro en la diplomacia climática. A diferencia del Protocolo de Kioto, basado en compromisos vinculantes, este acuerdo se articula mediante contribuciones voluntarias (NDC) y un mecanismo de revisión periódica que busca incrementar la ambición con el tiempo.

Desde una lógica tradicional, este enfoque parecería débil. Desde la complejidad, constituye una arquitectura flexible que reconoce la diversidad de contextos nacionales, la incertidumbre política y científica, y la necesidad de evolución adaptativa. Promueve aprendizaje colectivo mediante retroalimentación, revisión mutua y presión entre pares. La cooperación se sostiene por confianza, reputación y responsabilidad compartida.

El acuerdo incorpora actores subestatales, pueblos indígenas y sociedad civil, en una gobernanza policéntrica multiescalar. Esta estructura reticular, dinámica y adaptativa responde precisamente a los principios que defiende el pensamiento complejo.

### **Sanciones energéticas y sistemas polarizados**

El régimen de sanciones impuesto a Rusia tras la invasión a Ucrania en 2022 revela las tensiones de operar en sistemas altamente polarizados. Las sanciones buscan alterar incentivos del gobierno ruso. Producen efectos colaterales en los países sancionadores, modifican precios energéticos, estimulan nuevas alianzas y aceleran la transición energética europea.

Desde una visión simplificada, se trataría de una medida de presión externa. En la práctica, emergen consecuencias no lineales a través de interacciones entre mercados, políticas domésticas, discursos y realineamientos geoestratégicos. La coevolución entre actores genera fenómenos inesperados: monetización del conflicto, nuevas rutas comerciales, reposicionamiento de potencias regionales.

Factores culturales, simbólicos y afectivos transforman la lógica acción-reacción. Relatos de soberanía, imaginarios nacionales y memorias históricas influyen en las respuestas estatales más allá del cálculo racional. La irrupción de nuevas formas de agencia, como el ciberactivismo o las criptomonedas, amplía aún más la complejidad del sistema.

### **Cumbres climáticas y diplomacia distribuida**

Las Conferencias de las Partes (COP) constituyen escenarios privilegiados para observar la diplomacia global en su expresión más compleja. Más que simples foros interestatales, operan como entramados en los que confluyen discursos disonantes, agendas simultáneas y coaliciones inestables. La COP26 celebrada en Glasgow reveló múltiples fracturas, entre ellas las tensiones Norte-Sur, los conflictos entre países ricos y pobres, el choque entre economías fósiles y modelos verdes, así como las disputas entre enfoques tecnocráticos y voces activistas.

En lugar de una negociación lineal, emergen patrones dinámicos que escapan a cualquier previsión determinista. Desde el pensamiento complejo, el análisis se desplaza del foco exclusivo en los acuerdos formales hacia la observación de los procesos de configuración de agendas, la formación de alianzas efímeras, el desplazamiento de sentidos comunes y la emergencia de nodos de poder distribuidos. La diplomacia climática se revela como un sistema híbrido, abierto y en transformación constante, en el cual la incertidumbre actúa como condición estructurante.

### **Implicaciones operativas del pensamiento complejo en procesos de negociación internacional**

Aplicar el pensamiento complejo a la negociación internacional implica un giro tanto epistemológico como metodológico que interpela los marcos analíticos convencionales. Este enfoque deja atrás la expectativa de resolver conflictos mediante algoritmos optimizadores o modelos lineales centrados en intereses racionales. En su lugar, reconoce que todo proceso negociador está atravesado por incertidumbre, contradicción, retroalimentación irregular y emergencia de nuevos sentidos colectivos.

Desde esta perspectiva, intervenir en el mundo demanda asumir la complejidad como insumo estratégico y como dimensión constitutiva de la realidad internacional. Las estrategias dejan de concebirse como mecanismos unidireccionales para maximizar beneficios y pasan a estructurarse en torno a una lógica de circularidad estratégica. Toda acción genera efectos colaterales que retornan transformados, lo cual obliga a pensar en ciclos, bucles de retroalimentación, interdependencias dinámicas y consecuencias de segundo orden. La racionalidad, en este marco, se redefine como capacidad reflexiva y adaptativa.

En el ámbito multilateral, este enfoque exige la construcción de estructuras flexibles y el despliegue de procesos iterativos. Los acuerdos dejan de ser entendidos como resoluciones definitivas y se asumen como hitos provisionales dentro de una espiral de revisión continua. El mecanismo de evaluación global del Acuerdo de París, desarrollado para revisar cada cinco años los avances y ajustar las contribuciones, ejemplifica esta lógica recursiva institucionalizada como mecanismo de aprendizaje colectivo en sistemas adaptativos complejos.

Una implicación central de esta visión es la incorporación del principio dialógico como fundamento de la interacción diplomática. A diferencia del debate, que busca imponerse, o de la negociación clásica, centrada en compromisos entre posiciones fijas, el diálogo complejo implica una apertura radical al punto de vista del otro. Toda racionalidad se entiende como situada, limitada y parcial. El conflicto, lejos de ser reprimido, se transforma en fuente de creación conjunta.

Este principio se articula con la noción de tercero incluido, desarrollada por Morin y Nicolescu, que habilita una lógica de integración en lugar de exclusión. Los opuestos se inscriben en un plano superior de comprensión que permite construir marcos cooperativos capaces de articular soberanía e interdependencia, así como de integrar intereses divergentes sin recurrir a la homogeneización.

### **Éthique de la reliance y gobernanza planetaria**

En el pensamiento complejo, la ética actúa como componente estructural del conocimiento. Edgar Morin plantea una ética de la comprensión, que reconoce la vulnerabilidad del otro, junto con una ética de la reliance, orientada a religar aquello que ha sido disociado entre individuos, culturas, naciones y ecosistemas. Esta forma de ética evita una orientación moralizante y se manifiesta como un compromiso político que exige la creación de estructuras institucionales capaces de sostener el cuidado mutuo y la corresponsabilidad global. En los procesos de negociación internacional, esta orientación ética invita a superar la lógica centrada en intereses particulares para dar paso a una visión basada en bienes comunes. Temas como el cambio climático, la biodiversidad, la gestión del agua y la gobernanza digital exigen enfoques integradores. Estos asuntos carecen de solución efectiva cuando se abordan desde esquemas fragmentados pues requieren acuerdos fundados en una ética planetaria, donde la sostenibilidad compartida sustituye toda pretensión de dominación.

El concepto de multilateralismo complejo, formulado por Held, señala la necesidad de configurar sistemas de cooperación internacional caracterizados por estructuras

reticulares, flexibles y sensibles al contexto. Esta forma de arquitectura institucional posibilita relaciones plurales y equitativas, sin concentraciones hegemónicas, favoreciendo la articulación entre diversidad e interdependencia mediante mecanismos adaptativos y culturalmente atentos.

### **Protocolo metodológico para una negociación compleja**

Para operacionalizar estas ideas se propone un protocolo metodológico orientado a articular múltiples dimensiones del análisis. En primer lugar, resulta fundamental realizar una cartografía de actores y narrativas que permita identificar tanto a los participantes visibles como a aquellos menos evidentes, como comunidades locales, juventudes y pueblos indígenas, junto con las narrativas que movilizan sus acciones, entre ellas la justicia climática, los derechos intergeneracionales o la soberanía energética.

En segundo lugar, se requiere un análisis multiescalar que aborde la interacción entre fenómenos en los planos local, nacional, regional y global, evitando proyecciones simplistas que reproduzcan esquemas lineales. A esto se suma el mapeo de bucles de retroalimentación, que permite identificar interacciones complejas entre decisiones, eventos y respuestas, con el fin de anticipar efectos colaterales y dinámicas emergentes.

El diseño metodológico debe estructurarse de manera iterativa y adaptativa, mediante procesos abiertos que incluyan pausas estratégicas para la evaluación, la retroalimentación y el rediseño. Esta lógica se complementa con la integración de saberes plurales, reconociendo la validez epistémica de conocimientos científicos, técnicos, ancestrales y experienciales en condiciones de equidad, lo cual fomenta una verdadera ecología de saberes.

La evaluación de impactos requiere un enfoque transdisciplinario, mediante el uso de indicadores múltiples en dimensiones sociales, ecológicas, económicas y culturales. Estos indicadores deben articularse con herramientas participativas que valoren la coherencia ética de las decisiones y su sostenibilidad sistémica.

Aunque el pensamiento complejo ofrece una alternativa robusta con las visiones reduccionistas, su aplicación práctica enfrenta límites teóricos, metodológicos y operativos. Estos desafíos exigen abordajes críticos que eviten convertir sus principios en un nuevo dogma. Uno de los riesgos más frecuentes consiste en la utilización retórica de conceptos como emergencia, coevolución o inteligencia colectiva sin un trabajo riguroso de traducción analítica. Esta inflación metafórica

puede conducir a una retórica vacía que reemplaza la explicación por la sugestión. Morin y otros autores han advertido sobre el peligro de trasladar conceptos procedentes de las ciencias naturales a las ciencias sociales sin una adaptación epistemológica precisa.

Por esta razón, es esencial diferenciar entre la complejidad como categoría epistémica, que implica una transformación del pensamiento y una apertura a la incertidumbre, y su uso como simple descripción del caos o de la confusión. Abordar lo complejo exige protocolos metodológicos consistentes, criterios de validación exigentes y herramientas adecuadas para enfrentar la multicausalidad sin paralizar el análisis.

Modelar la complejidad de manera empírica en contextos diplomáticos implica dificultades específicas. A diferencia de los sistemas físicos, las relaciones internacionales incluyen dimensiones simbólicas, culturales e históricas que presentan alta contingencia y baja formalización. Intentar reducir estas dinámicas a ecuaciones o modelos computacionales conlleva riesgos de simplificación inaceptable.

La validación enfrenta también obstáculos importantes, pues los resultados dependen de múltiples factores inesperados y sus efectos tienden a desplegarse en horizontes temporales prolongados. Por esta razón, resulta imprescindible complementar los modelos con metodologías cualitativas, estudios de caso, ejercicios de historia contrafactual y análisis de redes complejas que permitan captar mejor la densidad de las relaciones internacionales contemporáneas.

### **Tensiones con el realismo estructural y la racionalidad estratégica**

Desde un plano filosófico, el pensamiento complejo entra en fricción con las premisas del realismo estructural. Mientras esta corriente concibe el sistema internacional como un entorno anárquico, competitivo y regido por la lógica del poder, la perspectiva compleja propone una configuración interdependiente, inestable y sujeta a transformaciones constantes.

Frente al escepticismo de quienes reducen la diplomacia a cálculos estratégicos y correlaciones de fuerza, el pensamiento complejo sostiene que la racionalidad instrumental puede tener un lugar, siempre que se inscriba en un marco más amplio donde fines, medios y valores se reconfiguran de forma relacional durante la interacción.

Persisten estructuras diplomáticas jerárquicas, técnicas y rígidas que dificultan la incorporación de enfoques complejos. Cancillerías, organismos multilaterales y equipos negociadores tienden a privilegiar la eficiencia de corto plazo por encima de transformaciones sistémicas orientadas a la sostenibilidad y la legitimidad.

Una diplomacia compleja exige reformar estos esquemas institucionales mediante la habilitación de espacios transdisciplinarios, la formación de negociadores con capacidad reflexiva, la integración de perspectivas interculturales, la redefinición de métricas orientadas a la sostenibilidad estructural y la generación de entornos favorables al aprendizaje, la creatividad y la adaptación.

Esta transformación presenta exigencias elevadas, aunque resulta ineludible. Como advierte Morin, la reforma del pensamiento supera el plano de la especulación teórica, puesto que constituye una urgencia civilizatoria. Enfrentar desafíos como el cambio climático, los desplazamientos forzados, los conflictos hídricos o las pandemias requiere formas de pensar, decidir y actuar que estén a la altura de la complejidad del mundo actual.

### **Hacia una diplomacia compleja: desafíos, principios y horizontes**

Pensar la negociación internacional desde el paradigma de la complejidad implica transformar las premisas que orientan la acción diplomática en los escenarios globales actuales. Esta perspectiva supera los modelos tradicionales mediante la integración consciente de tensiones y contradicciones como componentes constitutivos del proceso negociador. La complejidad jamás se reduce ni se clausura. Se habita, se interpreta y se transforma.

El pensamiento complejo trasciende la crítica a los límites del realismo o del institucionalismo al proponer una epistemología que asume la incertidumbre, la ambivalencia y la coevolución como condiciones inherentes tanto al conocimiento como a la acción. Las negociaciones internacionales se desarrollan dentro de sistemas dinámicos donde convergen racionalidades heterogéneas, desequilibrios de poder, valores divergentes y trayectorias históricas que escapan a toda homogenización.

Desde esta óptica, la diplomacia deja de concebirse como mera herramienta estratégica del interés estatal y se despliega como una práctica política relacional. Esto exige habilidades para moverse dentro de la ambigüedad, sostener el disenso sin paralizar el proceso y construir convergencias transitorias con escenarios de alta complejidad, como los vinculados al cambio climático, las crisis sanitarias globales,

las tensiones tecnológicas o las reconfiguraciones geopolíticas emergentes. Ante estas condiciones, los esquemas lineales resultan inadecuados.

Adoptar el paradigma complejo fortalece el rigor sin sacrificar apertura crítica. Esta adopción implica comprender que las decisiones surgen desde racionalidades situadas, afectivamente marcadas, cognitivamente limitadas y éticamente tensionadas. Exige revisar categorías como poder, éxito o eficacia y comprender que el sentido del logro negociador reside en la capacidad para sostener procesos resilientes, adaptativos y transformadores.

Las ciencias de la complejidad enriquecen esta perspectiva al ofrecer herramientas operativas clave, como la identificación de patrones, el reconocimiento de puntos de bifurcación y la lectura estratégica de bucles de retroalimentación. Este enfoque amplía las capacidades diplomáticas al incorporar pensamiento sistémico, escucha activa, manejo ético de la incertidumbre y sensibilidad intercultural.

Con estos aportes, resulta crucial evitar distorsiones. La repetición superficial de términos como emergencia, interdependencia o sistemas adaptativos, sin base metodológica rigurosa, vacía de contenido la propuesta. La complejidad requiere compromiso intelectual y responsabilidad política. Este paradigma invita a reconstruir actores, resignificar marcos de sentido y reimaginar formas colaborativas de construir acuerdos. Su adopción exige distancia tanto frente al tecnocratismo estéril como ante cualquier forma de parálisis relativista.

La orientación es clara. Se requiere construir una ecología de saberes y una arquitectura diplomática capaz de articular racionalidades diversas, escalas múltiples y una ética orientada a la interdependencia planetaria. La diplomacia contemporánea necesita actuar sin garantías formales, con lucidez estratégica, sin certezas absolutas, con responsabilidad histórica. Su tarea consiste en transformar el conflicto en oportunidad para la innovación política.

Lo que está en juego trasciende la eficacia táctica. Se trata de imaginar y habilitar nuevas formas de convivencia planetaria. La complejidad deja de funcionar como límite y se convierte en horizonte. Un horizonte que exige reinventar la práctica diplomática desde la apertura, la co-construcción y la inteligencia colectiva.

Los desafíos que plantea la negociación internacional contemporánea desbordan cualquier marco analítico que fragmente la realidad, opere con lógicas binarias o presuponga actores homogéneos y completamente racionales. Tal como se ha

desarrollado a lo largo del capítulo, la negociación debe entenderse como un proceso coevolutivo inserto en sistemas diversos, históricos y dinámicos, en los cuales convergen múltiples escalas, formas de poder e inteligencias estratégicas en tensión constante.

El pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad desmantelan los supuestos reduccionistas y, al mismo tiempo, ofrecen principios heurísticos y operativos para comprender la lógica de los sistemas adaptativos, la emergencia de configuraciones inéditas de poder y la incorporación de la incertidumbre como condición estructural. Esta mirada reconoce el conflicto y la contradicción como componentes esenciales de toda negociación con sentido transformador.

En este marco, la negociación deja de concebirse como ejercicio técnico orientado a maximizar intereses para desplegarse como práctica de inteligencia contextual, ética relacional y construcción compartida de sentido. Esta praxis articula cuatro dimensiones: epistémica, institucional, estratégica y ética. Desde lo epistémico, se asume que todo análisis se encuentra situado, mediado por narrativas e interpretaciones sujetas a revisión constante. La complejidad se habita como interrogante, sin clausuras explicativas ni reducciones simplificadoras.

En el plano institucional, resulta necesario diseñar marcos de gobernanza capaces de sostener la pluralidad, operar con adaptabilidad y resistir fragilidades sistémicas. Esto implica estructuras abiertas al aprendizaje, con mecanismos de retroalimentación, evaluación contextual y participación de actores diversos.

Desde una perspectiva estratégica, la eficacia se mide por la capacidad de generar convergencias transitorias, reformular dilemas persistentes y crear soluciones viables en entornos inciertos. El poder relacional adquiere centralidad y desplaza cualquier lógica acumulativa centrada en el control.

En el ámbito ético, se plantea una ética de la interdependencia, fundada en la vulnerabilidad compartida, la responsabilidad mutua y el compromiso con la sostenibilidad de los sistemas humanos y ecosistémicos. Esta ética vincula sin imponer, articula sin clausurar, habilita sin moralizar.

Estas dimensiones, entrelazadas de manera dinámica, configuran una visión integradora de la negociación entendida como sistema abierto, sensible a mutaciones culturales, transformaciones tecnológicas y demandas emergentes de justicia global. Frente al paradigma del control, la gestión desde la complejidad se

orienta hacia el cuidado de los equilibrios, la resiliencia institucional y la anticipación de bifurcaciones críticas.

Tal como se analizó en los casos de la Unión Europea, Estados Unidos y China, cada sistema político define su capacidad negociadora en función de su arquitectura institucional, su cultura política y su concepción del poder. Esta diversidad representa un potencial diplomático valioso cuando se aborda desde la traducción intercultural en lugar de recurrir a formas de imposición unilateral.

Avanzar hacia una diplomacia planetaria requiere un desplazamiento profundo en la racionalidad estratégica. Preservar intereses particulares pierde centralidad con la necesidad de habilitar acuerdos sostenibles en medio de una transición civilizatoria. El pensamiento complejo ofrece claves cruciales para este proceso: actúa desde la lucidez en lugar de la certeza, desde la apertura cognitiva en lugar del repliegue identitario, desde la disposición crítica a habitar la incertidumbre en lugar de paralizarse ante ella.

La diplomacia del siglo XXI exige una reinención como arte de la mediación. Se configura como práctica capaz de tender puentes entre mundos disímiles, visiones en tensión y temporalidades divergentes. La complejidad potencia la acción y la hace posible. Constituye la condición misma de lo común en una época marcada por transformaciones profundas.

**Tabla 7: Síntesis conceptual: negociación internacional y complejidad**  
**1. Enfoque Tradicional vs. Enfoque desde la Complejidad**

<b>Elemento Analítico</b>	<b>Paradigma Tradicional</b>	<b>Paradigma Complejo</b>
Epistemología	Lineal, causal, reduccionista	No lineal, recursiva, sistémica
Actor central	Estado-nación racional y unitario	Actores múltiples, heterogéneos y adaptativos
Lógica de negociación	Interés nacional, suma cero	Coevolución de intereses, lógica relacional
Condición sistémica	Estabilidad, previsibilidad	Incertidumbre, ambigüedad, emergencia

<b>Elemento Analítico</b>	<b>Paradigma Tradicional</b>	<b>Paradigma Complejo</b>
Poder	Coercitivo (hard power)	Relacional, simbólico, adaptativo (soft & smart power)
Estrategia	Control, cálculo	Escucha, adaptación, aprendizaje

*Elaboración propia*

## **2. Componentes del Enfoque Complejo Pensamiento Complejo (Morin)**

- Multicausalidad
- Racionalidades múltiples
- Ética de la interdependencia
- Lógica del tercero incluido
- Recursividad y retroalimentación

## **Ciencias de la Complejidad (Holland, Nicolis, Prigogine)**

- Sistemas complejos adaptativos
- Emergencia y bifurcación
- Autoorganización
- No linealidad
- Dinámica multiagente

### **3. Tabla 8: Dimensiones Analíticas de la Diplomacia Compleja**

<b>Dimensión</b>	<b>Clave Analítica</b>	<b>Función Estratégica</b>
Epistémica	Reconocimiento de la incertidumbre	Problematizar modelos hegemónicos de análisis
Institucional	Estructuras abiertas y adaptativas	Sostener procesos recursivos y multiescalares

<b>Dimensión</b>	<b>Clave Analítica</b>	<b>Función Estratégica</b>
Estratégica	Inteligencia colectiva, resiliencia narrativa	Articular convergencias temporales y respuestas contextuales
Ética	Interdependencia, cuidado, responsabilidad compartida	Fundar legitimidad desde la pluralidad

*Elaboración propia*

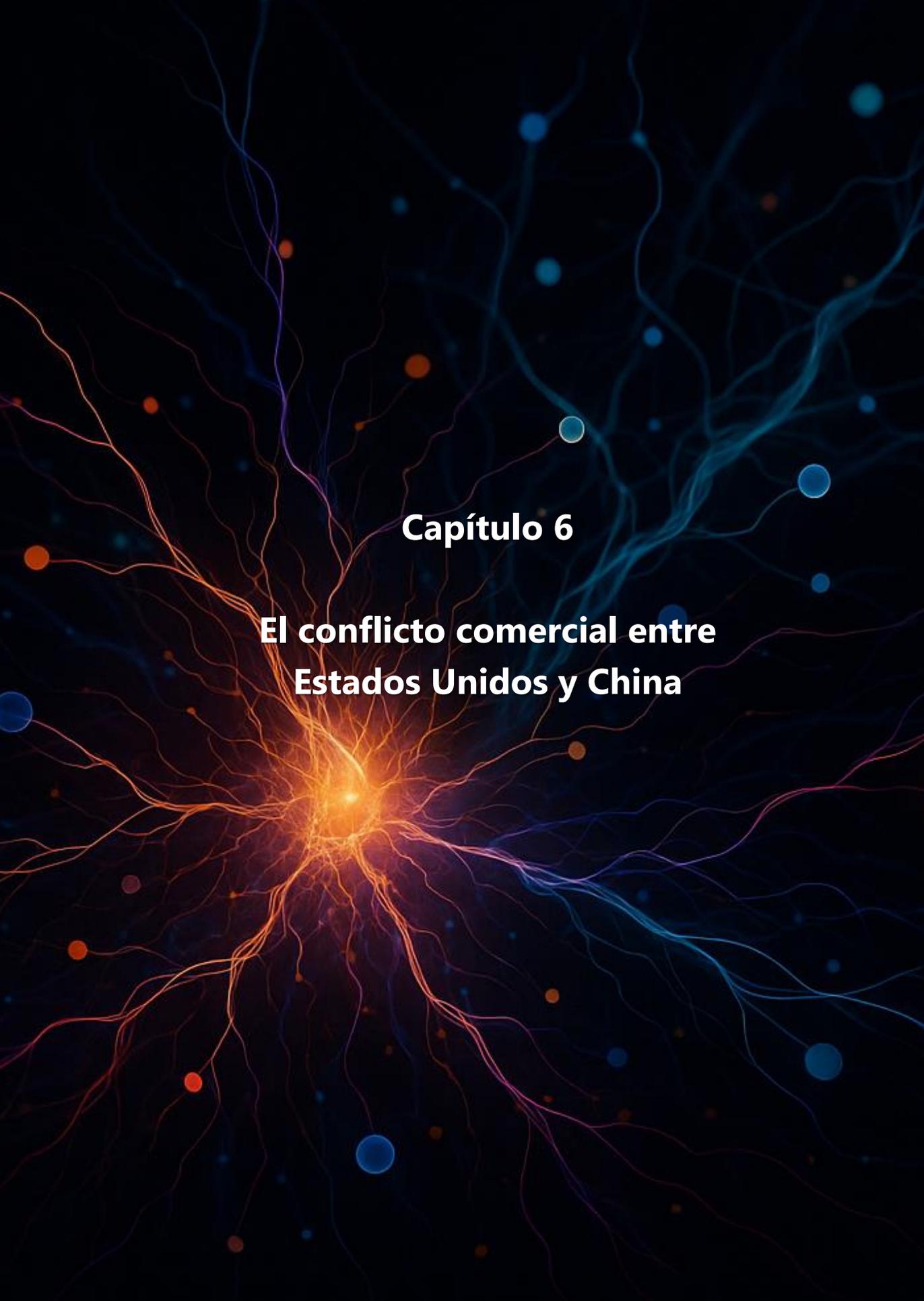
#### 4. Tabla 9: Comparativo Sistémico

<b>Actor</b>	<b>Tipo de Sistema Político</b>	<b>Capacidad de Adaptación</b>	<b>Coherencia Estratégica</b>	<b>Limitación Principal</b>
Unión Europea	Gobernanza multinivel	Media	Fragmentada	Alta rigidez interna y lentitud decisional
Estados Unidos	Democracia presidencialista	Alta (corto plazo)	Volátil	Polarización sistémica
China	Centralismo estratégico	Alta (largo plazo)	Alta	Baja legitimidad democrática

*Elaboración propia*

#### 5. Principios para una Diplomacia Compleja

- Habitar la incertidumbre sin colapsar
- Construir acuerdos desde la diversidad
- Procesar el conflicto sin suprimirlo
- Gestionar tensiones sin resolverlas artificialmente
- Diseñar sistemas negociadores resilientes, abiertos y recursivos



## Capítulo 6

# El conflicto comercial entre Estados Unidos y China

# El conflicto comercial entre Estados Unidos y China

**E**l conflicto comercial entre Estados Unidos y China, formalmente iniciado en 2018, representa uno de los acontecimientos geoeconómicos más significativos del siglo XXI. Aunque se expresó públicamente como una disputa arancelaria entre las dos mayores economías del planeta, su trasfondo revela una pugna estructural por la hegemonía global, una colisión entre modelos de desarrollo y un reajuste profundo en las dinámicas del poder internacional. Comprender este fenómeno requiere trascender enfoques fragmentarios y adoptar una mirada epistémicamente compleja que articule dimensiones estratégicas, institucionales, discursivas y cognitivas.

Desde la perspectiva del realismo político, formulada por Hans Morgenthau en 1948 y desarrollada en clave estructural por Kenneth Waltz en 1979, el sistema internacional se caracteriza por su estructura anárquica, donde los Estados actúan para garantizar su supervivencia y ampliar su influencia. En ese marco interpretativo, la ofensiva comercial de la administración Trump puede leerse como un intento deliberado de contención frente al ascenso sistémico de China como potencia tecnológica, industrial y militar.

Las medidas adoptadas por Estados Unidos, como la imposición de aranceles sobre bienes por más de 250 mil millones de dólares, las sanciones dirigidas contra la empresa Huawei y la presión ejercida sobre sus aliados para limitar la presencia china en el despliegue global de redes 5G, responden a una lógica de realismo ofensivo, como lo plantea Mearsheimer en 2001. En este enfoque, una potencia dominante despliega estrategias de contención para evitar la pérdida de su posición hegemónica. La guerra comercial funcionó como instrumento prolongado frente al

desafío que representa el capitalismo estatal de orientación tecnocrática impulsado por China.

La rivalidad entre ambas potencias excede los márgenes de lo económico. Se configura como una lucha por definir las reglas que estructuran el orden internacional en una fase de transición sistémica, en la que el equilibrio multipolar permanece en formación. El realismo permite identificar la dimensión estructural del conflicto, concebido como competencia estratégica por la supremacía global. Al mismo tiempo, su lectura resulta insuficiente para captar la complejidad de los factores simbólicos, tecnológicos, ideológicos y cognitivos en juego, lo cual exige una ampliación epistemológica hacia perspectivas que integren múltiples racionalidades y procesos emergentes.

### **Liberalismo institucional: erosión normativa y declive del multilateralismo**

Representado por autores como Robert Keohane (1984) y Joseph Nye (2001), sostiene que las instituciones internacionales reducen la incertidumbre, facilitan la cooperación y moderan la anarquía sistémica. En este marco, la Organización Mundial del Comercio (OMC) ha funcionado como árbitro de disputas comerciales multilaterales.

La guerra comercial entre Estados Unidos y China refleja la erosión del régimen normativo liberal. EE. UU. ignoró procedimientos multilaterales y adoptó medidas unilaterales, debilitando tanto la OMC como el principio de resolución institucional de conflictos. La parálisis del Órgano de Apelación, resultado del bloqueo estadounidense en la designación de jueces, evidencia una desafección estratégica hacia el multilateralismo (Ikenberry, 2011).

China promovió alternativas regionales, como la Asociación Económica Integral Regional (RCEP), consolidando su liderazgo en nuevas arquitecturas institucionales. El conflicto expresa una doble crisis: de eficacia institucional y de legitimidad normativa. El marco liberal cede ante esquemas híbridos de poder negociado, donde la primacía de la fuerza desplaza la fuerza de la norma.

### **Teoría de la negociación integradora: oportunidades estructuralmente inhibidas**

Desarrollada por Roger Fisher y William Ury (1981), plantea que las disputas pueden transformarse en acuerdos mediante la identificación de intereses comunes y la creación de valor compartido. Este enfoque propone que las partes, en lugar de

competir por recursos fijos, amplíen la “torta negociadora” mediante cooperación inteligente.

La “Fase Uno” del acuerdo comercial, firmada en enero de 2020, contenía elementos alineados con este paradigma: China se comprometió a aumentar compras agrícolas, y EE. UU. relajó algunas restricciones tecnológicas. Estas concesiones fueron parciales, frágiles y esencialmente tácticas.

Ambas partes privilegiaron la lógica de suma cero. Un entorno estratégico dominado por la desconfianza bloqueó el surgimiento de cooperación sustantiva. La falta de mecanismos de verificación creíbles, la rigidez discursiva y la opacidad estratégica limitaron severamente la generación de valor compartido. El enfoque integrador quedó subordinado a la lógica del poder en un escenario profundamente geopolítico.

### **Constructivismo: identidades nacionales, narrativas y legitimación del conflicto**

Articulado por Alexander Wendt (1999), aporta una dimensión indispensable: la construcción social de la identidad estatal y la función performativa del discurso. Según esta corriente, las acciones estatales se explican por la forma en que los Estados configuran su rol dentro del sistema internacional a través de símbolos, narrativas e imaginarios compartidos.

Para China, el conflicto se inscribe en la narrativa del “rejuvenecimiento nacional”, promovida por Xi Jinping, que rechaza toda subordinación al orden occidental. Las restricciones impuestas por EE. UU. fueron interpretadas como una amenaza civilizatoria. La defensa de Huawei adquirió valor simbólico como expresión de soberanía tecnológica y orgullo nacional.

Desde el lado estadounidense, el discurso de “America First” reactivó una identidad anclada en la autosuficiencia industrial, la desconfianza hacia potencias autoritarias y la nostalgia por una hegemonía incuestionada. La pugna enfrentó visiones antagónicas del mundo. La dimensión identitaria rigidizó posturas y amplificó la polarización, bloqueando una salida diplomática aceptable para ambos.

### **Psicología cognitiva y teoría de juegos: sesgos estratégicos y trampas de percepción**

El análisis desde la psicología cognitiva y la teoría de juegos explora cómo los sesgos cognitivos y las estrategias de compromiso distorsionan la toma de decisiones en

contextos de alta incertidumbre. Según Schelling (1960), las negociaciones funcionan como juegos estratégicos en los que las partes buscan influir en el otro mediante amenazas creíbles y señales calculadas.

Durante el conflicto, ambos actores incurrieron en errores de percepción: sobreestimaron su capacidad de resistencia al daño económico, subestimaron los costos políticos internos y malinterpretaron señales del adversario. Este patrón se alinea con los estudios de Kahneman y Tversky (1979) sobre la "ilusión de control" y la "heurística de disponibilidad", que revelan cómo la presión desordena la racionalidad estratégica.

El resultado fue una escalada donde las concesiones fueron vistas como debilidad y las amenazas, como reafirmación de fuerza. Las negociaciones se tornaron un juego de espejos, donde las percepciones erróneas profundizaron la desconfianza mutua. Esta dinámica retroalimentó el conflicto, deteriorando la estabilidad económica global.

## **El conflicto comercial entre Estados Unidos y China desde las ciencias de la complejidad**

Este conflicto comercial supera el marco de una disputa bilateral centrada en medidas arancelarias o en desequilibrios de la balanza de pagos. Se configura como un fenómeno sistémico, caracterizado por múltiples niveles de interacción, retroalimentación irregular, comportamientos emergentes imprevisibles y alta sensibilidad a las condiciones iniciales. Abordarlo desde las ciencias de la complejidad permite trascender las narrativas dicotómicas mediante una mirada que articula actores, procesos y estructuras en transformación constante.

Las ciencias de la complejidad, en particular a partir de la termodinámica de sistemas alejados del equilibrio elaborada por Prigogine y Stengers en 1984, ofrecen herramientas conceptuales útiles para comprender cómo alteraciones puntuales en un subsistema generan efectos desproporcionados en el conjunto. En esta perspectiva, el conflicto comercial presenta características propias de una estructura disipativa. Su evolución transcurre lejos de cualquier estado fijo mediante bifurcaciones, reorganizaciones sucesivas y patrones de retroalimentación que transforman el sistema global.

Cada decisión adoptada por Estados Unidos o China, como la imposición de aranceles o la aplicación de restricciones tecnológicas, activó respuestas estratégicas que modificaron la relación bilateral, reconfiguraron redes globales de suministro, generaron alineamientos geoeconómicos alternativos y afectaron mercados distantes. La respuesta china incluyó medidas como represalias comerciales, diversificación de importaciones, fortalecimiento de alianzas regionales, inversiones en sectores estratégicos como inteligencia artificial, telecomunicaciones avanzadas y energías sostenibles, así como un impulso decidido hacia la autonomía tecnológica.

Esta dinámica confirma la tesis formulada por Holland en 1995: los sistemas adaptativos complejos aprenden, se transforman y coevolucionan con su entorno. Las negociaciones evolucionaron mediante secuencias marcadas por avances, bloqueos y ajustes recíprocos. La interacción entre las partes involucradas desplegó efectos en planos estratégicos, discursivos y cognitivos, dando lugar a trayectorias emergentes que desbordan los marcos interpretativos tradicionales.

### **Emergencia, retroalimentación y reconfiguración**

En los sistemas complejos, el fenómeno de la emergencia indica que los patrones de comportamiento surgen a partir de las interacciones entre los elementos, en función de su frecuencia, intensidad y forma, sin derivarse directamente de las propiedades individuales de cada componente. En el caso del conflicto entre Estados Unidos y China, esta dinámica produjo fenómenos que escaparon a las previsiones iniciales, como nuevos realineamientos diplomáticos, la creación de estándares tecnológicos paralelos y una intensificación del discurso nacionalista en ambos países.

China transformó este escenario en un impulso para fortalecer su autonomía estratégica mediante un aumento significativo en la inversión en ciencia básica, la promoción de sinergias entre los sectores público y privado, y la consolidación de alianzas con economías emergentes. Estas respuestas surgieron como adaptaciones dinámicas con perturbaciones sistémicas, más que como parte de una planificación centralizada anticipada.

Las restricciones tecnológicas impuestas por Estados Unidos estimularon el desarrollo acelerado de soluciones propias dentro del sistema chino. La estrategia de contención generó condiciones favorables para la consolidación endógena de capacidades estratégicas. A partir de esta dinámica se produjo una retroalimentación intensificada: cada decisión adoptada por uno de los actores

amplificó la respuesta del otro, generando efectos inesperados incluso para quienes diseñaron las medidas iniciales.

### **Interdependencia, redes y sensibilidad sistémica**

Uno de los aportes fundamentales del pensamiento complejo consiste en resaltar la importancia de las redes interconectadas. Donella Meadows, en 2008, explica que los sistemas complejos funcionan a través de nodos interdependientes que configuran patrones globales. El conflicto comercial entre Estados Unidos y China reveló la fragilidad estructural del sistema internacional ante interrupciones en los flujos estratégicos de componentes electrónicos, minerales críticos, productos agrícolas y cadenas logísticas globales.

La interdependencia entre ambas potencias abarca inversión cruzada, propiedad intelectual, plataformas digitales, movilidad científica y flujos financieros. Esta densidad de vínculos transforma cada decisión en una acción de repercusiones múltiples. La suspensión de importaciones agrícolas por parte de China impactó economías rurales en Estados Unidos. La exclusión de empresas tecnológicas chinas de los mercados bursátiles modificó portafolios internacionales. Las restricciones impuestas a corporaciones como Huawei alteraron el equilibrio del ecosistema digital global.

Para comprender esta dinámica es indispensable incluir actores intermedios como empresas transnacionales, organismos multilaterales, gobiernos regionales y bloques económicos. Esta configuración distribuida convierte cada negociación en un proceso multinivel cuyos efectos se amplifican o se diluyen según la arquitectura relacional que las sostiene.

La adaptabilidad constituye una propiedad esencial de los sistemas complejos. En escenarios de alta conflictividad, esta capacidad se expresa en la reformulación de estrategias, el rediseño de repertorios de acción y la generación de respuestas resilientes con condiciones cambiantes. El acuerdo comercial firmado en enero de 2020, identificado como Fase Uno, encarnó una forma de esta adaptabilidad. Aunque de alcance limitado, permitió introducir concesiones dirigidas a reorganizar las condiciones de interacción y reducir la entropía del sistema.

Estos acuerdos introducen momentos de estabilización que reconfiguran el escenario de enfrentamiento sin clausurar sus dinámicas profundas. El pensamiento complejo propone estrategias de regulación flexible que sostienen tensiones constructivas sin desbordamientos sistémicos.

Morin, en 2005, afirma que el desafío consiste en aprender a convivir con la contradicción. Esta afirmación invita a diseñar organizaciones abiertas, adaptativas y capaces de albergar pluralidades sin fragmentarse. Los espacios de diálogo, aun cuando funcionan con fragilidad, actúan como mecanismos de distensión en un entorno sometido a presiones múltiples.

Las ciencias de la complejidad subrayan que en sistemas con alta densidad interactiva resulta imposible establecer proyecciones precisas. El conflicto entre Estados Unidos y China evidencia esta incertidumbre estructural. Cada decisión activa cadenas de consecuencias inesperadas, amplificadas por condiciones variables y actores múltiples.

Herbert Simon, en 1996, indica que las decisiones adoptadas en contextos complejos emergen bajo racionalidades acotadas, estructuras cognitivas parciales y condiciones dinámicas. Las acciones ejecutadas por líderes políticos, entidades financieras, agencias regulatorias y conglomerados empresariales se construyen con información incompleta, bajo presión temporal y en entornos variables.

Los pronósticos iniciales anticipaban una resolución acelerada del conflicto. Su persistencia prolongada reveló una arquitectura sistémica atravesada por ambigüedad estructural. La racionalidad estratégica aplicada condujo a una dinámica sin resolución clara ni consistente. Morin, en 2015, advierte que comprender nunca equivale a anticipar. La inteligencia se sostiene en la vigilancia epistémica continua, sin pretensiones de dominio total.

El pensamiento complejo articula niveles múltiples sin diluir sus especificidades. Propone una epistemología crítica que vincula economía, geopolítica, tecnología, cultura y subjetividad mediante una mirada integradora que evita segmentaciones arbitrarias.

Con los enfoques tradicionales de negociación, centrados en posiciones fijas y resultados cuantificables, la diplomacia compleja introduce categorías como coevolución, gobernanza distribuida y racionalidad relacional. En lugar de oposiciones rígidas, plantea dinámicas en espiral, donde los actores aprenden, se transforman y reformulan sus estrategias.

Este enfoque requiere transformar los dispositivos diplomáticos existentes. Se precisan plataformas de participación plural, métodos adaptativos de resolución de

conflictos, estrategias de inteligencia colectiva y validación de saberes diversos. Morin sostiene que la complejidad constituye una transformación profunda del pensamiento, más que un simple marco teórico.

### **Síntesis crítica y proyección analítica**

El conflicto comercial entre Estados Unidos y China trasciende las medidas arancelarias recíprocas y las disputas tecnológicas. Se configura como un proceso de reconfiguración sistémica que expresa el agotamiento del orden internacional centrado en la hegemonía occidental, al tiempo que da lugar a nuevas geometrías de poder, estructuras institucionales emergentes y formas renovadas de legitimidad.

Este fenómeno exige abordajes epistémicos capaces de integrar múltiples dimensiones y superar marcos que fragmentan la interdependencia global. Lo que está en disputa es la redefinición de las reglas, los actores y los valores que estructuran las dinámicas del siglo XXI.

Desde la perspectiva del pensamiento complejo, este conflicto constituye un entramado multidimensional en el que convergen racionalidades económicas, dinámicas geopolíticas, configuraciones culturales, procesos de innovación tecnológica y marcos cognitivos diversos. Con las aproximaciones tradicionales en relaciones internacionales, centradas en el interés nacional o la lógica acumulativa del poder, la mirada compleja permite captar la simultaneidad de escalas, temporalidades y racionalidades en tensión. El conflicto entre Estados Unidos y China debe comprenderse como un sistema vivo en transformación continua que desborda los marcos interpretativos convencionales.

El análisis desde las principales teorías de la negociación internacional, como el realismo, el institucionalismo liberal, el constructivismo, la teoría de juegos, la psicología cognitiva y la negociación integradora, muestra que ninguna de estas perspectivas ofrece respuestas suficientes por sí sola. Cada enfoque contribuye con dimensiones relevantes: el realismo enfatiza la competencia estructural, el institucionalismo liberal resalta la función estabilizadora de las reglas compartidas, el constructivismo analiza el papel de las identidades y narrativas, las perspectivas psicológicas explican los sesgos perceptivos y la teoría de juegos aporta modelos estratégicos de interacción, mientras que la negociación integradora plantea la posibilidad de crear valor compartido en contextos de diferencia.

La densidad interpretativa proviene de su articulación transdisciplinaria. La racionalidad compleja, tal como la fórmula Morin en 2005, integra estos paradigmas

en una lógica dialógica que permite pensar desde sus tensiones sin buscar síntesis reductoras. Esta forma de pensar asume la contradicción como condición estructural de lo real y propone un abordaje que combina sin confundir, que integra sin homogenizar.

Una de las trampas estructurales persistentes en el conflicto consistió en su enmarque dentro de una lógica de suma excluyente. Predominó la creencia de que cada avance de una parte implicaba retroceso para la otra. Esta racionalidad binaria, fuertemente arraigada en doctrinas de seguridad y visiones deterministas de la geopolítica, bloqueó las condiciones para una negociación transformadora. La propia confrontación reforzó narrativas de amenaza y legitimó prácticas institucionales basadas en la desconfianza. El conflicto se estructuró como una retroalimentación simbólica y estratégica que consolidó sus propias condiciones de posibilidad.

El pensamiento complejo desarticula la lógica de suma excluyente al mostrar que, en sistemas interdependientes, las ganancias unilaterales resultan ilusorias. En un entorno caracterizado por cadenas de suministro globales, finanzas integradas, infraestructuras digitales transnacionales y crisis compartidas en materia climática, sanitaria y energética, ningún actor asegura su seguridad o bienestar provocando el colapso de otro. Las políticas proteccionistas y las sanciones tecnológicas generaron impactos sobre China, aunque también sobre sectores industriales, agrícolas y tecnológicos de Estados Unidos, así como sobre múltiples actores intermedios expuestos a externalidades cruzadas.

De esta interacción emerge un bucle adaptativo en el que cada movimiento genera retroalimentaciones que desbordan los fines originales. El conflicto funciona como acelerador de transformación estructural, motivado menos por un diseño deliberado que por efectos colaterales y reorganizaciones espontáneas del sistema.

La debilitación de organismos multilaterales como la Organización Mundial del Comercio, el Fondo Monetario Internacional o el G20, durante este episodio, reveló la fragilidad del orden liberal que emergió tras 1945. La sustitución de instancias multilaterales por estrategias bilaterales o coercitivas expresó una mutación profunda en las formas de gobernanza internacional. La hegemonía dejó de articularse mediante liderazgo institucional exclusivo y comenzó a desplegarse en el diseño de arquitecturas paralelas, como la Asociación Económica Integral Regional, la Organización de Cooperación de Shanghái o los marcos emergentes de regulación digital.

Desde el enfoque de la complejidad, esta transformación puede entenderse como una fase de coexistencia conflictiva entre modelos institucionales divergentes. Las configuraciones de poder adquieren un carácter policéntrico, las normas se negocian en múltiples escalas y la legitimidad se desplaza desde la universalidad normativa hacia la eficacia relacional. La gobernanza global se transforma en un espacio disputado por potencias emergentes, alianzas regionales y actores híbridos con capacidad de acción en los ámbitos estatal, corporativo y tecnológico.

El conflicto comercial también expresó una disputa por el sentido. Estados Unidos articuló su narrativa en torno a la defensa de la seguridad nacional, la protección del empleo y la restauración de su primacía industrial. China, por su parte, construyó un relato centrado en el rejuvenecimiento civilizatorio, la soberanía tecnológica y la afirmación de una multipolaridad global. Estas representaciones produjeron identidades políticas enfrentadas que estrecharon las posibilidades de maniobra diplomática.

El pensamiento complejo incorpora esta dimensión simbólica al reconocer el papel de los discursos, las representaciones y los imaginarios colectivos en la configuración de los escenarios internacionales. La guerra comercial se constituyó en una confrontación discursiva orientada a disputar la legitimidad de modelos alternativos de desarrollo, cooperación y gobernanza.

### **Diplomacia compleja y coevolución institucional**

Con esta realidad, la diplomacia tradicional resulta insuficiente. El enfoque complejo propone una diplomacia relacional orientada a la coevolución institucional, la creación de espacios compartidos de deliberación y el diseño de mecanismos flexibles para gestionar conflictos. El objetivo consiste en generar condiciones que permitan procesar tensiones sin derivar en colapsos sistémicos.

Esto exige plataformas de interacción multinivel, incorporación de actores estatales y no estatales, y marcos normativos capaces de integrar la incertidumbre como dimensión constitutiva. La diplomacia se expande más allá del ámbito de las cancillerías y los tratados. Se extiende a redes de cooperación científica, consorcios tecnológicos, universidades, organizaciones no gubernamentales, organismos regionales y movimientos sociales de alcance global. Se configura así como un proceso de construcción colectiva de gobernabilidad en escenarios de complejidad radical.

El conflicto evidencia la urgencia de una ciencia política de segunda generación, capaz de operar con lógicas no lineales, niveles múltiples y racionalidades heterogéneas. Esta ciencia política compleja prescinde de leyes universales. En su lugar, desarrolla marcos interpretativos que orientan la acción en entornos dinámicos, ambiguos y cambiantes. Sostiene su rigurosidad sobre fundamentos contextuales, transdisciplinarios y orientados a la transformación.

El pensamiento complejo permite articular comprensión y acción. Ante una realidad volátil, incierta, compleja y ambigua (VUCA), la inteligencia estratégica se construye sobre capacidades adaptativas, aprendizaje institucional continuo y vigilancia epistémica rigurosa.

### **Conciencia compleja para un mundo interdependiente**

El conflicto comercial entre Estados Unidos y China trasciende cualquier interpretación que lo reduzca a un evento aislado o a una coyuntura resoluble mediante tratados específicos o cambios gubernamentales. Constituye la expresión más nítida de una mutación civilizatoria en desarrollo, en la que se reconfiguran los fundamentos del sistema internacional. La tensión entre ambas potencias expresa la colisión entre intereses geoestratégicos divergentes, modelos epistémicos en disputa, racionalidades incompatibles y arquitecturas institucionales que resultan insuficientes para afrontar una realidad global marcada por interdependencia creciente, inestabilidad estructural y dinámicas de alta complejidad.

En este escenario, el pensamiento complejo, en la línea de Edgar Morin y de diversos desarrollos en las ciencias de la complejidad, deja de ocupar un lugar marginal en el campo teórico. Se convierte en una necesidad epistemológica y ética para interpretar y transformar un mundo caracterizado por incertidumbre persistente, múltiples escalas de análisis, relaciones de retroalimentación y coexistencia estructural de tensiones sistémicas.

### **Superar la ilusión de control: hacia una racionalidad de segundo orden**

La toma de decisiones internacionales ha sido regida por una racionalidad instrumental de primer orden, basada en la previsión, la linealidad y la maximización de intereses bajo supuestos de control y estabilidad. Los conflictos contemporáneos, como el que involucra a Estados Unidos y China, exceden esa lógica simplificadora. La emergencia de variables imprevistas, los efectos en cascada, la resistencia a patrones estables y la multiplicidad de escalas debilitan los cimientos de cualquier estrategia sustentada en fragmentaciones analíticas.

Ante esta complejidad, el pensamiento complejo propone una racionalidad de segundo orden, reflexiva sobre sus propios límites y capaz de interactuar con la incertidumbre, la contradicción y los fenómenos emergentes. Este enfoque evita asumir el conocimiento como absoluto. Lo concibe como proceso situado, dinámico y relacional. La acción en sistemas abiertos exige aprendizaje continuo, sensibilidad contextual y apertura interpretativa sostenida.

### **Conciencia compleja: una ecología del pensar**

Hablar de conciencia compleja implica proponer un cambio de estado mental y cultural. Supone concebir el pensamiento como un sistema compuesto por nociones, percepciones, afectos y estructuras cognitivas en permanente interacción. Esta conciencia integra sin confundir, distingue sin disociar, articula sin reducir. Parte de la premisa de que todo fenómeno social o político involucra dimensiones materiales, simbólicas, históricas y relacionales que exigen abordajes múltiples y categorías abiertas.

En un mundo globalizado y desigual, tecnológicamente avanzado, ecológicamente devastado, interconectado y cognitivamente fragmentado, la conciencia compleja se presenta como condición necesaria para una lucidez colectiva. Con discursos basados en la simplificación, sean populistas, tecnocráticos o fundamentalistas, plantea una ética de la duda activa, una política del diálogo intercultural y una epistemología del entrelazamiento.

### **Gobernanza, cooperación y diplomacia en clave compleja**

El conflicto entre Estados Unidos y China evidenció la obsolescencia de múltiples herramientas tradicionales de diplomacia y gobernanza internacional. Los mecanismos multilaterales resultaron lentos y rígidos con la velocidad que adquirieron las tensiones geoeconómicas. El bilateralismo agresivo intensificó la confrontación sin transformar sus causas estructurales. Las fórmulas de ganar y perder derivaron en pérdidas mutuas e impactos significativos sobre países terceros y sectores alejados del ámbito gubernamental.

Una diplomacia compleja se fundamenta en la construcción de significados compartidos y en relaciones de coevolución. Implica rediseñar las plataformas de interacción internacional para integrar Estados, empresas, universidades, organizaciones civiles, pueblos originarios y actores híbridos del ecosistema digital. La diplomacia deja de operar como instrumento exclusivo del poder estatal y se convierte en una práctica multiescalar orientada a gestionar lo común en escenarios marcados por disenso legítimo y conflicto persistente.

La cooperación internacional adquiere una función estratégica: construir sostenibilidad institucional, generar confianza adaptativa y desarrollar infraestructuras cognitivas colectivas. Esto implica compartir datos, establecer criterios éticos compatibles y diseñar protocolos capaces de responder a la complejidad sistémica. En este sentido, la conciencia compleja remite a una condición operativa indispensable para gobernar sistemas globales sometidos a riesgos crecientes.

### **Complejidad y acción: el arte de intervenir sin fragmentar**

La crítica recurrente al enfoque complejo, que lo considera incapaz de traducirse en acción concreta, se basa en una interpretación reduccionista. La complejidad transforma la forma de intervenir. En lugar de actuar sobre modelos cerrados o proyecciones unívocas, se recurre a hipótesis abiertas, monitoreo constante y deliberación transdisciplinaria.

Este enfoque exige aceptar soluciones provisionales y contextualizadas. Los efectos de una política jamás se anticipan en su totalidad, aunque es posible observarlos, analizarlos y aprender de ellos. La toma de decisiones incorpora modelado dinámico, análisis de escenarios y simulaciones para acompañar procesos de transformación.

En la práctica, esto conduce al diseño de políticas modulares, adaptativas y experimentales, más próximas a prototipos que a planes definitivos. Los centros de decisión funcionan como espacios de escucha activa, diálogo plural y aprendizaje colectivo. Esta lógica configura una gobernanza experimental, en la que el error adquiere valor como fuente de información, ajuste estratégico y mejora continua.

### **Ética compleja: responsabilidad, relacionalidad y no-saber**

La conciencia compleja también expresa una ética profundamente relacional. Asume la interdependencia radical entre actores, sistemas y temporalidades. La responsabilidad se amplía más allá de las acciones directas e incluye efectos colaterales, externalidades invisibilizadas y consecuencias amplificadas en redes densamente conectadas.

Esta ética exige humildad cognitiva, vigilancia epistémica y disposición a soltar la pretensión de control absoluto como fundamento de legitimidad. Requiere apertura hacia saberes marginados, perspectivas diversas y conocimientos excluidos de los marcos dominantes. La complejidad favorece una descolonización del pensamiento

y el reconocimiento plural de epistemologías orientadas a imaginar horizontes de justicia y sostenibilidad.

Construir una conciencia compleja demanda una transformación profunda del pensamiento. Esta transformación trasciende el ámbito de élites políticas o académicas. Necesita permear sistemas educativos, lenguajes institucionales y medios de comunicación. Una educación fundamentada en la complejidad transmite habilidades de navegación, pensamiento crítico, lectura sistémica, conexión transdisciplinaria y apertura a la incertidumbre.

Formar ciudadanía en este siglo requiere sustituir la lógica del control por una pedagogía del cuidado, la obsesión por la certeza por una ética de la interrogación y la exaltación del individualismo por una ecología de vínculos. Más que contenidos sobre complejidad, se trata de crear ecosistemas cognitivos donde las personas vivan el entrelazamiento entre saberes, emociones y contextos.

El conflicto entre Estados Unidos y China exhibe desafíos estructurales: transformación ecológica, aceleración tecnológica, fragilidad sanitaria, desplazamientos humanos forzados y crisis de sentido compartido. Cada fenómeno demanda un pensamiento articulador, capaz de entretejer escalas diversas sin reducir su especificidad.

El desacoplamiento tecnológico puede entenderse como una cuestión estratégica, aunque también como oportunidad para fomentar soberanías digitales compartidas, estándares plurales y sistemas colaborativos. Las soluciones se construyen desde los marcos epistémicos que organizan la mirada.

La conciencia compleja orienta decisiones. Permite evaluar implicaciones, reconocer interdependencias y construir opciones que integren ética, contexto y lucidez. Opera como brújula cognitiva en medio de transformaciones civilizatorias.

Asumir la complejidad implica una decisión política fundada en el compromiso con la vida, la pluralidad y la sostenibilidad. En una realidad marcada por crisis encadenadas y efectos imprevistos, comprender actúa como resistencia activa y actuar con sentido representa una expresión elevada de responsabilidad.

El conflicto entre Estados Unidos y China expresa una transformación estructural en desarrollo. Más que una pugna por el poder, pone en juego el modo en que se entienden el conflicto, la cooperación y los futuros posibles. En este marco, la

conciencia compleja deja de ser horizonte teórico y se afirma como condición operativa para sostener la viabilidad compartida.

La complejidad permite transitar el conflicto con lucidez, inteligencia estratégica y una ética de la interdependencia. Comprender en tiempos inciertos constituye un gesto de resistencia ante la fragmentación. Actuar con sentido, en medio de mutaciones, afirma la vida como propósito común.



## Capítulo 7

**La negociación internacional en  
materia ambiental y biodiversidad  
desde la complejidad**

## La negociación internacional en materia ambiental y biodiversidad desde la complejidad

**E**n el escenario global contemporáneo, la crisis ambiental y la acelerada pérdida de biodiversidad representan desafíos sistémicos prioritarios. La magnitud y la transversalidad de fenómenos interrelacionados, como el cambio climático, la deforestación, la acidificación de los océanos y la fragmentación de hábitats, desbordan los enfoques analíticos tradicionales. Los marcos lineales, simplistas o sectoriales resultan insuficientes y epistemológicamente inadecuados. La complejidad del entramado ecológico, político, económico y cultural exige una racionalidad capaz de integrar la diversidad de variables implicadas y sus interacciones, caracterizadas por una linealidad ausente.

En este contexto, el pensamiento complejo de Edgar Morin y las ciencias de la complejidad introducen un giro epistemológico decisivo (Morin, 2005). Su planteamiento prescinde de agregar simplemente más elementos y apuesta por repensar las conexiones entre ellos, reconociendo interdependencias, bucles recursivos y dinámicas emergentes que configuran los problemas ambientales globales. Así, se transita desde una visión causal y mecanicista hacia una comprensión integradora y transdisciplinaria que asume la incertidumbre, la multidimensionalidad y la ausencia de linealidad como rasgos inherentes de los sistemas socio-ecológicos.

La negociación internacional relacionada con medio ambiente y biodiversidad se desarrolla dentro de esta complejidad estructural. Alejada de un simple ejercicio técnico o diplomático, involucra una multiplicidad de actores, tales como Estados,

organismos multilaterales, empresas transnacionales, comunidades locales, pueblos indígenas, organizaciones gubernamentales y de la sociedad civil, redes científicas y activistas climáticos, que actúan bajo marcos normativos diversos, con intereses frecuentemente contradictorios y notables asimetrías de poder.

Estos actores interactúan fuera de condiciones de equilibrio, dentro de un sistema global en transformación, atravesado por crisis múltiples y una interdependencia planetaria creciente. Con esta perspectiva, la gobernanza ambiental deja de representar una opción técnica y adopta el carácter de exigencia civilizatoria. La capacidad de articular respuestas colectivas con la degradación ambiental y la pérdida de biodiversidad constituye uno de los ejes centrales del futuro compartido de la humanidad.

En consecuencia, la negociación internacional debe entenderse como proceso dinámico, abierto y adaptativo, lejos de quedar limitada a la suma de intereses nacionales. Exige co-construcción de sentidos, negociación de valores, generación de confianza mutua y articulación de saberes diversos.

Los acuerdos internacionales sobre biodiversidad, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Protocolo de Nagoya y las Metas de Aichi, revelan simultáneamente avances y limitaciones de los modelos tradicionales de negociación. Han establecido marcos normativos globales, favorecido la cooperación técnica y movilizad recursos, aunque también muestran dificultades estructurales durante la implementación efectiva: falta de voluntad política, desigual capacidad institucional entre países, tensiones Norte-Sur y fragilidad en los mecanismos de seguimiento y cumplimiento.

Este escenario requiere un enfoque teórico capaz de trascender los esquemas racionalistas y realistas presentes en las relaciones internacionales. La teoría de juegos, el institucionalismo liberal y el constructivismo aportan herramientas valiosas, aunque limitadas cuando se analizan por separado. En contraste, las ciencias de la complejidad permiten reconceptualizar la negociación internacional como sistema adaptativo complejo, donde los resultados dejan de derivarse linealmente de las intenciones iniciales y emergen de la interacción entre múltiples variables en contextos de alta incertidumbre.

En este marco resulta imprescindible incorporar conceptos como autoorganización, dinámicas sin linealidad, emergencia, retroalimentación positiva y negativa, y resiliencia sistémica. Por ejemplo, los procesos de negociación exhiben puntos de

bifurcación donde variaciones minúsculas producen cambios significativos en la trayectoria del acuerdo. Del mismo modo, las dinámicas de confianza o desconfianza entre actores pueden retroalimentarse y amplificarse, lo cual afecta la viabilidad de los compromisos asumidos. Tales dinámicas escapan a la capacidad explicativa de modelos lineales o deterministas.

Desde la perspectiva del pensamiento complejo resulta esencial reconocer la pluralidad de racionalidades en juego. Las negociaciones reúnen actores heterogéneos que interpretan los problemas desde cosmovisiones, marcos valorativos y prioridades estratégicas divergentes. Esta diversidad epistemológica y cultural constituye una condición estructural del diálogo internacional y en ningún caso representa un obstáculo. Por tanto, la construcción de acuerdos exige espacios destinados a la traducción intercultural, la deliberación plural y el aprendizaje mutuo.

Se aspira a articular los marcos teóricos clásicos de la negociación internacional con los aportes del pensamiento complejo para brindar una comprensión más robusta y crítica de los mecanismos de gobernanza ambiental global. En especial, se examinarán teorías como la racionalidad limitada, la negociación integrativa, el enfoque transformativo y la teoría de sistemas adaptativos complejos aplicadas a los acuerdos ambientales y de biodiversidad.

También se analizará el papel de las instituciones internacionales, en particular la Organización de las Naciones Unidas y sus agencias especializadas, en la construcción de marcos de cooperación ambiental, junto con los desafíos relacionados con la implementación efectiva de los acuerdos: movilización de recursos financieros, rendición de cuentas y monitoreo participativo. Se examinarán las dinámicas de los actores clave, con énfasis en las tensiones entre países del Norte y del Sur, la relevancia de los saberes tradicionales y la urgencia de fomentar una gobernanza policéntrica, inclusiva y adaptativa.

La integración de la perspectiva compleja enriquece el análisis académico y proporciona orientaciones más efectivas para la acción política y diplomática. Concebir las negociaciones ambientales como procesos sin linealidad, interdependientes y sujetos a la emergencia de dinámicas imprevistas implica reconfigurar las estrategias de intervención, transitando desde enfoques prescriptivos hacia modelos adaptativos que reconozcan la contingencia, la evolución constante y la necesidad de aprendizaje continuo.

## Teorías de la negociación internacional en materia ambiental

La negociación internacional en temas ambientales trasciende la lógica transaccional entre Estados. Se configura como un espacio complejo donde confluyen intereses estratégicos, regímenes normativos, racionalidades diversas y disputas simbólicas. Tradicionalmente, las relaciones internacionales han interpretado estos procesos mediante tres marcos teóricos principales: realismo, liberalismo institucional y constructivismo. Frente al carácter multicausal y con dinámica sin linealidad de las crisis ecológicas contemporáneas, estos enfoques requieren una reinterpretación desde una lógica transdisciplinaria que incorpore la epistemología de la complejidad.

### **Realismo: soberanía, poder y cálculo geoestratégico**

El realismo parte del supuesto de que los Estados, al operar en un sistema internacional carente de autoridad central, priorizan su autonomía y supervivencia (Morgenthau, 1948. Waltz, 1979). Las negociaciones ambientales se interpretan como estrategias dirigidas a contener costos y preservar el statu quo, más que como compromisos orientados hacia el bien común. Este enfoque permite comprender por qué las potencias condicionan su participación en acuerdos ambientales al comportamiento de otros actores relevantes. Las dinámicas entre Estados Unidos, China e India inciden directamente en el ritmo y la ambición de las negociaciones multilaterales. La fórmula de responsabilidades comunes aunque diferenciadas, surgida en la Conferencia de Río en 1992, responde a esta lógica como concesión pragmática ante el desequilibrio histórico de emisiones, frecuentemente invocada para reducir el alcance de compromisos vinculantes.

El realismo también permite identificar los límites del idealismo normativo en contextos de disputa por recursos estratégicos. Factores como la seguridad energética, el acceso a tecnologías limpias o la posición en cadenas de valor globales ejercen influencia directa sobre las decisiones en política exterior ambiental. Este enfoque presenta limitaciones analíticas con la emergencia de nuevas agendas, el protagonismo de actores diversos y la transformación progresiva de los marcos normativos internacionales.

### **Liberalismo institucional: gobernanza multilateral y cooperación técnica**

Desde el liberalismo institucional, la cooperación ambiental resulta posible si existen instituciones con capacidad para reducir incertidumbre, regular interacciones y establecer incentivos compartidos, como lo han planteado Keohane en 1984 y Nye en 2001. Este marco ha sido clave para comprender la formación de regímenes

internacionales como la Convención Marco sobre el Cambio Climático y la Convención sobre la Diversidad Biológica, instrumentos que consolidaron estándares, mecanismos financieros y sistemas de seguimiento global.

El Acuerdo de París de 2015 ilustra esta lógica a través de un diseño institucional sustentado en contribuciones determinadas a nivel nacional, revisiones periódicas, mecanismos de transparencia y financiación climática. Su arquitectura combina flexibilidad normativa con exigencia de resultados y abre espacios para la participación de múltiples actores, lo que permite ajustes diferenciados según contextos nacionales.

Este enfoque tiende a invisibilizar las asimetrías estructurales presentes en el sistema internacional. Los costos asociados con la adaptación y la mitigación climática difieren sustancialmente entre países, al igual que sus capacidades institucionales. La influencia de corporaciones sobre organismos multilaterales y la subordinación de las agendas ambientales a intereses financieros o extractivos debilitan la idea de una gobernanza técnica y neutral.

La lógica liberal resulta funcional en escenarios donde la cooperación se da de forma progresiva, aunque pierde eficacia ante fenómenos que expresan colapsos sistémicos o disputas profundas en torno al modelo global de desarrollo.

### **Constructivismo: subjetividades, normas y disputas culturales**

El constructivismo incorpora una dimensión central: los intereses surgen mediante ideas, normas e identidades (Wendt, 1999). Las negociaciones ambientales operan como espacios donde se redefine qué constituye un problema, qué valores orientan la acción colectiva y qué actores poseen legitimidad para incidir en la gobernanza global.

Este enfoque permite identificar la emergencia de principios normativos como justicia climática, equidad intergeneracional y derechos de la naturaleza. También facilita la comprensión de la incorporación de saberes tradicionales, demandas juveniles y reivindicaciones indígenas en el diseño institucional de los acuerdos multilaterales. El Protocolo de Nagoya (2010) constituye un ejemplo de esta orientación, al establecer el acceso equitativo a los beneficios derivados del uso de recursos genéticos como derecho colectivo de las comunidades que los salvaguardan.

Desde esta perspectiva, los discursos predominantes, como desarrollo sostenible, resiliencia o neutralidad climática, se construyen socialmente y se encuentran sujetos a procesos de apropiación o resignificación. El constructivismo aporta herramientas para comprender las dinámicas de legitimación, disputa simbólica y transformación identitaria que atraviesan tanto a los Estados como a las redes transnacionales de activismo, producción científica y sociedad civil organizada.

Este enfoque tiende a dejar en un plano secundario las condiciones materiales e institucionales que restringen la aplicación efectiva de los principios normativos. La performatividad discursiva por sí sola carece de capacidad para producir redistribución o transformación estructural de los modelos productivos y energéticos hegemónicos.

### **Epistemología de la complejidad: articular racionalidades y niveles de análisis**

Cada teoría ofrece una lectura valiosa del fenómeno desde su propia lente. El pensamiento complejo, en lugar de elegir una sobre otra, propone una articulación epistemológica que conecte niveles estratégicos, institucionales y simbólicos como expresiones interdependientes de un sistema dinámico y multiescalar (Morin, 2005).

Desde esta perspectiva, la negociación ambiental internacional se comprende como un sistema adaptativo complejo, donde las decisiones emergen a partir de interacciones entre factores estructurales, condicionamientos contextuales y contingencias históricas. La causalidad lineal se reemplaza por relaciones de retroalimentación, dinámicas emergentes y procesos que evolucionan mediante bucles de aprendizaje y transformación continua.

La racionalidad compleja reubica los enfoques clásicos dentro de una lógica transdisciplinaria. El realismo aporta elementos clave sobre el ejercicio del poder. El liberalismo permite entender el diseño institucional y sus incentivos. El constructivismo destaca las disputas por el sentido, la configuración de subjetividades políticas y las transformaciones normativas. Integrar estas perspectivas permite construir interpretaciones más densas, sensibles a la incertidumbre, a la diversidad de racionalidades y a la pluralidad de actores.

Este enfoque supera los dualismos. La separación entre lo estatal y lo social se vuelve difusa. Las fronteras entre cálculo estratégico y horizonte ético se abordan desde su tensión constitutiva. Las estructuras se interpretan como entornos de posibilidad en permanente redefinición, y las agencias adquieren sentido en relación con las condiciones culturales, ecológicas y tecnológicas que las atraviesan.

Las negociaciones internacionales, en este marco, funcionan como espacios de coevolución institucional, coordinación intercultural y experimentación política. Se trata de procesos en constante ajuste, donde los acuerdos resultan de equilibrios dinámicos entre intereses, valores y saberes diversos. Abordarlas desde el pensamiento complejo representa una condición imprescindible para intervenir de forma lúcida en un mundo interrelacionado, incierto y en transformación civilizatoria.

### **Hitos de las negociaciones internacionales en materia ambiental y biodiversidad: acuerdos clave**

La trayectoria de la diplomacia ambiental global refleja un proceso de consolidación progresiva hacia formas institucionalizadas de gobernanza planetaria. A lo largo de cinco décadas, diversas cumbres y conferencias multilaterales han generado acuerdos fundamentales que configuran un entramado normativo e institucional cada vez más sofisticado. Este proceso da cuenta tanto de avances significativos como de tensiones estructurales en la arquitectura del sistema internacional.

#### **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 1972)**

Este evento inauguró formalmente la agenda ambiental en la esfera diplomática global. Por primera vez, se reconoció el medio ambiente como cuestión de alcance planetario, más allá de jurisdicciones estatales. La declaración final formuló principios fundamentales sobre la articulación entre desarrollo humano y cuidado ecológico, destacando la noción de responsabilidad compartida y diferenciada entre países.

Entre sus principales contribuciones se encuentra la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), entidad encargada de coordinar esfuerzos globales y de elaborar evaluaciones ambientales periódicas. Esta conferencia sentó las bases conceptuales de negociaciones futuras al señalar que los procesos de deterioro ecológico limitan estructuralmente las condiciones de posibilidad para el desarrollo, especialmente en contextos históricamente excluidos.

#### **Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992)**

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), conocida como Cumbre de Río, representó un hito estructurante. A partir de este encuentro se consolidaron tres instrumentos claves:

Agenda 21, concebida como plan de acción integral para transitar hacia un modelo de desarrollo sostenible articulado en sus dimensiones económica, social y ecológica.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), eje de las futuras negociaciones orientadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), dirigida a conservar la diversidad biológica del planeta, promover su aprovechamiento sustentable y asegurar una distribución justa de los beneficios derivados.

La Cumbre de Río otorgó relevancia global al principio de responsabilidades comunes y diferenciadas (CBDR), aludiendo a las desigualdades estructurales tanto en la generación histórica de impactos ecológicos como en las capacidades institucionales y tecnológicas disponibles para su abordaje. Este principio articuló la justicia ambiental con las asimetrías geopolíticas, estableciendo una arquitectura normativa que continúa en disputa.

### **Protocolo de Kioto (1997)**

Como primer instrumento legal vinculante surgido en el marco de la CMNUCC, el Protocolo de Kioto marcó un hito en la definición de metas obligatorias de reducción de emisiones para países industrializados, sobre la base de su responsabilidad histórica en la acumulación de gases de efecto invernadero. Su diseño introdujo mecanismos de mercado, entre ellos el comercio de emisiones y el Mecanismo de Desarrollo Limpio, con el propósito de otorgar flexibilidad mediante inversiones en proyectos de mitigación en países del Sur.

Su impacto resultó acotado por la salida de actores influyentes y la ausencia de compromisos para economías emergentes con altos niveles de emisión. Estas omisiones generaron cuestionamientos sobre su legitimidad distributiva y su eficacia estructural.

### **Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002)**

Celebrada una década después de la Cumbre de Río, este encuentro buscó reactivar compromisos internacionales mediante la articulación entre justicia social, acceso equitativo a recursos y sostenibilidad ecológica. Aunque careció de tratados vinculantes nuevos, consolidó una agenda integrada donde el cuidado ambiental se

reconoce como dimensión constitutiva del desarrollo humano y condición para la viabilidad económica de largo plazo.

Esta cumbre reflejó el desplazamiento de una visión centrada exclusivamente en la protección de ecosistemas hacia una comprensión que articula pobreza, desigualdad y degradación ambiental como fenómenos interdependientes.

### **Protocolo de Nagoya (2010)**

Enmarcado dentro de la Convención sobre la Diversidad Biológica, el Protocolo de Nagoya institucionalizó el derecho de los países megadiversos, comunidades locales y pueblos indígenas sobre sus recursos genéticos y saberes tradicionales. Su objetivo principal es corregir desequilibrios históricos que facilitaron prácticas de bioprospección extractiva, mediante la exigencia de consentimiento fundamentado previo y condiciones acordadas para el acceso y la distribución de beneficios.

Desde una perspectiva compleja, este tratado transforma la concepción tradicional del conocimiento y la biodiversidad, al incorporar criterios jurídicos, éticos y epistémicos que visibilizan la pluralidad de racionalidades implicadas en la gestión ambiental global.

### **Acuerdo de París sobre el Cambio Climático (2015)**

Adoptado por 196 partes en la COP21, este acuerdo fijó como meta evitar que el aumento de la temperatura media global supere los dos grados Celsius, y propuso esfuerzos adicionales para limitarlo a 1.5 grados respecto de niveles preindustriales. A diferencia del Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París se fundamenta en compromisos voluntarios presentados como Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, sujetas a actualizaciones periódicas.

Esta arquitectura flexible responde a críticas dirigidas a modelos anteriores, cuya rigidez generaba exclusiones y bloqueos políticos. El acuerdo representa un tránsito hacia una gobernanza policéntrica, adaptativa y relacional, alineada con los principios de los sistemas complejos. Su implementación exige cerrar brechas en financiación, capacidades técnicas y distribución de responsabilidades en términos de justicia climática.

### **Década de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (2021–2030)**

Proclamada ante el deterioro de los ecosistemas planetarios, esta iniciativa global busca restaurar al menos 350 millones de hectáreas degradadas para el año 2030,

generando beneficios ambientales, sociales y económicos significativos. Su ejecución involucra múltiples actores: gobiernos, agencias multilaterales, sectores empresariales, comunidades locales y redes científicas.

Desde la óptica del pensamiento complejo, esta década plantea una transformación: el eje se desplaza desde la conservación de espacios prístinos hacia la regeneración activa de ecosistemas antropizados. Se reconoce así la capacidad coevolutiva de las comunidades humanas y su papel fundamental en la reconfiguración de los vínculos entre cultura, naturaleza y sostenibilidad.

### **Balance crítico y desafíos emergentes**

A pesar de los avances institucionales y normativos, la eficacia de los acuerdos internacionales en materia ambiental sigue generando controversia. Persiste la distancia entre compromisos formulados y transformaciones efectivas, al igual que la desigual capacidad de los países para implementar las decisiones acordadas. La apropiación de los procesos multilaterales por intereses corporativos, el debilitamiento progresivo del multilateralismo y el ascenso de discursos que desacreditan la evidencia científica configuran barreras significativas. Desde la perspectiva del pensamiento complejo, estas tensiones expresan las limitaciones estructurales de un modelo de gobernanza ambiental que opera con lógicas fragmentarias, predictivas y lineales. Persisten modos de intervención que desatienden la interdependencia de los sistemas, la naturaleza emergente de los procesos ecológicos y la volatilidad epistémica que caracteriza al contexto global.

Los acuerdos ambientales requieren transformaciones más profundas que la acumulación de cláusulas. Se impone una resignificación de las relaciones entre conocimiento, poder y acción colectiva, en clave de articulación transdisciplinaria y pluralismo epistémico. Esta tarea exige el abandono del paradigma incremental, en favor de nuevas formas de racionalidad política, ética y cognitiva, capaces de asumir la diversidad de actores, escalas y temporalidades que estructuran los sistemas socioecológicos. Desde este horizonte, la negociación ambiental se concibe como proceso evolutivo, generador de instituciones relacionales, dinámicas de aprendizaje compartido y prácticas deliberativas orientadas a configurar escenarios de viabilidad planetaria.

## **La gobernanza ambiental desde la complejidad**

La gobernanza ambiental global, atravesada por incertidumbre, interdependencia y transformación acelerada, exige un viraje epistemológico. El pensamiento complejo,

formulado por Edgar Morin junto con las ciencias de la complejidad, trasciende la crítica a los enfoques reduccionistas al proponer nuevas formas de comprender, intervenir y articular el conocimiento con fenómenos sistémicos. Su aplicación a las negociaciones internacionales sobre biodiversidad permite superar marcos analíticos lineales y asumir la naturaleza evolutiva e imprevisible de los procesos multilaterales.

El pensamiento complejo supera la simple identificación de factores múltiples al articular sus relaciones e incorporar incertidumbre, contradicción y multicausalidad como componentes constitutivos del conocimiento. Morin (2005) plantea que comprender requiere contextualizar, globalizar y articular. El conocimiento se construye mediante la integración de un todo organizado, vivo, inestable y transformable. Esta mirada resulta imprescindible con desafíos ambientales donde variables ecológicas, sociales, políticas y económicas interactúan de forma entrelazada y retroactiva.

### **Sistemas complejos y relaciones emergentes**

En el ámbito de las negociaciones internacionales, esta articulación resulta decisiva. Las decisiones deben evaluarse por su capacidad para favorecer la regeneración de ecosistemas y la justicia ambiental en distintas escalas. La lógica estatal y los marcos institucionales se integran como componentes dentro de procesos relacionales más amplios.

Las ciencias de la complejidad enriquecen esta mirada mediante el análisis de sistemas formados por elementos interrelacionados cuyas interacciones generan comportamientos emergentes irreductibles a las partes. Esta lógica se manifiesta en ecosistemas biológicos, en estructuras sociales, en redes de cooperación y en plataformas de gobernanza climática.

En estos sistemas, las relaciones expresan comportamientos inestables y alejados de la linealidad. Variaciones mínimas generan efectos desproporcionados, mientras perturbaciones mayores pueden ser absorbidas mediante mecanismos de resiliencia. Las negociaciones ambientales operan bajo esta lógica. Sus desenlaces emergen de interacciones históricas, políticas y simbólicas entre actores diversos.

### **Trayectorias abiertas y aprendizaje institucional**

Con los enfoques deterministas, el pensamiento complejo concibe trayectorias institucionales abiertas. Las negociaciones ambientales se estructuran mediante procesos de retroalimentación donde cada decisión transforma las condiciones del

proceso mismo. Un acuerdo parcial puede desencadenar sinergias orientadas a nuevos consensos o bloquearlos si acentúa desequilibrios o debilita la confianza.

Los acuerdos ambientales más relevantes emergen en momentos de confluencia entre presión social, crisis ecológica y reconfiguración estratégica. Esta lógica emergente exige abandonar modelos estáticos y adoptar enfoques centrados en adaptabilidad, resiliencia institucional y aprendizaje continuo.

### **Multiescalaridad y racionalidad relacional**

Uno de los aportes fundamentales del pensamiento complejo reside en su capacidad para interpretar los fenómenos desde múltiples escalas. Lo global incide en lo local y lo local transforma lo global. La pérdida de biodiversidad en un bosque tropical impacta a las comunidades que lo habitan, altera el clima planetario, compromete la seguridad alimentaria y modifica los ciclos biogeoquímicos. Esta interdependencia requiere decisiones articuladas en distintos niveles, con respeto por las especificidades territoriales y por las conexiones sistémicas.

La complejidad dista de representar una sofisticación técnica. El abordaje complejo implica adoptar una racionalidad relacional, situada y transdisciplinaria, capaz de integrar saberes diversos, temporalidades asincrónicas y actores heterogéneos.

### **Transformación institucional y conciencia planetaria**

Aplicar el pensamiento complejo a la negociación internacional desplaza el foco desde los resultados inmediatos hacia procesos de transformación institucional sostenida. En sistemas complejos, la estabilidad depende de la capacidad para aprender, reorganizarse y adaptarse a entornos cambiantes. Este aprendizaje adquiere dimensiones técnicas, políticas, culturales y éticas.

Más que establecer marcos normativos rígidos, las negociaciones ambientales se conciben como procesos que integran evaluación iterativa, revisión periódica, inclusión deliberativa y aprendizaje colectivo. Las instituciones se entienden como sistemas vivos, dotados de capacidad regenerativa con escenarios ecológicos y sociales en transformación constante.

La crisis ambiental expresa una crisis del pensamiento. La fragmentación del saber, la hiper-especialización y los enfoques reduccionistas han limitado la comprensión de problemas globales complejos. El pensamiento complejo plantea una racionalidad alternativa que transforma la relación entre ciencia, política y vida. Incorporar esta racionalidad en la diplomacia ambiental implica revisar contenidos,

reformular procedimientos, resignificar los lenguajes y los marcos de sentido. Supone sustituir la lógica del control por la del cuidado, el cálculo por la cooperación y el interés inmediato por la responsabilidad planetaria.

### **Biodiversidad y sistemas vivos: una visión compleja de los desafíos ecológicos**

La biodiversidad trasciende la suma de especies. Es una manifestación dinámica de sistemas vivos en interacción continua. Desde la perspectiva del pensamiento complejo, los ecosistemas dejan de ser estructuras estables y se entienden como entramados de relaciones en transformación permanente. Las funciones ecológicas como la regulación climática, la fertilidad del suelo o el equilibrio hidrológico emergen de múltiples interacciones con dinámicas que escapan a la linealidad. La pérdida de diversidad biológica altera cualitativamente las capacidades autoorganizativas y resilientes del sistema planetario.

El deterioro de la biodiversidad debe comprenderse en relación con otras crisis planetarias. La extinción acelerada de especies, la fragmentación de hábitats y la homogeneización genética responden a la misma racionalidad que impulsa el cambio climático, la inseguridad alimentaria y la propagación de enfermedades de origen zoonótico. Estas manifestaciones provienen de una lógica civilizatoria desbalanceada basada en la dominación de lo vivo.

Desde el enfoque complejo, estos colapsos expresan fracturas en la relación con la vida. La biodiversidad deja de concebirse como recurso gestionable y se reconoce como condición fundamental para la existencia. Su deterioro reduce las posibilidades de continuidad vital en planos biológicos, culturales, epistémicos y simbólicos.

Los ciclos biogeoquímicos como el carbono, el nitrógeno y el fósforo ilustran la interdependencia sistémica que sostiene la vida. Su alteración, producto de prácticas humanas como la agricultura industrial, la minería y la explotación de combustibles fósiles, desencadena efectos de largo alcance. Estas transformaciones modifican de forma simultánea la biodiversidad, el clima, la salud humana y las estructuras de gobernanza.

Comprender estos procesos exige integrar escalas diversas de espacio y tiempo. Las intervenciones locales generan consecuencias globales. Las respuestas eficaces surgen de articulaciones territoriales construidas desde condiciones ecológicas y culturales particulares.

El enfoque complejo invita a construir respuestas emergentes, situadas y coevolutivas ante la crisis de biodiversidad. Esta perspectiva cuestiona los modelos que insisten en metas fijas o restauraciones idealizadas. Se requieren estrategias flexibles que reconozcan la irreversibilidad de ciertos procesos, el carácter estructural de la incertidumbre y la necesidad urgente de regenerar condiciones de habitabilidad.

La restauración ecológica se redefine como proceso de relación continua entre sociedades humanas y sistemas vivos. La Década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas promueve esta transición al desplazar el énfasis desde la conservación de lo intacto hacia la regeneración activa, donde las comunidades juegan un papel fundamental en la coevolución con sus entornos.

La complejidad de los sistemas socioecológicos requiere una gobernanza distribuida basada en redes de cooperación entre actores diversos. Comunidades locales, pueblos indígenas, autoridades públicas, organizaciones sociales y sectores productivos elaboran de manera conjunta diagnósticos, objetivos y formas de acción colectiva.

Esta lógica se manifiesta en marcos como el Protocolo de Nagoya, que reconoce derechos colectivos sobre conocimientos tradicionales y recursos genéticos. Más allá de su función normativa, este instrumento representa una transformación conceptual donde la biodiversidad se concibe como tejido relacional de reciprocidades vitales.

La creación de redes de cooperación territorial permite conectar escalas, integrar conocimientos ancestrales y científicos, y fomentar formas de vida vinculadas con los ecosistemas. Estas prácticas fortalecen una racionalidad ecológica orientada al cuidado, la interdependencia y el reconocimiento entre formas vivas.

Abordar la biodiversidad desde el pensamiento complejo implica una transformación de orden epistemológico y ético. Proteger la diversidad biológica supone reconstruir las condiciones que hacen posible la vida. Esta transformación cuestiona enfoques centrados en el aprovechamiento de recursos y propone una comprensión de la existencia fundada en vínculos y cohabitaciones.

Esta transición también interpela las nociones dominantes de desarrollo, progreso y seguridad que han justificado formas sistemáticas de destrucción biológica. El pensamiento complejo abre posibilidades de nuevas preguntas, nuevas formas de

interpretación y nuevas relaciones. Funciona como brújula para navegar un presente marcado por la incertidumbre y para imaginar futuros construidos sobre bases regenerativas, justas y sostenibles.

### **Dinámicas complejas y desafíos estructurales en la negociación internacional sobre biodiversidad**

La negociación internacional sobre biodiversidad se despliega dentro de un entramado denso de interacciones multiescalares. Los acuerdos se configuran mediante procesos dinámicos de ajuste, confrontación y transformación institucional. Superar los límites analíticos convencionales requiere comprender que los principales desafíos se originan en desequilibrios estructurales arraigados, más que en simples divergencias coyunturales entre actores.

Uno de los factores más críticos es la profunda asimetría entre Estados. Las disparidades en capacidad tecnológica, recursos financieros, infraestructura científica y solidez normativa generan condiciones desiguales para participar en las negociaciones, proponer soluciones o cumplir compromisos. Las regiones con alta diversidad biológica coinciden con territorios históricamente sometidos a dinámicas de extracción, marginación geopolítica y subordinación económica.

Desde esta perspectiva, las exigencias del Sur global relacionadas con el acceso a beneficios derivados de los recursos genéticos y con el financiamiento climático se fundamentan en trayectorias históricas de despojo. Las posturas evasivas por parte de algunos países del Norte respecto a obligaciones concretas o transferencias sustantivas de recursos expresan una disputa más amplia en torno a la justicia ambiental global.

A estas desigualdades se suman las intervenciones de intereses corporativos en las negociaciones multilaterales. Empresas transnacionales vinculadas con industrias extractivas, agroalimentarias o biotecnológicas ejercen una influencia directa sobre las posiciones estatales. Esta interferencia se canaliza a través de marcos regulatorios favorables, financiamiento condicionado y participación activa en las plataformas técnicas.

Como consecuencia, los objetivos orientados a la conservación y a la equidad tienden a ser desplazados por lógicas de rentabilidad. Esta distorsión incrementa la distancia entre lo que se acuerda y lo que efectivamente se implementa. La legitimidad de los marcos multilaterales se ve debilitada por una arquitectura institucional fragmentada y por la desconfianza generada por resultados limitados.

Incluso en los casos donde se pactan compromisos ambiciosos, la puesta en marcha de las medidas enfrenta barreras persistentes. Las disposiciones legales carecen de mecanismos de exigibilidad robustos. Las cláusulas resultan ambiguas o abiertas a múltiples interpretaciones. La voluntad política se ve condicionada por contextos internos cambiantes y por restricciones presupuestales.

La estructura actual de la gobernanza ambiental internacional continúa dependiendo de acuerdos voluntarios. Las metas compartidas se proyectan sin respaldo material suficiente ni infraestructuras técnicas que permitan su realización. Esta situación produce fragilidad institucional con escenarios de crisis económica, polarización política o repliegue nacionalista.

Las metas planetarias, como la recuperación de ecosistemas estratégicos o la protección de porcentajes significativos del territorio, enfrentan una disociación entre el alcance de sus postulados y los medios disponibles para ejecutarlos. Esta brecha revela una contradicción estructural que se resuelve mediante una transformación del enfoque desde el cual se piensan y gestionan las políticas globales de biodiversidad.

### **Negociación ambiental como sistema complejo adaptativo**

Concebir la negociación ambiental desde la perspectiva de un sistema complejo adaptativo transforma su interpretación y su orientación práctica. En estos sistemas, los actores despliegan comportamientos desde intereses variables y trayectorias contingentes, que se redefinen mediante procesos de interacción, retroalimentación y reorganización institucional en escenarios dinámicos (Holland, 1995).

Las negociaciones avanzan a través de ciclos marcados por rupturas, aprendizajes y reconfiguraciones. El Acuerdo de París, alcanzado en 2015, emergió tras el agotamiento del régimen de Kioto, un reajuste de fuerzas geopolíticas y una presión social planetaria creciente. Esta lógica exige estructuras capaces de responder a condiciones cambiantes, con sensibilidad a las situaciones iniciales y capacidad para asumir transformaciones que alteran las reglas del juego.

Aplicar esta comprensión exige establecer principios que orienten el diseño y la acción en escenarios multilaterales:

- Interdependencia material y cognitiva. Las consecuencias ecológicas traspasan fronteras, escalas y marcos jurídicos. Las decisiones locales

impactan en la estructura global y las dinámicas globales requieren inserción territorial.

- Adaptabilidad institucional. Se requieren marcos jurídicos y políticos que integren mecanismos de aprendizaje y reorganización. La arquitectura de negociación debe mutar y responder ante escenarios emergentes.
- Inclusión deliberativa multiactoral. Comunidades locales, pueblos originarios, redes científicas y organizaciones sociales deben participar como actores con voz epistémica y capacidad decisoria. La diversidad fortalece el proceso y multiplica las alternativas.
- Reconocimiento de puntos críticos. Umbrales ecológicos, sociales y políticos deben observarse como señales de apertura a reconfiguraciones normativas. Identificar estos momentos habilita posibilidades de innovación institucional.
- Ética de la incertidumbre. Con contextos impredecibles, se privilegia una lógica basada en el cuidado, la corresponsabilidad y la vigilancia crítica, por encima de la búsqueda de control exhaustivo o respuestas estandarizadas.

Los acuerdos multilaterales más transformadores de los últimos años, como el de Kigali o el Marco Mundial de Biodiversidad adoptado en Kunming Montreal, emergieron de situaciones de inestabilidad estructural. Estos pactos surgieron de la convergencia entre movilización social, evidencia científica y sensibilidad cultural, en lugar de rutinas técnico administrativas. Su valor reside en haber catalizado arreglos institucionales inéditos. La capacidad de estos procesos para incorporar nuevas formas de articulación, distribución de responsabilidades y reconocimiento epistémico configuró espacios de innovación diplomática genuina.

La diplomacia ambiental adquiere vitalidad cuando flexibiliza estructuras, cuando se organiza desde principios dinámicos y cuando integra actores múltiples con perspectivas complementarias. Lo que impulsa su eficacia es la apertura del sistema a trayectorias emergentes y a formas inéditas de legitimidad.

### **Hacia una gobernanza ambiental resiliente y transformativa**

El desafío de la diplomacia ambiental actual reside menos en la elaboración jurídica de tratados complejos y más en la construcción de sistemas de gobernanza

resilientes. Esto exige capacidad de adaptación con escenarios inciertos, integración de saberes diversos y anticipación de rupturas ecológicas y sociales.

Avanzar hacia la efectividad ecológica y social requiere desplazar el foco desde la legalidad interestatal hacia formas de gobernanza policéntrica, intercultural y regenerativa. La resiliencia, entendida desde esta óptica, constituye una capacidad política, ética y cultural para sostener la vida en contextos de transformación constante.

La transición hacia una diplomacia ambiental compleja trasciende los marcos técnicos o epistemológicos: implica una transformación profundamente política, atravesada por relaciones de poder, memorias coloniales y dilemas civilizatorios. En este marco, la ética constituye una dimensión estructural de los procesos diplomáticos: define el bien común, reconoce la otredad y redistribuye responsabilidades históricas.

Una ética compleja elude principios homogéneos o prescripciones abstractas. Se despliega como capacidad para sostener tensiones entre intereses contradictorios, escalas inconmensurables y temporalidades divergentes. Como plantea Edgar Morin (1999), esta ética habita la contradicción con lucidez, entendiendo que cada decisión ambiental exige simultáneamente preservar ecosistemas, promover justicia social, respetar culturas diversas y anticipar futuros viables.

Desde esta perspectiva, la diplomacia ambiental requiere sensibilidad política con la injusticia estructural de los territorios sacrificados, la exclusión sistemática de saberes subalternizados y la deuda ecológica intergeneracional. Más que redistribuir cargas o recursos, se trata de reconstruir condiciones de legitimidad para el diálogo multilateral, a partir de principios de reparación, reconocimiento y corresponsabilidad.

### **Gobernanza planetaria emergente: hacia una diplomacia policéntrica**

La arquitectura diplomática ambiental basada exclusivamente en modelos interestatales ha sido superada por la magnitud y complejidad de la crisis ecológica global. La noción tradicional de soberanía nacional como eje único de decisión resulta insuficiente ante fenómenos que exigen respuestas articuladas a múltiples niveles.

Surge así la necesidad de una gobernanza policéntrica y rizomática, donde convergen nodos estatales y actores sociales, plataformas regionales y

transnacionales, acuerdos jurídicos formales y arreglos experimentales. Esta forma de gobernanza descentraliza a los Estados, redefine la soberanía desde la interdependencia sistémica.

Ejemplos como el IPCC, las redes subestatales tipo C40 Cities o las iniciativas corporativas basadas en métricas climáticas (Science Based Targets) evidencian una reorganización progresiva de autoridad y legitimidad. Estos procesos se estructuran mediante flujos de saberes, afectos y múltiples formas de validación, en escenarios donde persisten asimetrías y conflictos dinámicos.

El desafío político trasciende la efectividad de las respuestas y se desplaza hacia su legitimidad procedimental: ¿quién decide?, ¿con base en qué saberes?, ¿mediante qué mecanismos de rendición y justicia epistémica? Una diplomacia ambiental compleja incorpora estas preguntas como condiciones fundantes para una sostenibilidad democrática a escala planetaria.

### **Indicadores complejos para la evaluación de negociaciones ambientales**

Evaluar la eficacia de las negociaciones ambientales desde una perspectiva compleja exige superar el fetichismo cuantitativo y diseñar herramientas capaces de captar transformaciones cualitativas, relaciones emergentes y procesos de coevolución institucional. En lugar de limitarse a los indicadores convencionales, como el cumplimiento de metas de conservación o la reducción de emisiones, se requiere incorporar dimensiones analíticas que reflejen la dinámica real de los procesos multilaterales.

- Indicadores de aprendizaje institucional. Estos indicadores permiten identificar transformaciones en la capacidad de los actores para interpretar su entorno, revisar estrategias y adaptarse a contextos dinámicos. Se reflejan en la reconfiguración de narrativas, la adopción de marcos normativos innovadores y la integración de los errores como insumos para el rediseño político.
- Indicadores de interacción transescalar. Evalúan la calidad de las conexiones entre distintos niveles de decisión y la coherencia entre marcos regulatorios diversos. Permiten medir hasta qué punto las políticas ambientales logran articularse desde lo local hasta lo global, y cómo estas interacciones gestionan tensiones y generan sinergias efectivas.

- Indicadores de inclusión epistémica. Miden el reconocimiento sustancial de saberes alternativos, como los conocimientos ancestrales, comunitarios, feministas o técnicos, en la toma de decisiones. Más allá de su presencia formal, estos indicadores captan el grado en que dichas perspectivas inciden de forma efectiva en los marcos institucionales resultantes.
- Indicadores de innovación normativa. Identifican transformaciones profundas en los marcos jurídicos o institucionales. Se expresan en la emergencia de principios conceptuales renovadores, tales como el reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos o la incorporación del cuidado intergeneracional como fundamento de acción política.
- Indicadores de resiliencia estructural. Analizan la capacidad del sistema de negociación para adaptarse, reorganizarse y sostener su funcionalidad con perturbaciones. Estos indicadores están relacionados con la diversidad de actores e instituciones, la distribución equitativa de capacidades adaptativas y la legitimidad de los procesos en contextos de alta incertidumbre.

La construcción de este tipo de indicadores demanda enfoques metodológicos cualitativos, interpretativos y participativos. Deben emerger de procesos colaborativos entre actores diversos, desarrollarse en contextos situados y fundarse en principios de reflexividad crítica y justicia epistémica.

### **El conflicto como vector de transformación sistémica**

Desde la perspectiva compleja, el conflicto constituye una energía generativa intrínseca a los sistemas vivos. En los escenarios ambientales confluyen intereses territoriales, cosmovisiones divergentes, modelos económicos incompatibles y compromisos ético-ecológicos en tensión. Estos elementos, lejos de indicar disfunción, revelan el carácter dinámico, mutable y relacional de los sistemas ecológico-políticos.

A lo largo de las últimas décadas, avances significativos en política ambiental han surgido de momentos de fricción institucional y contestación social. Litigios impulsados por comunidades afectadas, movilizaciones con megaproyectos extractivos, reclamos por la apropiación de saberes ancestrales o confrontaciones diplomáticas en torno a la justicia climática evidencian que los episodios de tensión generan aperturas normativas y reorganizaciones discursivas.

Gestionar el conflicto en clave compleja implica habilitar espacios deliberativos donde las tensiones profundas se transformen en impulso para la innovación institucional. La negociación se concibe como un proceso de creación colectiva en el que la diferencia, en lugar de disiparse, contribuye a la construcción de nuevos marcos interpretativos, arreglos normativos y alianzas estratégicas.

En este contexto, la figura del negociador se redefine como agente con capacidad de facilitar conexiones improbables, identificar sentidos emergentes y sincronizar temporalidades heterogéneas. Su tarea exige sensibilidad narrativa, comprensión de trayectorias históricas y una disposición ética orientada al cuidado, la reciprocidad y la apertura transformadora.

Las negociaciones ambientales expresan procesos sociopolíticos en constante reorganización. La interacción entre presiones ecológicas globales, demandas territoriales concretas y memorias de exclusión estructura dinámicas de cambio irreductibles a secuencias lineales. El pensamiento complejo, junto con las ciencias de la complejidad, permite captar este movimiento mediante una mirada sistémica, transdisciplinaria y situada.

Desde esta óptica, los procesos diplomáticos se definen como entramados relacionales, en los que convergen decisiones múltiples, condiciones contextuales fluctuantes y estructuras de poder en disputa. Esta densidad relacional supera las explicaciones unidimensionales del realismo, del liberalismo o del constructivismo y permite una comprensión más rica de los factores en juego.

La diplomacia ambiental contemporánea requiere una disposición multiescalar y una praxis interactoral que incorpore saberes diversos. Gobiernos, comunidades locales, pueblos indígenas, colectivos científicos, movimientos sociales y redes empresariales co-crean estrategias, valores y horizontes de transformación. Esta pluralidad relacional se articula sobre una ética que reconoce la fragilidad de los ecosistemas, la complejidad de las identidades y la urgencia de responder desde marcos colaborativos y sostenibles.

El valor de un proceso diplomático trasciende su producto formal. Lo significativo reside en su capacidad para generar reorganizaciones normativas, aprendizajes interinstitucionales y circuitos de cooperación regenerativa. En este sentido, los indicadores tradicionales resultan insuficientes. Evaluar la potencia transformadora de un proceso requiere observar la calidad de sus vínculos, la apertura de sus lenguajes y la profundidad de los compromisos que moviliza.

Adquiere centralidad la forma en que se toman las decisiones, los actores convocados, los marcos de sentido que legitiman los acuerdos y los impactos estructurales que despliegan. Este desplazamiento hacia el proceso como valor permite reconocer la potencia del conflicto como fuente de creatividad política, las emociones como catalizadores de cambio y los imaginarios compartidos como anclas simbólicas del futuro emergente.

El pensamiento complejo, en este contexto, opera como herramienta de intervención. Su enfoque relacional y evolutivo habilita metodologías operativas para mapear actores, identificar umbrales de transformación, articular saberes heterogéneos y diseñar dinámicas de deliberación abierta, experimental y regenerativa.

Más que establecer soluciones cerradas, se trata de abrir horizontes de posibilidad. Lo urgente consiste en construir condiciones para que emerjan respuestas situadas, éticas y resilientes ante un mundo atravesado por transformaciones profundas e impredecibles. En este horizonte, la negociación ambiental se asume como práctica viva de co-evolución institucional, imaginación política y cuidado colectivo de la vida.

## **Complejidad como brújula para lo incierto**

La diplomacia ambiental, inspirada en el pensamiento complejo, exige superar marcos normativos cerrados, procedimientos repetitivos y arquitecturas institucionales estancadas. En su lugar, se requieren procesos abiertos, resilientes y justos, capaces de incorporar la pluralidad del mundo y la densidad de los conflictos socioecológicos.

Con desafíos de alta complejidad, las respuestas simplificadas pierden eficacia transformadora. Se impone una orientación relacional, ética y situada que permita comprender sin reducir, actuar sin imponer y deliberar sin clausurar horizontes.

La práctica diplomática que emerge desde esta perspectiva privilegia la regeneración de vínculos, la articulación deliberativa de actores diversos y la construcción de legitimidades tejidas a través del reconocimiento mutuo, la diferencia como potencia creativa y el cuidado como principio estructurante.

La complejidad ofrece un marco para habitar la incertidumbre con lucidez. Permite sostener tensiones, integrar saberes múltiples y trazar trayectorias abiertas al aprendizaje colectivo. En este camino, el conflicto se convierte en energía transformadora, el disenso en posibilidad de reconfiguración, y la acción diplomática en ejercicio ético de coevolución planetaria.

Abordar la diplomacia ambiental desde la complejidad exige transformar tanto los marcos conceptuales como las prácticas institucionales. Supone redefinir el rol del negociador, los procedimientos de diálogo y las estructuras de decisión. A continuación, se presentan orientaciones estratégicas dirigidas a negociadores, asesores y diseñadores de política multilateral comprometidos con una acción situada en la lógica de la complejidad.

1. Sustituir la lógica de suma cero por racionalidades plurales. El esquema de competencia entre partes limita la sostenibilidad de los acuerdos. Conviene diseñar marcos de co-beneficio sistémico que articulen intereses ambientales, sociales y económicos. La cooperación se configura como estrategia coherente con bienes comunes de escala planetaria.
2. Cartografiar redes, actores y narrativas. Antes de iniciar cualquier proceso de negociación, resulta fundamental mapear el ecosistema de actores implicados, considerando poder institucional, densidad simbólica, influencia epistémica y capacidad de movilización. Incluir comunidades indígenas, colectivos territoriales, organizaciones sociales, sectores científicos y empresariales comprometidos permite construir agendas representativas y resilientes.
3. Cultivar sensibilidad ante umbrales ecológicos y sociales. El negociador atento identifica puntos críticos de inflexión y anticipa escenarios de vulnerabilidad. La diplomacia ambiental requiere una actuación proporcional a las alertas de los sistemas vivos, con criterios de responsabilidad ética y eficacia transformadora.
4. Diseñar procesos abiertos, iterativos y adaptativos. En entornos dinámicos, las soluciones estables carecen de eficacia. Las negociaciones se conciben como trayectorias en evolución, con capacidad de revisión con evidencias emergentes, presiones sociales o reconfiguraciones institucionales. La flexibilidad operativa garantiza viabilidad en contextos cambiantes.

5. Fomentar el aprendizaje colectivo. La diplomacia compleja genera espacios de intercambio entre saberes diversos, perspectivas situadas y estrategias plurales. Este aprendizaje se construye mediante escucha activa, traducción intercultural y co-creación de conocimiento, superando fragmentaciones disciplinares, sectoriales y jurisdiccionales.
6. Integrar herramientas de análisis sistémico y prospectivo. El repertorio metodológico del negociador incorpora simulaciones, análisis de redes, mapeo de controversias, construcción de escenarios narrativos y metodologías participativas. Estas herramientas permiten identificar trayectorias, anticipar bloqueos y activar reorganizaciones estratégicas.
7. Actuar desde la incertidumbre como estímulo creativo. La incertidumbre se integra como parte constitutiva del proceso. En lugar de buscar control total, se cultiva una lógica experimental basada en retroalimentaciones, aprendizajes situados y toma de decisiones reflexiva. Este enfoque potencia la capacidad adaptativa y de innovación.
8. Repolitizar sin bloquear. El conflicto aporta energía constitutiva al sistema diplomático. Incorporarlo como condición generativa permite activar tensiones fecundas. Las disputas en torno a justicia ambiental se gestionan como dimensiones estructurantes del diálogo multilateral.
9. Reconocer la dimensión afectiva de los procesos. Emociones como duelo, esperanza, orgullo territorial, indignación o amor a la vida funcionan como vectores de sentido y movilización. Integrarlas en el análisis y la acción diplomática fortalece la sensibilidad relacional y la legitimidad transformadora del proceso.
10. Promover una diplomacia eco-reflexiva y ética. El paradigma complejo convoca una ética basada en solidaridad planetaria, corresponsabilidad diferenciada y humildad epistémica. La representación diplomática se construye desde la conciencia de habitar un mundo interdependiente, donde la regeneración de la vida sostiene cualquier horizonte civilizatorio.





# Capítulo 8

## Saberes que germinan

## **Saberes que germinan** **Complejidad, resistencia y crítica a la** **tecnocracia**

**A** lo largo del siglo XX, y con mayor intensidad en las primeras décadas del XXI, el imaginario del desarrollo global se ha sostenido en una confianza incuestionable en la racionalidad técnico-científica como vía preferente para resolver los desafíos de la humanidad. Esa confianza cristalizó en el paradigma tecnocrático, sustentado en la premisa de que los problemas económicos, sociales y ecológicos pueden abordarse mediante soluciones objetivas, neutrales y eficientes diseñadas por expertos. Ellul (1964) subrayó que esta lógica desborda la gestión gubernamental y configura una forma de pensamiento que reduce la complejidad vital a fórmulas cuantificables y estandarizadas.

El paradigma tecnocrático ha impulsado innovaciones indiscutibles: redes de transporte intermodal, infraestructura hospitalaria robotizada y telecomunicaciones que acortaron distancias planetarias. A su vez, consolida una visión mecanicista y fragmentaria de la realidad. Morin (2001) advierte que el pensamiento técnico especializado, orientado a la eficiencia y el control, desatiende los entramados densos de los fenómenos socioecológicos, generando respuestas insuficientes ante desafíos interdependientes como la crisis climática, la pérdida de biodiversidad, la desigualdad estructural o los conflictos territoriales. La lógica instrumental oscurece dimensiones cualitativas como la subjetividad, la afectividad o el sentido, subordinando la deliberación política a algoritmos de optimización presentados como neutrales.

Con este horizonte empobrecido emerge el paradigma de la complejidad, alternativa epistemológica y ética que restituye la riqueza de lo real. Inspirado en Edgar Morin, Fritjof Capra, Ilya Prigogine y Gregory Bateson, este enfoque concibe la realidad como una trama de sistemas abiertos, interdependientes y heterogéneos, caracterizados por emergencia, incertidumbre y autoorganización (Capra & Luisi, 2016. Morin, 1999). A diferencia del ideal tecnocrático de predicción y control totales, el pensamiento complejo propone habitar la incertidumbre, integrar múltiples saberes y construir estrategias transdisciplinarias capaces de articular escalas, temporalidades y disciplinas. Reconocer la heterogeneidad irreductible de la vida revitaliza la práctica científica mediante diálogos rigurosos con las artes, las humanidades y los conocimientos verácules.

En América Latina, la crítica al pensamiento tecnocrático hegemónico se nutre de perspectivas decoloniales, ecologistas y feministas. Leff (2004) identifica en la racionalidad técnico-económica un agente de destrucción ambiental y despojo cultural, legitimado por la promesa de modernización. Sousa Santos (2010) reivindica una epistemología del sur que reconoce los saberes campesinos, indígenas y populares como fundamento de un pluralismo epistémico con vocación emancipadora. Max-Neef (1991) propone una economía orientada a la escala humana, enfocada en la satisfacción de necesidades fundamentales dentro de límites ecológicos, desplazando la obsesión por el crecimiento ilimitado. Estas voces convergen con el pensamiento complejo al denunciar la conversión de la diversidad cultural en variables monetarias y al exigir modelos de desarrollo enraizados en la justicia ambiental, la participación social y el respeto a los ciclos vitales de los ecosistemas.

Este debate adquiere particular intensidad en el Urabá-Darién colombiano, subregión con una de las mayores riquezas bioculturales del continente, marcada por violencias históricas, desplazamientos masivos y disputas territoriales persistentes. Las políticas de desarrollo implementadas en décadas recientes han replicado lógicas tecnocráticas: megaproyectos viales, expansión de monocultivos de banano y palma, construcción de puertos de gran calado y planes de ordenamiento territorial formulados desde centros decisorios ajenos al territorio. En nombre de la competitividad, estas iniciativas desplazan saberes locales, debilitan la autonomía comunitaria y agravan los impactos ecológicos. Las cuencas hidrográficas se fragmentan, los bosques húmedos se reemplazan por cultivos homogéneos y el mercado de tierras desestructura prácticas agroecológicas ancestrales. La promesa de empleo formal se traduce en ocupaciones precarias,

mientras los ingresos disponibles resultan insuficientes con la pérdida de funciones ecosistémicas esenciales para la vida.

### **El paradigma tecnocrático y sus límites en contextos subregionales**

La tecnocracia otorga centralidad a la técnica como mediación dominante en la organización de la vida social. Parte del supuesto de que los problemas públicos pueden abordarse mediante procedimientos científicos guiados por criterios de eficiencia, objetividad y neutralidad. Su fragilidad se revela con claridad en contextos marcados por incertidumbre, conflictos persistentes y dinámicas emergentes, donde las variables actúan de manera discontinua e interdependiente. Al reducir la naturaleza a un inventario de recursos y las comunidades a usuarios homogéneos, la planificación desactiva la atención a relaciones de poder, flujos de memoria subterráneos y entramados ecológicos que desbordan los marcos convencionales. Los indicadores estandarizados encubren desigualdades de género, etnicidad y generación. Las auditorías de costos marginan dimensiones intangibles como el cuidado, el arraigo y el sentido del lugar. El resultado es una gestión que impone infraestructuras rígidas, carentes de capacidad para adaptarse a la variabilidad climática o a transformaciones sociopolíticas.

En la subregión del Urabá-Darién, esta racionalidad se manifestó en la implementación de la Autopista al Mar, el puerto de Tribugá y la expansión de monocultivos de palma como símbolos de progreso. Tales decisiones fueron legitimadas desatendiendo el valor ecológico de los manglares, la funcionalidad de los corredores de jaguar y el papel estratégico de los territorios colectivos afrodescendientes en la configuración del paisaje. La estandarización técnica ignoró la pluralidad étnica de la región, donde confluyen pueblos emberá, gunadule y comunidades campesinas organizadas en múltiples escalas. Los estudios de impacto ambiental se limitaron a aplicar matrices de riesgo y excluyeron procesos de significación cultural: funerales de ríos, cantos de cosecha, narrativas fundacionales que sostienen cosmologías locales. El modelo de enclave transfirió beneficios a grandes corporaciones y dispersó costos ecológicos, al tiempo que desarticuló redes de reciprocidad fundamentales para la seguridad alimentaria y la cohesión social.

La tecnocracia, al escindir economía y ecología, externaliza daños que retornan como consecuencias imprevistas: suelos estériles, desbordamientos cíclicos, emisiones contaminantes y tensiones territoriales que alimentan dinámicas de violencia y desplazamiento. La racionalidad contable, en su pretensión de exactitud, ignora la complejidad de los sistemas que pretende gestionar. Algoritmos diseñados para optimizar rutas jamás reconstituyen humedales destruidos ni restauran

comunidades fracturadas. Reconocer esta paradoja resulta imprescindible para abrir caminos hacia alternativas donde la justicia ambiental, la dignidad humana y la prudencia tecnológica operen como principios articuladores. En ausencia de esta integración, la búsqueda de eficiencia termina socavando los fundamentos mismos de la resiliencia que pretende resguardar.

El paradigma de la complejidad ofrece una vía epistemológica y política ante estas limitaciones. Sustituye la aspiración al control total por una práctica situada del diálogo de saberes y la gestión adaptativa. Conocer, como plantea Morin, implica organizar, y toda organización se sustenta en decisiones éticas sometidas a examen crítico. Una mirada compleja reconoce la inseparabilidad de los sistemas y postula la necesidad de comprender la totalidad sin suprimir la singularidad. Prigogine mostró que los sistemas alejados del equilibrio tienden a generar formas inéditas de orden. Bajo esta lógica, la política pública deja de imponer estructuras definitivas y se orienta hacia la experimentación reversible y el aprendizaje colectivo. Incorporar ciclos de retroalimentación, mecanismos de monitoreo contextual y prácticas deliberativas transforma la incertidumbre en fuente de innovación institucional compartida.

Para el Urabá-Darién, asumir esta mirada implica mapear retroalimentaciones entre políticas agrarias, flujos migratorios, dinámicas hidrológicas y memorias colectivas. Supone comprender que los manglares amortiguan tormentas, que los sistemas agroforestales diversificados conservan suelos y capturan carbono, que los usos tradicionales de la selva regulan la oferta hídrica y mitigan el riesgo de zoonosis. Reconocer tales interdependencias permite diseñar estrategias de manejo adaptativo sustentadas en escenarios, umbrales críticos y mecanismos de alerta temprana. De esta forma, la gobernanza evoluciona en sincronía con el ecosistema y con las aspiraciones de las comunidades que lo habitan.

Una lectura compleja de la economía desplaza la obsesión por el crecimiento perpetuo y pone en el centro la regeneración ecosistémica. Raworth plantea el modelo del doughnut: una economía que funciona entre un techo ambiental seguro y un suelo social justo. Kauffman señala que la innovación surge en el borde del caos, donde la diversidad favorece soluciones inesperadas. Estos enfoques dialogan con prácticas existentes en el Urabá-Darién, como la agroecología, la pesca artesanal y el turismo de base comunitaria. Al combinar métricas de bienestar con indicadores de resiliencia ecológica, el excedente económico se convierte en insumo para restaurar corredores biológicos, implementar planes de saneamiento participativo y fortalecer programas de educación bilingüe con enfoque intercultural. La

prosperidad se evalúa mediante indicadores de salud territorial y plenitud relacional, más allá del volumen de producción o ingreso monetario.

Avanzar hacia lo regenerativo exige superar la expertocracia y promover la coproducción de conocimiento. La investigación-acción participativa y el monitoreo comunitario permiten construir datos sólidos al tiempo que fortalecen las capacidades locales. Modelaciones desarrolladas junto a las comunidades, sustentadas en sensores remotos y cartografías culturales, facilitan la exploración de escenarios alternativos y una toma de decisiones informada. Al entrelazar escuela y territorio, estos procesos cultivan alfabetización ecosistémica y refuerzan el sentido de responsabilidad compartida.

Asumir la complejidad implica convivir con la incertidumbre y responder con acción transformadora. Con promesas de soluciones universales diseñadas desde centros de poder, el paradigma complejo propone procesos situados, adaptativos y deliberativos. En el Urabá-Darién, esto se traduce en economías regenerativas, gobernanzas compartidas y pedagogías decoloniales que valorizan la diversidad de la vida. Cultivar estos saberes constituye una forma de resistencia y una promesa de futuro: sembrar hoy la inteligencia colectiva necesaria para florecer mañana en un planeta finito. Los cambios de paradigma ocurren cuando las condiciones culturales, ecológicas y cognitivas maduran. La tarea actual consiste en acompañar esa transformación hacia realidades más justas, plurales y resilientes. Este tránsito ya se encuentra en marcha.

La crisis ecológica global, junto con las desigualdades persistentes, revela el agotamiento de un modelo económico desconectado de los límites biofísicos del planeta y de las condiciones socioculturales de los territorios. Con este colapso progresivo, la economía regenerativa inclusiva se proyecta como una propuesta orientada a restaurar ecosistemas, fortalecer vínculos comunitarios y fomentar equidad territorial. A diferencia de los esquemas extractivos enfocados en la expansión perpetua, esta alternativa reconoce como fundamentos la diversidad, la cooperación y la reciprocidad ecosocial.

El enfoque regenerativo, enraizado en la complejidad, se distancia de marcos lineales y prescriptivos. Desde esta perspectiva, los sistemas económicos se comprenden como subsistemas entrelazados con sistemas ecológicos más amplios. Regenerar implica reconstruir vínculos sociales, revalorizar conocimientos territorializados y consolidar la autonomía local. Esta visión holística asume que cada territorio es un sistema vivo, con dinámicas específicas que requieren ser

interpretadas desde su interior, mediante claves relacionales que superan cualquier lectura reductora.

### **Fundamentos de una economía regenerativa inclusiva**

La economía regenerativa se orienta hacia la resiliencia de los sistemas vivos como principio estructurante, desplazando la primacía de la eficiencia técnica. Tal como han propuesto Fullerton, Mang y Haggard, esta perspectiva se inspira en principios ecológicos como la circularidad de los flujos, la capacidad de adaptación continua y la interdependencia dinámica. Se impulsa el cierre de ciclos de energía y materiales, un desarrollo con arraigo territorial y una planificación que contemple los límites ecosistémicos como criterios de largo alcance.

Este enfoque abarca tanto la salud ecosistémica como la revitalización cultural y la creación de condiciones para la autodeterminación económica de las comunidades. A diferencia del concepto convencional de sostenibilidad absorbido por enfoques tecnocráticos, la economía regenerativa se funda en una crítica profunda al paradigma dominante, proponiendo una praxis donde el cuidado, la corresponsabilidad y la diversidad ecosocial constituyen fundamentos ineludibles.

### **El Urabá-Darién como campo de regeneración compleja**

El Urabá-Darién colombiano, territorio de alta riqueza biocultural y relevancia geopolítica, representa un escenario privilegiado para activar procesos regenerativos desde la lógica compleja. Las intervenciones históricas a través de megaproyectos de infraestructura, cultivos para exportación y dispositivos de control territorial han generado transformaciones que demandan enfoques capaces de integrar justicia ecológica, sostenibilidad económica y diversidad étnica.

Ante el deterioro ambiental y social heredado del modelo extractivo, una economía regenerativa en clave territorial permite activar circuitos circulares como la agroecología, las bioindustrias locales y el turismo comunitario anclado en los patrimonios culturales del río Atrato y del paisaje bananero. Estas estrategias reconstruyen sinergias entre cultura y naturaleza, generan empleo con sentido colectivo y resignifican el territorio como espacio compartido y fuente de vida.

Sustentada en el pensamiento complejo, esta propuesta incorpora una dimensión epistémica fundamental. Reconoce como esenciales los conocimientos indígenas, afrodescendientes, campesinos y populares, que constituyen pilares de la innovación regenerativa. La justicia cognitiva se plantea como base ineludible para lograr una justicia social y ecológica plenamente integrada. Desde esta perspectiva,

el diálogo entre saberes trasciende la inclusión simbólica. Se convierte en proceso estructurante de una inteligencia territorial que entrelaza conocimiento técnico, experiencia vivida y memoria colectiva. Esto exige desplazar la lógica de expertos aislados y promover espacios de creación conjunta donde las propias comunidades definan las prioridades de regeneración.

La ética del cuidado emerge como fundamento de una noción de bienestar inseparable del equilibrio ecosistémico. Siguiendo a Max-Neef, las necesidades humanas fundamentales como el sentido, la afiliación, la subsistencia y la participación se satisfacen mediante vínculos profundos con los contextos ecológicos y culturales. Esta comprensión exige economías relacionales, sensibles a la diversidad y enraizadas en las realidades del territorio.

En el plano de la gobernanza, la propuesta regenerativa rechaza cualquier arquitectura vertical o universalizante. Plantea formas de planificación construidas con participación directa, con monitoreo colectivo y con capacidad de adaptación. La variabilidad ecológica, la incertidumbre estructural y la pluralidad sociocultural exigen marcos deliberativos flexibles, capaces de transformarse junto con los procesos sociales.

El desafío del Urabá-Darién excede los marcos ecológicos o económicos. Se trata de una cuestión civilizatoria. Abandonar las lógicas extractivas que han fragmentado el territorio y cultivar, desde sus raíces, una alternativa que articule sostenibilidad, sentido compartido y justicia, constituye una tarea urgente. La economía regenerativa compleja propone caminos profundamente situados, donde la regeneración se concibe como acto cultural, político y ético.

Avanzar en esta dirección exige fortalecer redes productivas solidarias, revitalizar lenguas y visiones ancestrales, restaurar conectividades biológicas e incorporar tecnologías apropiadas al servicio del bienestar colectivo. También implica transformar los criterios de evaluación: en lugar del producto interno bruto, la resiliencia de los ecosistemas. En lugar de los volúmenes de exportación, el fortalecimiento del tejido comunitario. En lugar de la rentabilidad financiera, la dignidad de habitar territorios vivos, diversos y sostenibles.

La economía regenerativa plantea una transformación sistémica ante el agotamiento ambiental y social del modelo económico hegemónico. Su enfoque se orienta a restaurar ecosistemas, fortalecer vínculos comunitarios y reconfigurar la producción mediante principios de circularidad, resiliencia y cooperación

multiescalar (Fullerton, 2015. Mang & Haggard, 2016). Más que una propuesta normativa, constituye un proceso adaptativo situado que emerge desde las condiciones concretas de cada territorio.

Desde la perspectiva del pensamiento complejo, regenerar implica mucho más que reparar daños ecológicos. Supone revitalizar sistemas de vida en su totalidad. Esta mirada requiere un enfoque relacional en el que los saberes científicos dialogan con los conocimientos locales, y en el que las soluciones nacen de las prácticas vivas y contextualizadas de cada territorio. La propuesta supera las dicotomías tradicionales entre economía y ecología, técnica y cultura, al inscribirse en la interdependencia constitutiva entre naturaleza, sociedad y política.

El Urabá-Darién colombiano, caracterizado por una biodiversidad excepcional y una historia de conflictos persistentes, constituye un escenario estratégico para ensayar enfoques regenerativos. Intervenciones tecnocráticas promovieron monocultivos, infraestructuras de gran escala y modelos productivos desvinculados del tejido territorial, lo que intensificó fracturas sociales y ecológicas de larga data. Una mirada compleja permite comprender tanto las huellas del deterioro acumulado como las dinámicas resilientes que emergen en medio de la adversidad: agroecología campesina, formas de gobernanza étnico-comunitaria y prácticas de cuidado transmitidas entre generaciones.

En este contexto, la regeneración se concibe como un proceso endógeno, enraizado en trayectorias de autoorganización territorial, intercambios de saberes y vínculos ecosociales profundamente situados. Este enfoque desplaza la imagen del Urabá como un espacio subordinado a directrices externas y lo reconoce como sistema vivo, cuya transformación exige interpretar interacciones complejas, retroalimentaciones encadenadas y escalas múltiples de significación e impacto.

Uno de los mayores desafíos en contextos regenerativos consiste en construir formas de evaluación alejadas de enfoques simplificadores. Desde una perspectiva compleja, pueden definirse tres ejes heurísticos fundamentales:

- Diversidad funcional, expresada en las dimensiones biológica, productiva, organizativa y cultural. Los territorios con mayor heterogeneidad tienden a responder con más resiliencia ante perturbaciones sistémicas.
- Capacidad de retroalimentación, observable en mecanismos de participación activa, dispositivos de monitoreo socioambiental y espacios de

deliberación que permitan ajustar continuamente las estrategias según las transformaciones del entorno.

- Justicia cognitiva, que se manifiesta en la integración efectiva de saberes múltiples en todas las fases de planificación, gestión y evaluación. Esta dimensión exige validar protocolos de consulta, fortalecer diseños contruidos con epistemologías locales y promover procesos formativos interculturales.

Estos indicadores se construyen de manera situada. En lugar de aplicar patrones universales, se desarrollan en diálogo con los actores del territorio, entendiendo la evaluación como práctica reflexiva que acompaña la transformación ecosocial desde dentro.

## **Experiencias regenerativas en el Urabá-Darién**

Ya se desarrollan iniciativas concretas que encarnan principios regenerativos. La Asociación APAT en Turbo promueve prácticas agroecológicas sostenibles con base comunitaria. El Consejo Comunitario del río Cacarica ha consolidado un sistema de gobernanza autónoma que articula conservación ecológica con justicia étnica. En Necoclí, un modelo de turismo comunitario genera ingresos locales mientras protege la integridad cultural y ecológica del territorio.

Estas experiencias, diversas en forma y enfoque, comparten una lógica común: emergen desde las comunidades, integran saberes ancestrales y promueven economías solidarias. Más que fórmulas replicables, constituyen procesos vivos que demuestran cómo se puede tejer regeneración en clave compleja. Representan lo que Sousa Santos denomina "sociologías de las emergencias": saberes que germinan en condiciones adversas como formas de resistencia y creación colectiva.

El paradigma regenerativo enfrenta desafíos sustanciales. La cooptación institucional de su lenguaje mediante discursos ambientales vacíos puede neutralizar su fuerza transformadora. También, la pluralidad epistémica y organizativa suele generar tensiones internas que requieren ser atendidas mediante espacios de deliberación intercultural sostenida.

En múltiples regiones persisten limitaciones materiales, técnicas y políticas que debilitan la continuidad de estas propuestas. Sin recursos adecuados, formación

crítica y apoyo institucional, las iniciativas quedan expuestas a una fragilidad estructural que amenaza su sostenibilidad.

Incluso el pensamiento complejo exige vigilancia crítica. Su potencia reside en la reflexividad, en la capacidad de revisarse constantemente y abrirse a la interacción creativa con otras formas de conocimiento. Una economía regenerativa mantiene su potencia transformadora en la medida en que se cultiva como proceso abierto, situado y autocrítico.

El pensamiento complejo, en la formulación de Edgar Morin, evita recetas cerradas. Actúa como una brújula ética y epistémica que orienta el tránsito por sistemas vivos, interdependientes e impredecibles. En territorios como el Urabá-Darién colombiano, donde convergen violencias estructurales, riquezas bioculturales y disputas territoriales, esta perspectiva ofrece claves críticas para replantear el desarrollo como un proceso situado de regeneración ecosocial.

Con la apropiación institucional de la sostenibilidad, muchas veces utilizada para enmascarar lógicas extractivas con retórica ambiental (Shiva, 2016), la regeneración desde la complejidad exige una ruptura epistemológica profunda con el modelo de desarrollo dominante. Lejos de renovar etiquetas sobre la misma estructura, se trata de redefinir los criterios de valor, agencia y legitimidad. Esto implica comprender a las comunidades como sujetos epistémicos con capacidad para crear formas de vida resilientes y deseables desde sus propios horizontes de sentido.

En Urabá-Darién, el pensamiento complejo desestabiliza la cartografía hegemónica que representa el territorio como un espacio disponible para el uso productivo, omitiendo las tramas de memoria y significación que le dan sentido. Iniciativas portuarias, corredores logísticos y zonas de monocultivo se validan a través de estudios ambientales estandarizados que desatienden efectos acumulativos e interdependencias sociales, ecológicas y culturales. Esta práctica implica una forma de violencia epistémica que suprime la presencia activa de territorialidades negras, indígenas y campesinas.

Construir una economía regenerativa inclusiva exige metodologías acordes con la densidad compleja del territorio. El análisis de redes socioecológicas permite trazar relaciones entre sistemas hídricos, prácticas agroalimentarias, estructuras de poder y circuitos institucionales, facilitando la identificación de puntos críticos y posibles sinergias. La validación recíproca de conocimientos científicos, técnicos, ancestrales

se convierte en una necesidad cognitiva imprescindible, en lugar de un gesto simbólico de reconocimiento cultural.

Esta perspectiva requiere transformar los dispositivos institucionales. La planificación territorial, en lugar de operar desde el déficit técnico cubierto por especialistas externos, debe estructurarse como un proceso de construcción epistémica distribuida, situada y adaptativa. Iniciativas como observatorios comunitarios, protocolos de investigación participativa y sistemas locales de alerta temprana permiten consolidar resiliencia territorial mediante el fortalecimiento de una inteligencia colectiva capaz de adaptarse sin perder memoria ni identidad.

En este marco, la pedagogía crítica adquiere centralidad. Inspirada en Paulo Freire, la pedagogía regenerativa activa procesos de reflexión, memoria y proyección colectiva. En territorios como Urabá, esto se expresa en espacios donde se reconstruyen saberes agrícolas tradicionales, se resignifican vínculos con la naturaleza y se ensayan futuros descolonizados. La regeneración comienza cuando las comunidades se reconocen como autoras de su propia historia.

La dimensión estética de este proceso resulta ineludible. Lenguajes técnicos, mapas institucionales y narrativas burocráticas deben ser desbordados por relatos capaces de hospedar contradicciones, afectos, metáforas y memorias. Mapas de uso ancestral, archivos orales o producciones audiovisuales comunitarias constituyen formas de conocimiento que reencantan el vínculo con el territorio y amplían el horizonte de lo posible.

La transformación carece de linealidad y se despliega entre tensiones. La diversidad puede generar fricciones, la participación puede ser cooptada y la horizontalidad puede enfrentarse a desigualdades históricas. Estas paradojas conforman la estructura misma de una racionalidad compleja. La gobernanza territorial requiere operar en la ambigüedad, entendiendo que el orden surge mediante la negociación de diferencias, más allá de la homogeneización.

Lo que está en juego es una disputa por el sentido. Mientras la tecnocracia se orienta hacia el control y la previsión lineal, el pensamiento complejo plantea una política del cuidado: cuidar como práctica epistémica, como redistribución del poder para definir lo que importa, y como reconstitución del vínculo entre humanos y otras formas de vida. En Urabá-Darién, donde el despojo ha sido sistemático, el cuidado se convierte en forma de resistencia y promesa de justicia.

La transición regenerativa requiere una transformación profunda en las formas de conocer, planificar y habitar los territorios. En este proceso, Urabá-Darién deja de ser periferia pasiva y emerge como vanguardia epistémica y política. Reconocer su complejidad constituye el primer paso para construir, desde allí, futuros habitables.

Traducir los principios de una economía regenerativa inclusiva en transformaciones territoriales efectivas exige superar los marcos normativos mediante herramientas concretas. Esto requiere establecer categorías operativas, indicadores pertinentes y condiciones institucionales capaces de guiar, monitorear y sostener transiciones ecosociales. En contextos como Urabá-Darién, estos elementos deben anclarse en las condiciones territoriales, relacionales y adaptativas propias de la región.

Una categoría central es la resiliencia territorial, entendida como la capacidad de los sistemas socioecológicos para adaptarse al cambio preservando su identidad. Evaluarla exige ir más allá de los datos ecológicos y considerar también las redes comunitarias, la gobernanza local, las prácticas productivas sostenibles y los grados de cohesión social. Otro principio fundamental es la justicia cognitiva, que plantea integrar saberes afrodescendientes, indígenas y campesinos como fuentes de legitimación simbólica y fundamentos epistémicos para la toma de decisiones.

La diversidad estructural, tanto ecológica como cultural, organizativa y productiva, constituye otra dimensión esencial. Protegerla implica evitar que modelos económicos homogéneos dominen el paisaje y reemplacen formas de vida múltiples. Esto requiere políticas que impulsen la agroecología, la pesca artesanal, la economía solidaria y la producción cultural generada desde las bases comunitarias.

Estos principios pueden articularse mediante plataformas de innovación colaborativa. Una estrategia prometedora consiste en los Laboratorios Vivos de Innovación Territorial, espacios donde confluyen comunidades, investigadores y responsables de políticas públicas para co-crear soluciones desde el arraigo territorial. A su vez, los Mapas Bioculturales Dinámicos, contruidos a partir de cartografía participativa, memoria oral y tecnologías geoespaciales, documentan el territorio y dinamizan procesos de reapropiación, pedagogía y prospectiva colectiva.

Ante el riesgo de cooptación institucional, resulta crucial activar mecanismos de control social y justicia ambiental que refuercen la rendición de cuentas desde las comunidades. Experiencias como la veeduría popular, la auditoría ciudadana y el monitoreo participativo demuestran que la democratización de la vigilancia sobre

los procesos territoriales es posible cuando existen organización social, acceso a la información y capacidad deliberativa efectiva.

Se plantea la conformación de Consejos de Transición Regenerativa con atribuciones normativas y presupuestales, integrados por actores estatales, comunitarios, académicos y del sector productivo. Estos espacios deben operar desde una lógica de articulación multinivel, considerando que las dinámicas territoriales están atravesadas por flujos globales, conflictos históricos y variables de comportamiento emergente.

Un componente estratégico radica en el fortalecimiento de las capacidades deliberativas, mediante dispositivos formativos como las Escuelas Populares de Gobernanza Regenerativa. En ellas, el aprendizaje combina teoría crítica, experiencia práctica y construcción de autonomía, habilitando a las comunidades para ejercer pensamiento estratégico, tomar decisiones informadas y formular alternativas colectivas con sentido de realidad.

La regeneración exige también una atención prioritaria a las condiciones materiales que la sostienen. La carencia de infraestructura básica, como acceso a energía, conectividad y medios de movilidad adecuados, limita la viabilidad de cualquier estrategia transformadora. Por esta razón, se plantean diseños de infraestructura adaptativa basados en tecnologías apropiadas, sistemas de energía renovable con gestión descentralizada, transporte fluvial sostenible y plataformas digitales libres administradas desde estructuras comunitarias.

Estas infraestructuras deben concebirse mediante herramientas de modelado participativo de sistemas, que permitan anticipar impactos, visualizar interdependencias y construir escenarios sólidos en contextos de alta incertidumbre. El uso de mapas causales, simulaciones dinámicas y evaluaciones con múltiples actores facilita intervenciones más precisas, sin recurrir a simplificaciones analíticas.

En cuanto al financiamiento, se requieren mecanismos de finanzas transformadoras: fondos rotatorios gestionados por comunidades, bonos verdes de escala local, monedas sociales y alianzas entre lo público y lo comunitario. Estas estrategias deben acompañar procesos de largo aliento que, aunque escapan a las métricas convencionales de rentabilidad, resultan esenciales para la sostenibilidad vital. La riqueza debe medirse en términos de salud ecosistémica, solidez de los vínculos sociales y equidad entre generaciones.

Sostener estos procesos exige también una infraestructura ética territorial compuesta por la confianza mutua, los valores compartidos y los códigos culturales que orientan la vida común. La regeneración exige respeto, cuidado recíproco y procesos simbólicos que restablezcan los lazos entre cuerpo, tierra y comunidad.

Por esta razón, el arte, la memoria y la espiritualidad cumplen un papel estratégico. Prácticas como los rituales del colectivo Cuerpo Territorio o los archivos orales de comunidades afrodescendientes deben entenderse como tecnologías afectivas y políticas. Su presencia intensifica el sentido profundo de los procesos regenerativos y habilita la imaginación de futuros más allá del cálculo técnico.

La regeneración territorial exige una arquitectura operativa viva que articule dimensiones ecológicas, cognitivas, políticas, simbólicas e infraestructurales. Las transformaciones relevantes emergen de estrategias interconectadas, construidas en diálogo estrecho con las dinámicas propias de cada territorio.

El Urabá-Darién constituye un escenario privilegiado para esta transición. Su fuerza vital surge de la riqueza de sus memorias, de la persistencia de sus luchas y de una creatividad que brota en medio de las tensiones. La complejidad, lejos de convertirse en una abstracción intelectual, se presenta como herramienta indispensable para superar patrones históricos fallidos. Regenerar implica abrirse a los saberes del territorio, atender las resonancias de la tierra y seguir las trayectorias que las comunidades vienen trazando desde su experiencia, su afecto y su dignidad.

## **Hacia una transición regenerativa desde el pensamiento complejo**

El paradigma tecnocrático, centrado en la eficiencia, la cuantificación y la expertocracia, ha resultado insuficiente para responder a los desafíos sistémicos que enfrenta el Urabá-Darién. Su mirada fragmentaria, orientada por el control y la estandarización, ha invisibilizado la diversidad cultural y ecológica, intensificado las tensiones sociales, profundizado los desequilibrios ecosistémicos y restringido las posibilidades de construir horizontes sostenibles. Frente a esta lógica de simplificación, el paradigma de la complejidad, en la tradición de Edgar Morin, propone una alternativa epistemológica y política que asume la incertidumbre, la interdependencia y la autoorganización como dimensiones constitutivas de la realidad.

A lo largo de esta reflexión se ha sostenido que la economía regenerativa inclusiva, comprendida desde la complejidad, constituye una praxis ética, situada y transdisciplinaria que redefine lo económico en función del sostenimiento de la vida. Lejos de aspirar a restaurar equilibrios estáticos, busca crear condiciones vitales que permitan articular justicia ecológica, equidad social y autonomía territorial. Esta orientación abre la posibilidad de una transformación civilizatoria que interpela la hegemonía del capital, cuestiona la razón instrumental y desplaza la pretendida neutralidad de los saberes dominantes.

En el Urabá-Darién, esta transición adquiere carácter estratégico y urgente. Durante décadas, el territorio ha sido intervenido mediante lógicas extractivas que promovieron megaproyectos de infraestructura, monocultivos industriales y desarrollos energéticos, con impactos directos sobre los ecosistemas y las comunidades. Estas intervenciones agudizaron el despojo, fragmentaron tramas ecológicas y profundizaron formas de violencia territorial. El Urabá también encierra una potencia creadora, sostenida en su diversidad biocultural, sus memorias comunitarias, sus prácticas agroecológicas y sus formas de organización social, que ofrecen un suelo fértil para imaginar y ensayar caminos regenerativos.

Pensar con el paradigma de la complejidad exige reconocer que los territorios expresan sistemas vivos, entretejidos por relaciones ecológicas, memorias históricas y saberes múltiples. En consecuencia, resulta inviable planificar desde esquemas centralizados o aplicar métricas unidimensionales. La regeneración requiere construir una ecología de saberes en la que se articulen conocimientos ancestrales, prácticas populares, saberes científicos y herramientas técnicas sin establecer jerarquías. Tal como plantea Boaventura de Sousa Santos, la justicia social sólo se alcanza mediante justicia cognitiva. Bajo esta mirada, los pueblos se comprenden como sujetos epistémicos y políticos, con legitimidad para definir desde sus propios horizontes aquello que debe preservarse, cuidarse y cultivarse.

Instituciones adaptativas resultan esenciales para responder a contextos cambiantes, articular múltiples escalas de gobernanza y actuar con sensibilidad ecosistémica. Su eficacia depende de superar la rigidez burocrática mediante formas de gestión colaborativa, deliberativa y experimental que se ajusten a la complejidad dinámica de los territorios.

La infraestructura ética territorial comprende normas sociales, lazos de confianza, valores compartidos y compromisos que sostienen relaciones de cuidado entre seres humanos y los entornos vivos que habitan. Esta dimensión se construye

mediante procesos pedagógicos, prácticas simbólicas y experiencias de convivencia, alejándose de toda estandarización o protocolo impuesto.

La planificación situada exige herramientas multiescalares co-creadas con actores locales. Mapas bioculturales, laboratorios vivos, sistemas de alerta comunitaria y observatorios participativos constituyen dispositivos que permiten visualizar interdependencias, anticipar impactos, reconocer lo intangible y democratizar las decisiones sobre el territorio.

En el ámbito financiero, se requieren sistemas orientados a la regeneración. Fondos rotatorios gestionados comunitariamente, bancos éticos, bonos verdes locales y monedas sociales representan alternativas que pueden sostener procesos lentos, orientados a la resiliencia en lugar de la rentabilidad inmediata.

El pensamiento complejo propone abandonar la búsqueda de soluciones únicas. En lugar de recetas inamovibles, plantea fortalecer la capacidad para habitar la incertidumbre, pensar desde la paradoja y actuar desde la apertura crítica. Los procesos regenerativos se desarrollan entre tensiones: entre celeridad y profundidad, entre participación auténtica e instrumentalización, entre diversidad legítima y articulación operativa. Incorporar estas tensiones como parte constitutiva de una racionalidad política vital implica orientar la acción hacia la sostenibilidad de la vida, en toda su pluralidad. Para evitar que el paradigma regenerativo se convierta en un repertorio discursivo funcional al extractivismo maquillado, se vuelve indispensable establecer dispositivos de vigilancia social, veeduría comunitaria, auditoría ciudadana y autonomía epistémica. La regeneración territorial requiere prácticas arraigadas en los contextos, lideradas por quienes los habitan y se reconocen como actores políticos del cuidado, el sentido y la transformación.

Esta perspectiva también transforma los modos de formación y producción de conocimiento. Universidades, centros de investigación y espacios educativos deben abandonar las lógicas fragmentadas, jerárquicas y desvinculadas del territorio. Una transformación curricular profunda exige integrar el pensamiento sistémico, metodologías participativas, pedagogías críticas y vínculos con los ciclos ecológicos, las historias locales y los procesos emancipatorios. Las Escuelas Populares de Gobernanza Regenerativa y los Currículos Territoriales constituyen espacios de aprendizaje articulados con la complejidad viva, capaces de generar autonomía cognitiva y acción transformadora.

Toda regeneración requiere un componente estético y afectivo. Las narrativas sensibles, los imaginarios colectivos, las prácticas simbólicas y los lenguajes poéticos movilizan el deseo compartido, reconfiguran el vínculo con el territorio y habilitan procesos sostenidos: documentales comunitarios, archivos orales, expresiones artísticas y rituales territoriales constituyen tecnologías simbólicas que expanden lo posible. La transición hacia una economía regenerativa inclusiva, desde el pensamiento complejo, implica una reconfiguración profunda de las formas de concebir, planear y transformar el mundo. En lugar de reducir la diversidad de lo real a fórmulas operativas cerradas, se requiere desplegar arquitecturas abiertas, relacionales y multiescalares que favorezcan procesos de regeneración desde las entrañas de cada territorio.

Urabá-Darién, en este contexto, se manifiesta como un territorio vivo con capacidad de liderar esta transición. Su potencia emerge de la densidad vital que resguarda: memorias profundas, saberes diversos y creatividad insurgente. Desde allí se impulsa una economía regenerativa compleja como práctica colectiva que emerge entre los restos del colapso y la esperanza activa de quienes cultivan futuros más dignos y habitables.



## Capítulo 9

# La contradicción simbólica de la fumata vaticana

# **La contradicción simbólica de la fumata vaticana.**

## **Un análisis ecoteológico desde la teoría de la complejidad**

**E**l siglo XXI sitúa a las instituciones religiosas ante una encrucijada histórica: preservar la potencia simbólica de sus ritos ancestrales o transformarlos radicalmente frente a los desafíos ecológicos y civilizatorios del Antropoceno. En este contexto, el Vaticano, como eje espiritual y geopolítico del catolicismo, constituye un nodo central para examinar la tensión entre lo sagrado, lo ecológico y lo complejo. Este texto propone una revisión crítica del rito de la fumata vaticana desde una perspectiva ecoteológica informada por la teoría de la complejidad, en diálogo con los principios formulados por el Papa Francisco en *Laudato Si'* (Francisco, 2015).

La fumata, el humo que emerge del tejado de la Capilla Sixtina para anunciar al mundo la elección de un nuevo pontífice, representa una de las imágenes litúrgicas más reconocibles del catolicismo contemporáneo. A través de un código visual dicotómico donde el humo blanco expresa la elección y el humo negro indica su aplazamiento, se condensa un momento de profunda significación espiritual. Desde una eco-teología crítica, este acto asume un carácter paradójico. En plena crisis climática, la quema ritualizada de papeletas tratadas con compuestos químicos como signo de trascendencia contrasta con las denuncias del Vaticano contra las lógicas tecnocráticas y extractivas que sostienen tales prácticas.

Desde el pensamiento complejo desarrollado por Edgar Morin (2007), esta tensión trasciende lo anecdótico y revela fracturas profundas en el sistema simbólico e institucional de la Iglesia. La fumata forma parte de un entramado de prácticas,

significados y estructuras organizativas que interactúan como un sistema adaptativo. Su análisis exige abandonar enfoques lineales o reduccionistas y asumir una mirada sistémica capaz de comprender las múltiples retroalimentaciones, bifurcaciones y circuitos de sentido que le dan forma.

La contradicción se intensifica al considerar que *Laudato Si'* formula una crítica contundente al paradigma tecnocrático, entendido como la creencia de que la técnica puede resolver por sí sola los problemas humanos, subordinando la ética, la política y la ecología. Desde esta perspectiva, el ritual de la fumata reproduce una lógica simbólica arraigada en la modernidad industrial: combustión, emisión, verticalidad, espectáculo. Su estética remite al imaginario de la revolución industrial, en abierta disonancia con el espíritu de conversión ecológica proclamado por el Papa.

Esta tensión trasciende lo formal y entra en el terreno teológico. El rito, como acto performativo, comunica un mensaje y produce realidad: instituye una cosmovisión, legitima un orden, moldea subjetividades. Cuando el gesto litúrgico encarna una forma fósil de mediación con lo sagrado, su permanencia reduce la plasticidad simbólica que requieren las instituciones eclesiales para responder al presente. La resiliencia institucional depende, en gran parte, de su capacidad para reconfigurar significados.

Desde el enfoque de los sistemas autopoieticos, los rituales operan como configuraciones semióticas que generan sentido dentro de un colectivo (Luhmann, 1998). Cuando estas configuraciones dejan de resonar con su entorno natural, cultural y espiritual, tienden a fosilizarse. En ese sentido, la fumata se presenta como un signo fósil: una forma simbólica que ha perdido conexión con la ecología del presente.

La crítica al rito de la fumata se aleja de todo impulso iconoclasta. El objetivo consiste en regenerar lo simbólico desde su raíz. El desafío implica transformar la liturgia preservando su sentido profundo, renovar el signo sin vaciar su espiritualidad. Se trata de desplegar una liturgia eco-céntrica que acoja lo sagrado en armonía con los principios ecosistémicos.

Existen alternativas que preservan la dimensión trascendente y, al mismo tiempo, dialogan con los principios de una ecología integral. Por ejemplo, haces de luz proyectados al cielo, resonancias acústicas construidas a partir de frecuencias naturales o códigos visuales activados mediante energía solar, ofrecen vías para

reconfigurar el ritual desde una alianza entre tecnología, estética y espiritualidad, sin recurrir a la combustión ni a la emisión contaminante.

Esta resignificación simbólica puede construirse desde los cimientos de la propia tradición cristiana. Los evangelios abundan en imágenes naturales: el agua como signo de vida y purificación, el viento como expresión del Espíritu, la semilla como promesa de transformación, la montaña como espacio de revelación. Estas formas simbólicas, lejos de constituir ornamentos poéticos, actúan como vectores teológicos capaces de religar lo espiritual con lo biológico, el rito con el ecosistema, el mensaje con su medio.

Resulta crucial valorar la riqueza ritual de las comunidades eclesiales de base, especialmente aquellas situadas en territorios con alta biodiversidad y hondas raíces ancestrales. Estas comunidades han tejido formas litúrgicas sincréticas, profundamente vinculadas a los ciclos naturales, que pueden inspirar una teología de la encarnación territorial. Su experiencia constituye un reservorio valioso para co-diseñar prácticas simbólicas sensibles al entorno y coherentes con el llamado a la conversión ecológica.

Este proceso de innovación litúrgica requiere una metodología participativa, sustentada en la escucha activa, el discernimiento colectivo y la creación contextualizada. La investigación-acción participativa (IAP) ofrece una vía fecunda para articular saberes teológicos, conocimientos ecológicos y prácticas comunitarias en un esfuerzo conjunto por imaginar y ensayar nuevas formas de expresión espiritual, sostenibles y profundamente significativas.

### **Laudato Si': una brújula ecoteológica para la transformación simbólica**

La encíclica *Laudato Si'* representa un hito doctrinal y pastoral que puede orientar el proceso de resignificación simbólica. Su llamado a una ecología integral, articulando dimensiones ambientales, sociales, culturales y espirituales, ofrece un marco teológico y ético sólido para repensar las prácticas litúrgicas desde una mirada compleja.

Uno de sus aportes más relevantes consiste en la crítica al antropocentrismo desviante, que ha legitimado el uso irresponsable de los recursos naturales bajo la lógica del desarrollo ilimitado. Francisco plantea sustituir esta perspectiva por una relación de reciprocidad responsable con el mundo (Francisco, 2015), donde los seres humanos reconozcan su pertenencia a la red de la vida desde un rol custodio, vinculado a la interdependencia ecosistémica. Este giro ontológico exige también

una reconfiguración del imaginario litúrgico, al pasar de signos de dominación a signos de comunión.

La encíclica subraya el papel de la educación ecológica y de una espiritualidad basada en el cuidado. Estas dimensiones requieren encarnarse en prácticas concretas, modos de vida coherentes y formas de celebración transformadoras. La liturgia, como espacio de simbolización y afectividad, puede contribuir considerablemente a este proceso formativo. Una liturgia en sintonía con la ecología integral fortalece comunidades capaces de vivir una espiritualidad ecológica auténtica y comprometida.

Revisar el rito de la fumata vaticana desde el pensamiento complejo y la ecoteología implica un gesto propositivo, orientado hacia la innovación simbólica. Ante la urgencia planetaria, los gestos litúrgicos deben reflejar el compromiso espiritual con la regeneración del mundo, más allá de formas que evocan lógicas fósiles. Este horizonte abre paso a una ecoteología performativa, capaz de expresar con coherencia estética, espiritual y política la transformación ecológica que exige la historia presente.

La simbología católica, con su profundidad milenaria, alberga un potencial de renovación aún latente. Reactivarla exige voluntad crítica, imaginación teológica y apertura para habitar la complejidad contemporánea. Desde esta disposición, se vuelve posible entrelazar tradición y transformación, fe y ecosistema, lo sagrado y lo urgente.

La encíclica *Laudato Si'* (Francisco, 2015) constituye una de las intervenciones más significativas del Vaticano en materia de justicia ecológica. A través del concepto de ecología integral, el Papa articula una crítica al paradigma tecnocrático y una exhortación a una conversión ecológica que trasciende la esfera individual para incidir en transformaciones de orden económico, cultural, institucional y espiritual. La consigna más reiterada, "todo está conectado" (Francisco, 2015, n. 91), opera como principio vertebrador de una lógica relacional orientada a reconfigurar la comprensión del ser humano en su interacción con el mundo.

Desde una lectura informada por la ecoteología crítica y el pensamiento complejo, el texto presenta zonas de ambigüedad, omisiones sustantivas y contradicciones performativas. Aunque adopta un tono profético, *Laudato Si'* evita confrontar directamente los fundamentos estructurales del modelo civilizatorio moderno. Denuncia los efectos del capitalismo extractivista, tales como la degradación

ambiental, la exclusión social y la pérdida de sentido, sin nombrar explícitamente el sistema generador de estas dinámicas. Como advierten Leonardo Boff (2014), Vandana Shiva (2020) y Enrique Leff (2021), esta omisión atenúa la potencia política de la encíclica y refuerza su carácter pastoral más que transformador.

Uno de los aportes sustanciales del documento es la formulación del concepto de ecología integral, que entrelaza dimensiones frecuentemente tratadas como disjuntas: ambiente natural, vida humana, estructuras sociales y espiritualidad. Este enfoque representa una innovación en el magisterio eclesial al superar la tradicional escisión entre naturaleza y humanidad. Aun así, la propuesta permanece incompleta al mantenerse dentro de una visión que concibe a la Tierra como creación divina subordinada al cuidado humano. Persisten límites teológicos que impiden asumir plenamente a la Tierra como sujeto viviente y portadora de derechos propios.

Desde una perspectiva más radical, como la de Shiva (2020), esta visión continúa prisionera de un antropocentrismo funcional: se abandona la lógica de dominación, aunque se conserva el lugar jerárquico del ser humano como “administrador racional” del mundo. En contraposición, la ecoética feminista y decolonial propone superar toda forma de verticalidad, reconociendo la reciprocidad, la interdependencia y el carácter sagrado de la vida en todas sus manifestaciones. En este marco, la relación con la naturaleza deja de ser una obligación moral y se convierte en una forma de conocimiento encarnado, experiencial y relacional.

Una limitación importante de *Laudato Si'* es su débil incorporación de un enfoque interseccional. Aunque el texto reconoce que los pobres sufren desproporcionadamente los efectos de la crisis ecológica, apenas menciona cómo se articulan los vectores de género, raza y clase en esta problemática. Las mujeres campesinas, indígenas y afrodescendientes han sido históricamente guardianas de los ecosistemas y, al mismo tiempo, víctimas de la devastación causada por el extractivismo, el agronegocio y la violencia estructural. La encíclica alude tangencialmente a estos actores y saberes, sin incorporarlos como fuentes epistémicas ni como sujetos políticos centrales.

Shiva (2020) y otras pensadoras ecofeministas denuncian esta omisión como manifestación de las lógicas patriarcales y eurocéntricas aún presentes en los discursos institucionales. La exclusión de movimientos comprometidos con la justicia ecológica global, como La Vía Campesina, los pueblos originarios del Abya Yala y las redes ecofeministas, evidencia un desequilibrio estructural. Estos colectivos han desarrollado marcos teóricos y prácticas de resistencia con una

densidad política superior a muchas de las formulaciones contenidas en *Laudato Si'*. La ausencia de sus voces refleja un límite estructural: la Iglesia se posiciona como autoridad moral sin compartir plenamente el poder epistémico.

*Laudato Si'* plantea una crítica severa al modelo de desarrollo dominante al evidenciar su lógica depredadora, su inviabilidad ecológica y su indiferencia ante el sufrimiento humano. Esta crítica se formula en un registro ético y espiritual que evita una interpelación directa al sistema capitalista global. Para Enrique Leff (2021), la falta de una nominación explícita debilita su capacidad transformadora. Más que reclamar un “desarrollo más humano”, resulta necesario desmontar las epistemologías productivistas, la racionalidad instrumental y la mercantilización sistemática de la vida que sostienen al capitalismo contemporáneo.

Desde esta perspectiva, *Laudato Si'* omite avanzar hacia alternativas estructurales como el decrecimiento, la descolonización económica o la restitución de los bienes comunes como principio organizador. Tampoco profundiza en debates sobre tecnologías apropiadas, transiciones energéticas o políticas redistributivas. En su lugar, promueve un cambio de valores y actitudes mediante apelaciones a la conciencia individual y la voluntad política. Esta orientación, aunque significativa, resulta insuficiente ante la magnitud de la crisis civilizatoria.

Uno de los méritos más reconocidos de la encíclica es su propuesta de una espiritualidad ecológica, entendida como una forma de vivir el mundo en clave de gratitud, sobriedad, contemplación y responsabilidad. Esta espiritualidad se presenta como una respuesta integral a la crisis, capaz de transformar las estructuras externas, los afectos, las prácticas cotidianas y la relación con lo sagrado. Francisco llama a una “conversión del corazón” que permita asumir la interdependencia radical entre todos los seres vivos y cultivar una cultura del cuidado.

Esta dimensión ética-espiritual se despliega en un tono exhortativo, con escasa articulación política. El texto interpela a los individuos y a las comunidades, aunque evita confrontar directamente a los grandes actores responsables del colapso ecológico: corporaciones transnacionales, sistemas financieros, alianzas geopolíticas. La espiritualidad, en tanto vector de transformación, exige politización activa. Una disposición interior de respeto adquiere sentido pleno cuando se encarna en estrategias colectivas de desobediencia, organización y reconfiguración estructural. En este plano, la encíclica revela límites significativos.

Pese a sus restricciones, *Laudato Si'* ofrece una arquitectura conceptual abierta a reinterpretaciones desde marcos más complejos. Leída desde la epistemología de la complejidad (Morin, 2005), se configura como un sistema textual dinámico que genera resonancias distintas según quien la reciba. Teólogos de la liberación, activistas indígenas, científicos del clima, comunidades afrodescendientes, ecofeministas y filósofos posthumanistas pueden hallar en sus páginas puntos de anclaje para desplegar lecturas críticas, situadas y divergentes. Este carácter polifónico constituye una de las virtudes más relevantes del documento y exige una lectura hermenéutica rigurosa que impida caer en simplificaciones funcionalistas. *Laudato Si'* se presenta como una pieza singular dentro del corpus eclesial, cuyo valor radica en su potencia de religación, en el sentido desarrollado por Edgar Morin: una capacidad para articular dimensiones epistémicas, éticas, políticas y espirituales que la modernidad disoció.

Desde esta perspectiva, la encíclica trasciende su forma doctrinal y se convierte en una plataforma fecunda para el diálogo transdisciplinario. *Laudato Si'* representa un paso significativo hacia una ecoteología con alcance planetario. Para responder con contundencia a los desafíos del Antropoceno, requiere ser contextualizada críticamente, enriquecida con voces históricamente silenciadas y enlazada con luchas territoriales concretas. Su potencia reside en su apertura heurística, más que en una clausura normativa. Una lectura descolonial y compleja del texto permite comprender la conversión ecológica como una transición profunda, articulada a transformaciones estructurales en las formas de poder, conocimiento y espiritualidad que configuran el mundo contemporáneo.

Desde su publicación en mayo de 2015, la encíclica ha generado un impacto notable en el debate global sobre el cambio climático y la justicia ambiental. Firmada por el papa Francisco, revitaliza la doctrina social de la Iglesia y sitúa al Vaticano como actor influyente en las disputas éticas, políticas y epistémicas en torno al futuro del planeta. En un contexto caracterizado por colapso ecosistémico, polarización ideológica e inercia institucional, *Laudato Si'* propone una narrativa que integra espiritualidad, ecología y justicia social en una matriz de sentido común y articuladora.

### **Ecología integral**

El concepto de "ecología integral", columna vertebral de la encíclica, representa una ruptura epistemológica respecto a la visión fragmentada que domina el pensamiento moderno. Francisco (2015) propone una comprensión sistémica e interdependiente de las relaciones entre naturaleza, cultura, economía, política y

espiritualidad. Esta perspectiva dialoga con propuestas como la del “buen vivir”, los derechos de la naturaleza o el paradigma de la vida plena en contextos latinoamericanos (Gudynas, 2011). Al superar la dicotomía entre lo humano y lo no humano, *Laudato Si'* habilita una ética relacional que reconfigura los marcos tradicionales de sostenibilidad.

Este replanteamiento tiene implicaciones profundas: toda intervención sobre el entorno implica una reorganización de las relaciones sociales, una revisión de las narrativas culturales y una reconfiguración de las subjetividades. Desde la teoría de la complejidad, este tipo de enfoque reconoce la no linealidad de los procesos sociales, la emergencia de fenómenos inesperados y la necesidad de abordar la crisis civilizatoria desde una lógica transdisciplinaria (Morin, 2005). En este sentido, *Laudato Si'* denuncia y propone una nueva gramática de lo posible.

Uno de los ejes más influyentes de *Laudato Si'* es su contribución a la reconfiguración ética del cambio climático. En lugar de tratarlo como un desafío exclusivamente técnico, la encíclica lo presenta como una cuestión moral urgente. Francisco señala que los efectos del calentamiento global afectan con mayor intensidad a los pueblos más empobrecidos, quienes menos contribuyeron a la crisis aunque sufren sus consecuencias más devastadoras (Francisco, 2015, n. 48). Esta lectura ética ha influido en diversas instancias internacionales, posicionando la responsabilidad intergeneracional y la justicia climática como dimensiones ineludibles del debate ambiental (Le Quéré et al., 2018).

La espiritualización de la justicia ambiental fortalece su dimensión política al dotarla de una densidad ética que trasciende lo normativo. La encíclica utiliza el lenguaje teológico como vehículo de interpelación global, posicionando la fe como fuerza articuladora de compromisos transformadores. Esta orientación ha resonado en diversos sectores religiosos y laicos, propiciando la conformación de alianzas transversales que reconocen en el cuidado un principio orientador para una civilización alternativa.

Más allá del ámbito eclesial, *Laudato Si'* ha tenido una notable incidencia en el terreno de las políticas públicas. En la Cumbre de París (COP21), fue citada por líderes globales como argumento moral para suscribir el Acuerdo de París. Diversas estrategias de desarrollo sostenible adoptadas por estados y ciudades en la última década han incorporado elementos del enfoque de ecología integral: justicia intergeneracional, participación comunitaria, resiliencia territorial y equidad ambiental (Sachs, 2016).

Esta influencia adquiere un carácter estratégico. Laudato Si' ha contribuido a configurar lo que diversos analistas describen como una "geopolítica moral del clima", en la que las decisiones políticas exigen legitimación ética. Con esta encíclica, el Vaticano interpela la narrativa dominante sobre transición energética y gobernanza climática, confrontando el discurso tecnocrático a través de categorías como cuidado, comunión, conversión y límite.

Uno de los efectos más significativos de Laudato Si' ha sido su impacto en el campo educativo. Instituciones católicas y laicas de todo el mundo han creado programas de formación en ecología integral, incluyendo diplomados, seminarios, materiales pedagógicos y experiencias territoriales. Estos procesos han permitido traducir la propuesta encíclica en prácticas concretas de aprendizaje, acción y transformación (Cullen, 2020).

Simultáneamente, la encíclica ha revitalizado la dimensión espiritual del vínculo con la tierra. El concepto de "espiritualidad ecológica" (Francisco, 2015, n. 216) alude a una actitud contemplativa, agradecida y comprometida, en la que el mundo se percibe como sacramento de la presencia divina, más que como recurso disponible. Esta espiritualidad del cuidado ha permeado múltiples comunidades de fe, impulsando transformaciones tanto individuales como colectivas. El mensaje resulta inequívoco: la justicia ambiental exige una metamorfosis radical en las formas de sentir, nombrar y habitar el mundo.

Laudato Si' ha operado también como catalizador de articulaciones ecuménicas, interreligiosas y laicas en defensa de los bienes comunes. El Movimiento Católico Mundial por el Clima, el Sínodo Panamazónico y numerosas iniciativas territoriales han convertido la encíclica en plataforma ética para denunciar el extractivismo, promover la soberanía territorial y reclamar justicia climática. Estas redes han evidenciado que la fe puede ser una fuente de sentido movilizadora, capaz de dinamizar procesos de organización, resistencia y regeneración política y espiritual.

Aquí se manifiesta uno de los efectos más significativos de Laudato Si': su capacidad para articular el lenguaje espiritual con las exigencias de la lucha ecosocial. Al convocar a creyentes y personas sin filiación religiosa a un pacto ético por el futuro del planeta, el documento trasciende el marco doctrinal y se erige como manifiesto por la vida.

Esta transformación discursiva y política implica tensiones relevantes. Un caso es el rito de la fumata vaticana, mediante el cual se anuncia la elección papal con la emisión de humo blanco o negro desde la Capilla Sixtina. Aunque el gesto posee una carga simbólica considerable, resulta discordante en un contexto donde el Vaticano señala la contaminación atmosférica como uno de los grandes males contemporáneos.

Desde la perspectiva del pensamiento complejo, esta disonancia supera la categoría de incoherencia institucional y revela una tensión estructural entre la permanencia ritual y la necesidad de transformación. La fumata se inscribe en una red semiótica donde convergen identidad histórica, lógica mediática y sacralidad. Al emplear combustión como lenguaje litúrgico, activa imaginarios que contradicen los principios de la ecología integral. Esta paradoja performativa debilita la coherencia simbólica de la institución eclesial.

La solución surge de su resignificación. Como plantea Morin (2005), los sistemas vivos, frente al cambio, tienden a reorganizarse. La emergencia simbólica consiste en recomponer lo heredado a la luz de nuevas condiciones históricas y ecológicas. Proyectar haces de luz, integrar paisajes sonoros, emplear símbolos vegetales o incorporar arte digital puede expresar una espiritualidad ecosistémica manteniendo la densidad sagrada del rito.

Este rediseño debe asumir la lógica de la participación. En lugar de imponer una nueva forma desde el Vaticano, podría impulsarse una deliberación colectiva con comunidades católicas de todo el mundo, permitiendo que la diversidad cultural y espiritual enriquezca la nueva configuración simbólica. Así, el rito dejaría de ser una operación vertical para convertirse en una praxis compleja, abierta, rizomática y ecológicamente comprometida.

El impacto de *Laudato Si'* trasciende el ámbito doctrinal. Su potencia radica en haber abierto un espacio de resonancia ética, teológica y política para repensar el lugar de lo humano en el entramado de la vida. Esta apertura exige coherencia simbólica. En un mundo donde cada gesto comunica y todo acto ritual configura realidad, la Iglesia compromete su autoridad moral si mantiene signos fósiles que contradicen los principios que proclama.

La resignificación de la fumata constituye más que un gesto estético: representa un acto de fidelidad al espíritu de la encíclica. Según el pensamiento complejo, la

continuidad auténtica se expresa en la transformación que preserva el sentido. Reformular los símbolos mantiene viva la tradición al actualizarla críticamente.

### **Ecología simbólica en el Sínodo Amazónico**

El Sínodo Especial para la Amazonía (2019), convocado por el papa Francisco, marcó un hito en la apertura institucional hacia una ecoteología encarnada y plural. Este evento introdujo prácticas rituales poco convencionales dentro del canon litúrgico vaticano: procesiones con semillas, uso de símbolos amazónicos, oraciones en lenguas originarias. Lejos de constituir un gesto folclórico, estas expresiones encarnaron una lógica de interdependencia espiritual, territorial y cultural. Su impacto fue ambivalente. Por una parte, provocó reacciones acusatorias de sincretismo en sectores ultraconservadores. Por otra, evidenció el potencial transformador de una liturgia gestada desde la periferia como manifestación del pluriverso.

Desde la teoría de la complejidad, este episodio puede interpretarse como una emergencia simbólica: nuevos significados emergen del entrelazamiento entre memorias colectivas, ecosistemas, espiritualidades y saberes ancestrales. Más allá de una incorporación estética de elementos indígenas, se trató de un punto de inflexión cultural dentro del sistema eclesial. Como advierte Boaventura de Sousa Santos (2010), la verdadera universalidad se construye a partir de la pluralidad epistémica. "El Sínodo expresó esa tensión constitutiva: abrir el sistema a la diversidad implica reorganizar su identidad en claves más complejas y adaptativas."

La metodología del Sínodo también constituye una innovación relevante. Participaron obispos, teólogos, líderes indígenas, científicos y agentes pastorales en un ejercicio de deliberación transdisciplinar. Este proceso puede ser interpretado como un experimento sistémico, en el cual convergen flujos de información, tensiones internas y propuestas disruptivas. Desde la lógica de los sistemas complejos, estas dinámicas pueden generar transformaciones estructurales si logran superar la retroalimentación negativa de las inercias institucionales.

Una de las propuestas más audaces fue la creación de ministerios para mujeres y pueblos originarios, junto con la apertura a ritos litúrgicos situados. Estas iniciativas, resistidas por sectores eclesiásticos conservadores, apuntan hacia una reforma simbólica de fondo, orientada a una espiritualidad intercultural y ecológica. La tensión entre innovación y conservación litúrgica ilustra la naturaleza discontinua y

dinámica de los procesos de transformación institucional: toda emergencia genera fricciones, y es precisamente en esas fricciones donde se gesta la evolución.

Evaluar el alcance del Sínodo requiere ir más allá del análisis discursivo y construir una cartografía sistémica de sus efectos. Esto implica identificar centros de poder, puntos de inflexión, circuitos de retroalimentación y territorios de resistencia. ¿Qué prácticas lograron consolidarse? ¿Cuáles fueron desestimadas? ¿Qué nuevas expresiones simbólicas alcanzaron reconocimiento dentro de la institucionalidad eclesial? Este enfoque permite comprender a la Iglesia como un sistema complejo, sujeto a tensiones constantes entre estabilización estructural y apertura emergente.

### **Tecnocracia litúrgica y retroalimentación sistémica**

El paradigma tecnocrático, descrito por Francisco (2015) como una racionalidad que separa los medios de los fines (n. 122), trasciende las esferas económicas y científicas e influye también en la forma como las instituciones religiosas gestionan sus símbolos. La fumata vaticana, considerada una tecnología ritual, refleja esta tensión: despliega una eficacia mediática que debilita su coherencia ética y simbólica en un mundo que exige correspondencia entre liturgia y compromiso ecológico.

Desde una mirada sistémica, la fumata actúa como un mecanismo de retroalimentación persistente por su operatividad automatizada, desalineada con los principios que la institución proclama. Su transformación simbólica, propuesta desde la ecoteología, permitiría activar una retroalimentación creativa capaz de desencadenar reorganizaciones adaptativas en el sistema litúrgico.

Autores como Jacques Ellul (1964) e Ivan Illich (1973) advirtieron sobre los riesgos de una tecnificación de lo sagrado: cuando la forma ritual se autonomiza y se convierte en máquina simbólica, pierde su capacidad crítica y se vuelve reproductora del orden que debía interpelar. Edgar Morin (1999), por su parte, ha mostrado cómo los sistemas que carecen de reflexividad ética tienden a la autopropagación ciega. Bajo esta lente, la liturgia tecnocrática refuerza estructuras de legitimación obsoletas que obstaculizan la mutación simbólica necesaria.

El paradigma tecnocrático puede entenderse como un sistema adaptativo perverso que posee flexibilidad para introducir renovaciones formales, aunque interrumpe los procesos de retroalimentación ética necesarios para cuestionar sus fundamentos. Esta racionalidad convierte los problemas complejos en variables técnicas y reduce con ello el horizonte de transformación cultural. Por esta razón, las llamadas soluciones tecnológicas frente al colapso ecológico, como la geoingeniería o los

mecanismos de captura de carbono, tienden a intensificar la crisis al reproducir la misma lógica instrumental que contribuyó a generarla.

Desde este diagnóstico, Laudato Si' plantea una ecología integral que exige una ruptura epistemológica. El desafío consiste en reorientar los fines que guían la acción humana. Para que esta propuesta produzca transformaciones efectivas, se requiere dotarla de herramientas de evaluación que respondan a criterios de complejidad. Algunos indicadores clave podrían relacionarse con la reflexividad institucional, la coherencia simbólica, la integración interdimensional y la participación situada.

- Grado de participación ciudadana en decisiones tecnocientíficas.
- Capacidad institucional de integrar saberes locales y ancestrales.
- Mecanismos de deliberación ética sobre tecnologías emergentes.
- Control democrático sobre algoritmos que inciden en lo económico y social.

Sin estas condiciones, la crítica al paradigma tecnocrático corre el riesgo de convertirse en un ejercicio retórico. Lo simbólico se vuelve campo de disputa: resulta insuficiente proclamar una nueva ética si esta carece de encarnación en las formas, gestos y estructuras que configuran la experiencia colectiva.

Aunque Laudato Si' ha abierto un horizonte significativo de religación entre lo espiritual, lo ecológico y lo social, su marco epistémico conserva elementos que obstaculizan una transformación profunda. Reconoce el valor de los saberes indígenas y campesinos, aunque lo hace desde una narrativa de la casa común que presupone una unidad moral trascendente sin problematizar su genealogía eurocristiana. Las epistemologías del Sur, como las de Santos, Leff y Escobar, plantean una crítica más radical: incluir otras voces carece de potencia transformadora si permanece intacta la arquitectura ontológica que define lo posible. En lugar de un universalismo ecológico, proponen un pluriverso simbólico que reconoce múltiples formas de habitar, conocer y significar el mundo.

Esta diferencia resulta evidente: la inclusión sin descolonización termina en cooptación simbólica. Una ecología integral exige interrogar los fundamentos coloniales del saber eclesial y superar su pretensión de universalidad moral. Cabe preguntarse si una encíclica elaborada desde el Vaticano puede actuar como plataforma de emancipación epistémica para pueblos históricamente oprimidos. La

respuesta escapa al binarismo y requiere examinar prácticas concretas de reapropiación, resistencia y resignificación.

En el Pacífico colombiano, comunidades afrodescendientes han invocado principios formulados en *Laudato Si'*, como la justicia intergeneracional, para sustentar sus reclamos de reconocimiento territorial (Consejo Comunitario del Río Yurumanguí, 2020). Diversos líderes indígenas han advertido que ciertas formulaciones del lenguaje eclesial tienden a invisibilizar sus cosmovisiones, al promover una ecología desprovista de pueblos: una noción de naturaleza sin sujetos y una espiritualidad carente de reciprocidad.

Estas tensiones lejos de invalidar el valor de la encíclica, exigen leerla como un texto situado, abierto a resignificaciones. Asumirla como corpus doctrinal clausurado anula su potencia crítica. Reconocer la pluralidad de interpretaciones posibles desde los márgenes, desde abajo, desde lo otro, constituye una condición esencial para que el mensaje ético de *Laudato Si'* evite ser capturado por las mismas lógicas que busca transformar.

El ritual, abordado desde una antropología de la complejidad, trasciende toda función conservadora. Más que repetición destinada a mantener un orden social, constituye una tecnología simbólica con capacidad para producir transformaciones culturales significativas. En escenarios marcados por crisis ecosistémica y colapso civilizatorio, los rituales cumplen un papel estratégico: actualizan marcos colectivos, desestabilizan sentidos hegemónicos e inauguran espacios de transición. Repensarlos exige superar lo estético y lo ornamental. Implica una decisión política de gran alcance.

Desde esta perspectiva, el cuestionamiento a la fumata vaticana trasciende la crítica ambientalista. Se convierte en una interpelación directa a la manera en que la Iglesia construye y comunica su autoridad simbólica. Si la conversión ecológica propuesta por *Laudato Si'* aspira a coherencia, debe comenzar por revisar los signos que utiliza para expresar lo sagrado. El ritual jamás actúa como canal neutro. Funciona como matriz semiótica que moldea los modos de habitar el mundo. De ahí la urgencia de una liturgia ecológica que predique el cuidado y lo encarne en sus formas, materiales, gestualidades y vínculos con el entorno.

El eco ritualismo, desarrollado por diversas comunidades de base en América Latina, impulsa una reconexión profunda: integrar elementos naturales como semillas, agua de río, cantos de aves u orientación solar, entendidos como presencias significantes

que restauran el vínculo entre símbolo y biosfera. Desde esta perspectiva, resignificar la fumata implica más que reemplazar un medio técnico. Exige instaurar un proceso de intervención simbólica alineado con una ecoteología compleja, guiado por cinco principios operativos:

- **Coherencia ética y simbólica:** El acto de anunciar la elección papal debe reflejar los principios que inspira la encíclica. Emplear tecnologías limpias, libres de contaminación, constituye una exigencia espiritual con implicaciones litúrgicas, políticas y ecológicas.
- **Participación pluricultural:** Comunidades diversas como juventudes, pueblos originarios y movimientos ecológicos pueden ser convocadas a imaginar signos nuevos desde sus propios marcos simbólicos. La creación litúrgica requiere un enfoque dialógico, situado y respetuoso de las diferencias.
- **Evaluación integral de impacto:** la propuesta debe incluir indicadores de eficacia comunicativa, huella ecológica y resonancia espiritual. Aquí convergen la teología pastoral, la sociología de la religión y la teoría de la comunicación.
- **Prototipado ritual experimental:** el rediseño debe pasar por procesos de ensayo y error en contextos comunitarios, donde puedan evaluarse la acogida, la adaptación y la potencia del nuevo símbolo.
- **Iteración adaptativa:** como todo sistema complejo, el rediseño simbólico debe ser flexible. Requiere un dispositivo de retroalimentación que permita ajustar el rito sin perder su horizonte ético-espiritual.

Resignificar símbolos sin revisar las estructuras de exclusión que los sustentan equivale a un gesto estético carente de profundidad. La fumata, más allá de su materialidad, representa una forma de centralismo masculino, jerárquico y eurocéntrico que margina a mujeres, pueblos originarios y comunidades afrodescendientes en los procesos decisorios. La crítica debe trascender lo ambiental. Requiere una mirada también epistemológica e interseccional.

Las perspectivas decoloniales (Anzaldúa, 1999. Lugones, 2008. Escobar, 2016) permiten interrogar los rituales desde los márgenes, revelando su función como dispositivos de exclusión simbólica. ¿Qué sentido tiene cambiar el símbolo si el

proceso sigue negando la voz de la mitad de la comunidad creyente? ¿Puede haber liturgia ecológica sin justicia eclesial?

Una ecoteología verdaderamente transformadora requiere también descolonizar el sentido. Es necesario desmontar los códigos simbólicos heredados del colonialismo litúrgico. Una fumata convertida en gesto ecosistémico resulta insuficiente si la Iglesia mantiene silencios forzados, espiritualidades jerarquizadas e imaginarios sagrados cerrados a la diferencia.

La fumata constituye mucho más que una señal. Es un nodo en una red simbólica global, atravesada por tensiones históricas, teológicas y culturales. Su permanencia expresa una forma de inercia institucional, aunque también revela una posibilidad: resignificarla puede inaugurar una ecología litúrgica donde los signos dejen de operar como residuos del pasado y actúen como vectores de futuro.

El pensamiento complejo enseña que las mutaciones civilizatorias se manifiestan también como revoluciones del imaginario (Morin, 2011). Cambiar un símbolo transforma el código fuente de la identidad colectiva. En esta clave, el rediseño simbólico representa una forma de fidelidad dinámica, una bifurcación evolutiva que honra el sentido original mientras lo proyecta hacia nuevas posibilidades. El Vaticano, como semillero semiótico global, tiene la posibilidad de inaugurar una generación de signos capaces de irradiar sentido en un mundo desbordado por el nihilismo tecnocrático. El humo puede devenir luz, canto, color, danza o resonancia vegetal. Puede significar la elección de un liderazgo y al mismo tiempo la afirmación de otra forma de habitar la Tierra. La transición ecosocial requiere una liturgia del planeta que celebre la vida, la encarne en sus signos y la proteja en su expresión ritual.

La fumata papal, como rito de anuncio y continuidad, conserva una potencia simbólica indiscutible. Su forma actual, sustentada en la combustión, entra en fricción con el compromiso ecológico proclamado por el Vaticano en *Laudato Si'*. Esta tensión representa una posibilidad fértil: desde la perspectiva de la complejidad los sistemas vivos reorganizan sus contradicciones como fuente de transformación. Incluso los símbolos religiosos requieren evolución para preservar su capacidad de significar en un mundo que demanda coherencia ética, ecológica y estética. La articulación entre *Laudato Si'* y el pensamiento complejo constituye una plataforma capaz de renovar los vínculos entre espiritualidad, ecología y transformación civilizatoria. Este capítulo ha demostrado que dicha articulación exige más que exégesis doctrinal o acumulación de referencias eruditas. Requiere una

reconstrucción crítica, situada y transdisciplinaria, nutrida por saberes insurgentes y por experiencias territoriales que encarnan formas alternativas de habitar el mundo.

En primer lugar, la noción de “ecología integral” propuesta por el papa Francisco requiere una tensión epistemológica rigurosa. Aunque constituye un avance sustantivo al reconocer la interdependencia entre lo humano y las formas de vida que lo rodean, su formulación corre el riesgo de universalizar una visión normativa, sin atender las diferencias ontológicas y culturales. Las epistemologías del Sur y el pensamiento decolonial han advertido sobre el peligro de convertir la idea de “casa común” en una arquitectura impuesta desde una racionalidad dominante. Para alcanzar una dimensión verdaderamente integral, la ecología debe abrirse a lo plural, lo situado y lo conflictivo. Necesita sostener una orientación pluralista, insurgente y descolonizadora.

En segundo lugar, la crítica al paradigma tecnocrático contenida en *Laudato Si'*, aunque pertinente en el plano ético, pierde fuerza si carece de una comprensión sistémica de sus mecanismos de reproducción. Desde la complejidad, la tecnocracia se configura como una red adaptativa de retroalimentaciones institucionales, semióticas y tecnológicas que neutralizan las críticas que recibe. Enfrentarla exige más que condenas morales: requieren diseños sociales alternativos, estructuras simbólicas resilientes y modelos de organización capaces de restablecer el vínculo entre medios y fines. La tecnocracia se desactiva mediante ecologías de saber, de acción y de sentido capaces de desplazar las exhortaciones abstractas por transformaciones concretas

En tercer lugar, la exploración de los rituales católicos, con énfasis en la *fumata*, ha revelado que los símbolos actúan como núcleos estructurantes de la subjetividad colectiva. El pensamiento complejo muestra que las crisis de civilización también son crisis semióticas, y que las transiciones más profundas reorganizan los sistemas simbólicos. Resignificar un ritual representa una forma de ingeniería cultural con efectos directos sobre las maneras en que las comunidades configuran el poder, la espiritualidad y la vida. Por esta razón, la propuesta metodológica esbozada en este capítulo, orientada al rediseño simbólico desde una perspectiva participativa, interdisciplinaria y ecológica, constituye una contribución concreta al campo de la ecoteología. Diseñar símbolos implica reorganizar matrices de sentido. A través de procesos de creación compartida que integren saberes ancestrales, estéticas contemporáneas y principios ecológicos, la liturgia puede convertirse en un laboratorio vivo de espiritualidad transformadora.

La transición hacia una civilización del cuidado, de la vida y de la complejidad requiere del lenguaje de los signos. En un mundo sobresaturado de datos y sediento de sentido, la disputa por el futuro se libra también en el terreno de los símbolos, los mitos y los ritos. Por eso, el pensamiento complejo trasciende el diagnóstico: se encarna como poética, como pedagogía sensible, como liturgia de la Tierra. El conocimiento transforma cuando se vuelve amoroso, y el amor contagia cuando se expresa en acción simbólica.

Resignificar la fumata es mucho más que una decisión coherente con los principios ecológicos: constituye un acto de semiosis insurgente, una declaración de pertenencia a un mundo vivo, una afirmación espiritual que reimagina lo sagrado desde la complejidad, para volver habitable, justo y celebrable el planeta que compartimos con todos los seres.



The background features a dark blue grid of glowing lines that curves and warps, suggesting a gravitational well or spacetime curvature. Two bright orange spheres are positioned in the center, each with a long, thin trail of light extending away from it, giving the impression of objects in motion or light rays passing through a gravitational field.

## **Capítulo 10**

# **Aranceles, guerras comerciales y complejidad económica**

# Aranceles, guerras comerciales y complejidad económica

## Una mirada crítica desde el pensamiento sistémico

**E**l comercio internacional constituye uno de los motores estructurales de la economía global contemporánea. Al facilitar el intercambio de bienes y servicios entre países, genera beneficios diversos. Permite acceder a productos ausentes localmente, amplía la oferta para los consumidores, incentiva la especialización basada en ventajas comparativas y contribuye al aumento general del nivel de vida, pero también implica riesgos y desequilibrios. En determinadas condiciones, puede perjudicar a las economías más pequeñas, intensificar la desigualdad y producir externalidades negativas sobre el ambiente entendido en su dimensión tanto natural como humana.

Desde una perspectiva histórico-política, el comercio mundial se ha debatido entre dos paradigmas antagónicos: el proteccionismo y el libre mercado. El primero se sustenta en la imposición de restricciones como aranceles, cuotas o subsidios para defender a los productores nacionales frente a la competencia externa. Es una lógica defensiva y estratégica que busca amortiguar los efectos de prácticas desleales o asimetrías estructurales. El segundo promueve la liberalización comercial mediante la supresión de barreras, confiando en la autorregulación de los mercados globales y en la eficiencia derivada de la especialización productiva. Ambas visiones simplifican una realidad cada vez más interdependiente y compleja.

Según el informe sobre comercio mundial 2024 de la Organización Mundial del Comercio, el comercio global alcanzó un récord de 33 billones de dólares, impulsado por un crecimiento del 7 % en el intercambio de servicios y del 2 % en bienes. Este

documento sugiere que las brechas de ingresos entre países tienden a reducirse progresivamente, aunque persisten desigualdades significativas al interior de las economías. El dato más relevante resulta cualitativo. El informe subraya que la gobernanza del comercio mundial se enfrenta a desafíos inéditos, derivados de la geopolítica, la transición energética y las disputas tecnológicas.

Es en este escenario que la política arancelaria de la administración Trump, entre 2017 y 2021, adquiere una relevancia única. Bajo el lema "America First", se promovió una agenda proteccionista que pretendía reducir el déficit comercial estadounidense, reindustrializar sectores estratégicos y contener la expansión económica y tecnológica de China. Los aranceles fueron concebidos como una herramienta táctica, orientada a reequilibrar el comercio bilateral y rediseñar las reglas del juego en un sistema multilateral que, según esa visión, favorecía a terceros en detrimento de la economía estadounidense.

Más allá del enfrentamiento retórico entre proteccionismo y liberalismo, este episodio evidencia la necesidad de incorporar un marco analítico más robusto, capaz de captar la complejidad sistémica de las interacciones globales. Las guerras comerciales trascienden impactos directos y medibles como variaciones en los precios o en los flujos comerciales. Desencadenan cadenas de retroalimentación, efectos indirectos y comportamientos emergentes difíciles de prever desde una lógica lineal.

Para abordar el impacto de las políticas arancelarias de Trump desde una perspectiva rigurosa, resulta imprescindible trascender los modelos convencionales de análisis económico. La economía neoclásica, con su énfasis en la racionalidad individual, el equilibrio de mercado y la eficiencia marginal, resulta insuficiente para explicar los fenómenos de interdependencia, incertidumbre y complejidad que caracterizan al sistema económico global actual.

Aquí se impone la necesidad de un giro epistemológico: pasar de una visión reduccionista y fragmentada a una comprensión integradora y compleja. En palabras de Edgar Morin, pensar la complejidad implica asumir la incertidumbre, reconocer la pluralidad de causas y efectos y considerar los bucles de retroalimentación que producen fenómenos emergentes. Las guerras comerciales, entendidas en esta clave, se revelan como procesos multicausales, dinámicos y adaptativos.

La imposición de aranceles por parte de Estados Unidos a productos chinos entre 2018 y 2020 generó una serie de consecuencias que ilustran este enfoque. En un primer momento, los gravámenes encarecieron productos importados y crearon tensiones diplomáticas. Surgieron efectos indirectos: la relocalización de cadenas de suministro, el fortalecimiento de alianzas estratégicas entre países afectados, la aceleración de la inversión en tecnología nacional y, en ciertos casos, la creación de mecanismos de evasión comercial. Estas dinámicas fueron imprevistas por sus promotores y críticos, lo que muestra la urgencia de abandonar los esquemas de causalidad lineal.

Desde la perspectiva del pensamiento complejo, estos procesos se leen como parte de un sistema mundial interdependiente, donde cada acción genera múltiples efectos, retroalimenta el entorno y modifica las condiciones iniciales. Así, lo que en un contexto parece una medida racional resulta disfuncional en otro. Este enfoque invita a repensar el concepto de política económica, entendida como una praxis adaptativa, situada y sujeta a constante revisión. Con la agresiva política comercial de la administración Trump, las reacciones en América Latina fueron diversas, aunque en general reactivas. Las economías con mayor dependencia de exportaciones hacia Estados Unidos, como México o varios países centroamericanos, buscaron mitigar los efectos negativos mediante renegociaciones, diversificación de mercados y políticas de subsidio. Otras, como Brasil y Argentina, percibieron oportunidades para aumentar su participación en cadenas de valor interrumpidas entre Estados Unidos y China.

Más allá de los impactos inmediatos, la pregunta central es estratégica: ¿puede América Latina aprovechar este nuevo entorno para redefinir su inserción internacional? Desde una visión sistémica, los conflictos comerciales globales aparecen como amenazas y, al mismo tiempo, como ventanas de oportunidad para diseñar políticas de desarrollo basadas en capacidades endógenas, cooperación regional y posicionamiento estratégico.

Para ello, resulta indispensable superar la lógica de la reacción coyuntural y avanzar hacia una visión de largo plazo, sostenida por análisis complejos y políticas estructurales. Esto implica articular estrategias de innovación tecnológica, transformación productiva y fortalecimiento institucional, dentro de una agenda común que reconozca las diferencias y las interdependencias regionales. De otra manera, América Latina queda expuesta a dinámicas externas sin capacidad de control, perpetuando ciclos históricos de dependencia y vulnerabilidad.

### **Origen y evolución del comercio mundial desde el pensamiento complejo**

La historia del comercio internacional debe interpretarse como una red de procesos heterogéneos, marcados por rupturas, contingencias, adaptaciones y asimetrías. Desde la perspectiva del pensamiento complejo, esta evolución resulta menos un camino hacia la perfección liberal y más una trayectoria plagada de tensiones estructurales, choques civilizatorios y mutaciones institucionales.

Las primeras manifestaciones de comercio surgieron a partir de relaciones de reciprocidad y subsistencia en el marco de sociedades agrícolas emergentes. Durante el período neolítico, el excedente derivado de la domesticación de plantas y animales permitió el intercambio de bienes entre grupos humanos. Esta práctica, basada en el trueque, se sostenía sobre la confianza, los vínculos comunitarios y la complementariedad de necesidades, sin orientación al lucro o a la acumulación.

Con el surgimiento de la moneda, primero en forma de metales preciosos y posteriormente como unidades estandarizadas en Anatolia hacia el siglo VI a. C., se produjo una transformación radical. El valor se abstrajo de los objetos concretos y se tradujo en signos, lo que permitió expandir el comercio más allá del intercambio directo. Esta abstracción monetaria fue un paso crucial hacia la constitución de redes económicas complejas y generó mecanismos de desigualdad y control.

Más tarde, en la Europa del siglo XV, el surgimiento del crédito formalizó una nueva capa de relaciones comerciales basada en el tiempo, la confianza y el riesgo. Las primeras instituciones financieras, muchas de ellas impulsadas por comunidades judías excluidas de otras actividades económicas, introdujeron prácticas como el préstamo con interés, a pesar de las prohibiciones religiosas del cristianismo y el islam. Estas innovaciones marcaron el inicio del comercio como sistema técnico-administrativo, regulado por normas, contratos y garantías colaterales.

Durante la Antigüedad, los imperios organizaron y controlaron rutas comerciales transcontinentales, como la Ruta de la Seda o las conexiones marítimas mediterráneas. Estas redes logísticas movilizaban bienes como especias, metales y telas, aunque también saberes, religiones, idiomas y modelos institucionales. La integración comercial impulsada por Roma, Persia o China resultó desigual, ya que los centros imperiales definían los términos del intercambio y las periferias eran explotadas como zonas extractivas.

En esta lógica imperial, el comercio operaba como una forma de poder simbólico y material. La acumulación de riqueza en los centros estaba directamente

correlacionada con la subordinación de los márgenes. Edgar Morin propone entender esta dinámica como parte de una organización del mundo en la que el comercio consolidó estructuras de dominación disfrazadas de interdependencia funcional.

Esta tendencia se intensificó con la expansión europea entre los siglos XV y XIX. Las compañías comerciales, como la Compañía Británica de las Indias Orientales, gestionaban rutas y mercancías, además de imponer regímenes legales, tributarios y culturales. El comercio se volvió inseparable del colonialismo, institucionalizando una división internacional del trabajo donde los países del Sur quedaron relegados a la producción de materias primas, mientras que el Norte concentraba la manufactura, el crédito y la tecnología.

La revolución industrial británica del siglo XVIII marcó un nuevo hito en la historia del comercio global. La mecanización productiva multiplicó la capacidad de manufactura, lo que intensificó la necesidad de mercados externos y materias primas baratas. La industria traspasó fronteras y reconfiguró el comercio internacional como una extensión de los procesos industriales.

Immanuel Wallerstein, en su teoría del sistema-mundo, argumenta que esta fase dio origen a una economía global jerarquizada, en la cual las decisiones productivas, financieras y comerciales se tomaban en un núcleo dominante, mientras que la periferia funcionaba como zona de extracción y depósito. Así, el comercio pasó de ser una actividad de intermediación a convertirse en un instrumento de reproducción de la desigualdad.

El paradigma liberal, en este contexto, construyó una narrativa de progreso económico basado en la apertura y la eficiencia. La evidencia histórica revela que esta liberalización nunca fue universal ni simétrica. El comercio segmentó al mundo en zonas funcionales al capital, profundizando la dependencia tecnológica y financiera de los países menos industrializados.

Tras la Segunda Guerra Mundial, el orden económico internacional se reconfiguró bajo la égida de instituciones multilaterales. El Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio y más tarde la Organización Mundial del Comercio promovieron un marco normativo presentado como neutral y universal para regular el comercio. Su objetivo declarado consistía en reducir barreras, armonizar normas y fomentar un entorno predecible para el intercambio.

En la práctica el multilateralismo resultó altamente funcional a los intereses de las grandes potencias. Mientras que los países del Norte liberalizaron sectores donde eran competitivos, como industria, servicios y tecnología, mantuvieron barreras en áreas críticas para el Sur global, como agricultura y propiedad intelectual. Las promesas de equidad se vieron sistemáticamente traicionadas por políticas selectivas y mecanismos de protección disfrazados.

Los tratados regionales, como el TLCAN o el TPP, reforzaron esta lógica. Al operar fuera del marco de la OMC, permitieron negociaciones bilaterales más favorables para los países con mayor poder de negociación. Lejos de constituir espacios de cooperación horizontal, estos acuerdos consolidaron nuevas formas de dependencia flexible. Los países en desarrollo quedaron insertos en cadenas globales de valor controladas por empresas transnacionales, con mínima capacidad de decisión sobre precios, tecnologías o condiciones laborales.

En las últimas décadas, el comercio global ha experimentado una transformación profunda derivada de la digitalización. Plataformas digitales, inteligencia artificial y blockchain redefinieron los flujos logísticos y las formas de intermediación comercial. Hoy algoritmos determinan precios, rutas, inventarios y decisiones de consumo en tiempo real, desplazando a agentes humanos y deslocalizando la toma de decisiones.

Este giro tecnodigital introduce una capa adicional de complejidad. La infraestructura del comercio dejó de ser sólo material, como puertos o carreteras, y se tornó informacional. Los países que controlan las plataformas, los datos y los sistemas de comunicación poseen una ventaja estructural en el diseño del comercio global. Según Zuboff, el capitalismo de vigilancia convierte la información en el principal insumo y regulador del intercambio.

Desde la mirada de la complejidad, esta situación implica una reconfiguración cibernética del comercio. Se conforman sistemas autorregulados, retroalimentados y distribuidos que operan bajo principios de gobernanza algorítmica. Esta transformación carece de neutralidad o universalidad. Reproduce desigualdades previas y crea nuevas brechas digitales, cognitivas y regulatorias entre países, sectores y grupos sociales.

El comercio global, en su forma actual, también produce impactos ecológicos sistémicos. El transporte marítimo, columna vertebral del comercio internacional, representa cerca del 3 % de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, sin contar los efectos

ambientales de la producción intensiva para exportación ni los residuos generados por la obsolescencia planificada. La lógica de maximización del intercambio ha ignorado sistemáticamente los límites biofísicos del planeta.

Aquí adquiere relevancia el concepto de eco complejidad, propuesto en el marco del pensamiento complejo. Este enfoque reconoce que todo sistema económico es también un sistema ecológico y exige repensar los indicadores de éxito comercial. Resulta insuficiente medir sólo el crecimiento o el superávit. Es fundamental incluir la huella ecológica, la sostenibilidad de los procesos y la resiliencia de los territorios involucrados.

Adoptar esta perspectiva implica rediseñar las políticas comerciales desde principios de suficiencia, regeneración, proximidad y corresponsabilidad. Supone sustituir el paradigma del crecimiento ilimitado por uno basado en la sostenibilidad sistémica. Y exige un nuevo contrato epistemológico, que reemplace el reduccionismo economicista por una mirada integradora, crítica y situada.

## **Globalización y gobernanza: un proceso de fases y bifurcaciones**

Según Ocampo, la globalización debe entenderse como un proceso multidimensional en el que confluyen transformaciones tecnológicas, financieras, culturales, ecológicas y políticas. Este carácter heterogéneo produce tensiones internas y contradicciones estructurales que afectan directamente los mecanismos de gobernanza comercial.

Históricamente, pueden distinguirse tres fases del proceso globalizador: Primera fase, entre 1870 y 1913, caracterizada por alta movilidad de capitales y personas, sostenida por la caída en los costos de transporte más que por políticas de libre comercio. Esta etapa fue interrumpida por la Primera Guerra Mundial y colapsó definitivamente con la Gran Depresión de 1929.

Segunda fase, entre 1945 y 1973, basada en la creación de instituciones multilaterales como el FMI, el Banco Mundial y el GATT, un crecimiento industrial sostenido en los países desarrollados y una baja movilidad de capitales. Esta etapa, conocida como la edad de oro del capitalismo, terminó con la crisis del petróleo y el colapso de Bretton Woods.

Tercera fase, desde 1973 en adelante, marcada por la liberalización financiera, el ascenso de las empresas transnacionales y la proliferación de tratados de libre comercio. Esta etapa exhibe una creciente homogenización de modelos económicos y una profunda asimetría en el acceso a los beneficios de la globalización.

Este recorrido evidencia que la globalización ha sido un proceso intermitente, sujeto a choques sistémicos y disputas sobre su orientación normativa. La gobernanza comercial se desarrolló como respuesta contingente y conflictiva ante sus múltiples externalidades.

La Gran Depresión de 1929 marcó un punto de inflexión. Originada por la caída de la Bolsa de Nueva York, la contracción del crédito, el colapso bancario y la sobreproducción, esta crisis desató una retracción violenta del comercio internacional. El resultado fue una ola de proteccionismo encabezada por Estados Unidos con la ley arancelaria Smoot-Hawley, que amplificó los efectos de la recesión y evidenció la necesidad de mecanismos cooperativos a nivel global.

De esta necesidad surgió, años después, la arquitectura de Bretton Woods. Esta arquitectura ha demostrado fragilidad frente a nuevas formas de crisis: financieras, sanitarias, ambientales y geopolíticas. Estas interrupciones revelan que los sistemas de gobernanza actuales fueron diseñados para escenarios estables, incapaces de responder a una economía mundial compleja, interconectada y expuesta a bifurcaciones.

Con este escenario, América Latina enfrenta un dilema estratégico: permanecer como eslabón subordinado en las cadenas de valor globales o reconstruir su inserción internacional desde una lógica de cooperación regional, diversificación productiva y soberanía tecnológica. La globalización aparece como un campo de disputas. Aprovechar sus oportunidades, como el acceso a tecnologías, la integración de mercados y la inversión extranjera, exige capacidades institucionales para mitigar riesgos, entre ellos la dependencia, la exclusión y la volatilidad.

Como plantea Ocampo, esto implica fortalecer redes regionales de producción, fomentar la innovación industrial, reconfigurar los acuerdos comerciales bajo criterios de equidad y sostenibilidad, y articular políticas estratégicas que reduzcan la vulnerabilidad externa. El pensamiento complejo ofrece aquí una crítica y un marco operativo para pensar la gobernanza del comercio como un proceso regenerativo orientado al equilibrio sistémico y la justicia estructural.

## **Factores estructurales y emergentes en la configuración del comercio internacional**

El comercio internacional contemporáneo resulta incomprensible desde categorías analíticas simples o estructuras causales lineales. Su dinámica responde a un sistema de interacciones múltiples, asimétricas y en constante mutación, donde actores estatales, corporativos, tecnológicos, ecológicos y simbólicos coexisten en un ecosistema global atravesado por tensiones, contingencias e incertidumbres. Lejos de la lógica determinista de la oferta y la demanda, el pensamiento complejo exige analizar el comercio como un fenómeno relacional, emergente y retroalimentado, en el cual las condiciones de posibilidad se encuentran en permanente redefinición.

Se exploran seis factores clave cuya interacción configura las actuales formas del intercambio internacional. Estos factores deben interpretarse como nodos interconectados de una red sistémica global.

1. Geopolítica del comercio: poder asimétrico y racionalidad estratégica. Lejos de constituir un espacio neutro regido por la eficiencia económica, el comercio internacional se encuentra profundamente condicionado por estructuras de poder geopolítico. Estados, bloques regionales y corporaciones multinacionales disputan la configuración de las reglas, estándares y plataformas que estructuran los intercambios globales. La firma de tratados como el T-MEC, el RCEP o el CPTPP obedece más a criterios de influencia estratégica, acceso a tecnologías críticas y contención de rivales sistémicos que a una lógica puramente mercantil.

Desde esta perspectiva, la política arancelaria adoptada por la administración Trump entre 2017 y 2021 se concibió como herramienta de reconfiguración del sistema global de producción, con el propósito de contener el ascenso de China, redefinir la dependencia tecnológica y reinstalar una narrativa de soberanía nacional en la gobernanza económica. Este tipo de intervenciones evidencia que el comercio constituye también un campo de disputa por el sentido de la globalización.

El pensamiento complejo permite interpretar estas tensiones como un campo de relaciones móviles, donde actores diversos despliegan estrategias adaptativas, alianzas multilaterales y contrahegemonías culturales.

2. Revolución digital y mutación infraestructural. La transformación digital constituye uno de los vectores más potentes de cambio en el comercio mundial. La expansión de plataformas digitales, la automatización logística,

el comercio electrónico transfronterizo y la integración de tecnologías como blockchain, inteligencia artificial y big data han generado una nueva infraestructura del intercambio, menos visible aunque más determinante que las rutas marítimas o los tratados arancelarios.

Corporaciones como Amazon, Alibaba o Google intermedian productos, organizan el acceso a mercados, gestionan datos estratégicos y diseñan arquitecturas algorítmicas que determinan preferencias de consumo y patrones de distribución. Desde esta lógica, controlan infraestructuras de poder global.

Estas tecnologías producen efectos sistémicos, concentran rentas informacionales, generan economías de red con umbrales de irreversibilidad y crean nuevas dependencias tecnológicas para los países del Sur Global. A esto se suma la mayor vulnerabilidad ante ataques cibernéticos, manipulación de datos y disrupciones en los flujos logísticos. La digitalización del comercio representa una transformación estructural con implicaciones políticas, económicas y culturales de largo alcance.

3. Financiarización y fragilidad estructural. Desde los años setenta, el comercio internacional ha quedado subordinado a la lógica de los mercados financieros. La liberalización del capital, la desregulación bancaria y la expansión de productos derivados han desvinculado en buena medida los flujos comerciales de sus fundamentos productivos, generando una volatilidad estructural que afecta a países, sectores y poblaciones enteras.

Fondos especulativos, agencias de calificación, bancos globales y plataformas de trading intervienen en mercados clave como divisas, tipos de interés, seguros y futuros, alterando los precios relativos de bienes comercializados y afectando directamente la balanza comercial de los países más vulnerables.

Esta financiarización genera una brecha entre economía real y economía simbólica. Las decisiones de inversión responden menos a necesidades productivas que a expectativas construidas por algoritmos, calificaciones y narrativas bursátiles. Este divorcio acentúa la inestabilidad del sistema, crea burbujas especulativas y produce crisis cíclicas que afectan de forma desproporcionada a los países con menor control sobre su política monetaria y fiscal.

4. Normas internacionales: estandarización, conflicto y coevolución. El comercio global está reglado por un entramado denso y jerarquizado de normativas, acuerdos, mecanismos de resolución de disputas y estándares

técnicos. Desde los principios multilaterales de la OMC hasta los tratados bilaterales con cláusulas de arbitraje inversor-Estado, la arquitectura institucional del comercio configura las condiciones del intercambio.

Estas normas carecen de neutralidad y universalidad en sus beneficios. Los países con mayor capacidad diplomática, jurídica y técnica imponen estándares en propiedad intelectual, medio ambiente, etiquetado o servicios digitales que responden a sus intereses estructurales. Con frecuencia, estos estándares se convierten en barreras arancelarias encubiertas que afectan la competitividad de los países en desarrollo. El pensamiento complejo invita a entender esta dimensión normativa como un subsistema en tensión dentro del sistema económico global. Las reglas, aunque formales, interactúan con prácticas informales, intereses corporativos, demandas ciudadanas y asimetrías institucionales. Por eso, la legitimidad y eficacia de estas normas dependen de su capacidad para adaptarse a los contextos, dialogar con las diversidades culturales y evolucionar junto con las transformaciones del entorno sistémico.

5. Dimensión ecológica del comercio: crisis de sostenibilidad. La aceleración de los intercambios globales ha generado una presión creciente sobre los sistemas ecológicos. La producción intensiva para exportación, la expansión de monocultivos, la minería a cielo abierto, el transporte marítimo de larga distancia y la obsolescencia programada han convertido al comercio internacional en un factor crítico del colapso ecológico.

La huella ambiental del comercio es sistémica, ya que genera emisiones de gases de efecto invernadero, fomenta una lógica extractivista que erosiona suelos, contamina fuentes hídricas y desplaza comunidades. Esta externalización de costos ecológicos resulta funcional al modelo económico dominante, aunque resulta insostenible a mediano plazo. Iniciativas como las etiquetas verdes, el comercio de derechos de emisión o los ajustes arancelarios por carbono surgen como intentos para internalizar estas externalidades. Muchos de estos mecanismos han sido capturados por lógicas corporativas o transformados en instrumentos de poder normativo por parte de las potencias del Norte.

Desde la óptica del pensamiento complejo, resulta indispensable reinsertar el comercio como subsistema de la biosfera. Esto implica diseñar acuerdos comerciales que incluyan métricas ecológicas, fomentar la relocalización de cadenas de suministro, priorizar la economía circular y reconocer los límites biofísicos del planeta como parámetros fundamentales de la organización económica global.

6. Dimensión cultural y civilizatoria: comercio como portador de sentido. El comercio es más que intercambio de mercancías, es también intercambio de símbolos, valores, modos de vida y cosmovisiones. La expansión de marcas globales, plataformas culturales y productos estandarizados genera una homogeneización de los patrones de consumo y una erosión de las identidades locales.

Este fenómeno plantea interrogantes críticos: ¿qué se pierde cuando se uniforman los imaginarios?, ¿qué modelos de subjetividad se promueven en la cultura de consumo global?, ¿cómo afectan estas dinámicas a las economías del cuidado, los saberes ancestrales o los sistemas alimentarios tradicionales?

Desde una mirada decolonial, el comercio global puede leerse como un dispositivo de colonización simbólica, en el que las formas de vida del Norte se imponen como modelo universal. El pensamiento complejo propone aquí una revalorización de la diversidad epistémica, la recuperación de las economías locales y la construcción de acuerdos comerciales que integren principios culturales y éticos de pluralidad, equidad y sustentabilidad.

## **La globalización como proceso complejo, histórico y civilizatorio**

La globalización carece de univocidad y linealidad. Se trata de un proceso histórico multicausal, profundamente ambivalente, que articula dimensiones económicas, tecnológicas, políticas, culturales, simbólicas y ecológicas. Su análisis resulta irreductible al discurso economicista del libre mercado o a la narrativa tecnocrática del progreso. Por el contrario, demanda una epistemología de la complejidad que permita comprender sus tensiones internas, efectos emergentes y múltiples trayectorias posibles.

Desde el pensamiento complejo, la globalización se concibe como un sistema dinámico de interacciones recursivas entre actores locales y estructuras globales, donde el todo resulta inexplicable a partir de la mera suma de sus partes. Esto implica un abordaje que reconozca las sinergias, contradicciones y bifurcaciones que caracterizan al proceso globalizador.

1. Historia no lineal de la globalización: ciclos, rupturas y discontinuidades. La globalización suele ser presentada como un proceso continuo e inevitable. Su evolución histórica muestra que ha atravesado distintas fases, marcadas por rupturas sistémicas, reconfiguraciones geopolíticas y transformaciones tecnológicas. Identificar estas fases permite desnaturalizar el presente y abrir la posibilidad de futuros alternativos.

La primera globalización se consolidó en el siglo XIX, impulsada por la Revolución Industrial, la expansión imperial europea, el desarrollo del transporte a vapor y la integración monetaria vía el patrón oro. Esta etapa configuró una red mundial de intercambio basada en la división colonial del trabajo. Los países del Sur suministraban materias primas, mientras que las metrópolis industriales producían bienes manufacturados. La globalización de entonces estaba sostenida por estructuras abiertamente coloniales y racializadas.

La Primera Guerra Mundial marcó el colapso de ese primer ciclo. Las cadenas globales de suministro se fracturaron, los flujos de capital se interrumpieron y emergió una nueva etapa de repliegue nacionalista. La Gran Depresión de 1929 profundizó esta crisis al desatar una ola de proteccionismo económico y fragmentación geoeconómica que alcanzó su clímax con la Segunda Guerra Mundial. Este periodo demostró que la interdependencia económica sin mecanismos adecuados de regulación internacional puede volverse una fuente de inestabilidad sistémica.

La posguerra inauguró una segunda globalización, bajo el liderazgo estadounidense. El sistema de Bretton Woods, con sus instituciones clave FMI, Banco Mundial y GATT, buscó crear un orden monetario y comercial estable que evitara los errores del pasado. Esta arquitectura institucional promovió el comercio multilateral, la reconstrucción europea y japonesa, y una relativa coordinación económica internacional. Fue un orden excluyente para la mayoría de los países del Sur, cuyos intereses estructurales quedaron fuera de la toma de decisiones.

Este modelo se mantuvo relativamente estable hasta principios de los años setenta, cuando la crisis del petróleo, el fin del patrón dólar-oro y la creciente presión inflacionaria generaron una mutación en la lógica del sistema. Comenzaba así una tercera etapa, la globalización neoliberal.

2. La hiperglobalización y su lógica estructurante. Desde la década de 1980, el capitalismo global ingresó en una fase caracterizada por la desregulación

financiera, la apertura comercial agresiva, la privatización masiva de bienes públicos y la hegemonía de las corporaciones transnacionales. Este periodo, conocido como hiperglobalización o globalización neoliberal, transformó radicalmente las bases de la economía mundial.

Con el respaldo de instituciones como el FMI, el Banco Mundial y la OMC, los países del Sur fueron sometidos a reformas estructurales bajo la promesa de crecimiento, competitividad y modernización. En la práctica, estas políticas implicaron el desmantelamiento de las capacidades estatales, la pérdida de soberanía económica, la concentración de riqueza y la reproducción de estructuras de dependencia.

Uno de los pilares de esta etapa fue la conformación de cadenas globales de valor. A través de la fragmentación de la producción en múltiples países, las corporaciones optimizaron costos, redujeron impuestos y maximizaron rentabilidad. Esta estrategia benefició principalmente a las economías centrales, que conservaron el control sobre las patentes, las finanzas, el diseño y la propiedad intelectual, mientras que las regiones periféricas quedaron relegadas a funciones extractivas, ensambladoras o logísticas de bajo valor agregado.

Desde el pensamiento complejo, estas dinámicas deben interpretarse como sistemas interdependientes y jerárquicos, donde la eficiencia aparente esconde desequilibrios estructurales, asimetrías de poder y vulnerabilidades ocultas. La pandemia de COVID-19 reveló estas fisuras con crudeza: cadenas logísticas saturadas, dependencia tecnológica extrema, fragilidad alimentaria y colapso de servicios esenciales.

3. Cultura global y homogeneización simbólica. Uno de los efectos menos explorados aunque más significativos de la globalización ha sido su capacidad de imponer patrones culturales hegemónicos a escala planetaria. El comercio internacional transporta mercancías y difunde valores, estilos de vida, imaginarios y subjetividades.

Las industrias culturales transnacionales como televisión, cine, música, redes sociales, videojuegos y moda han extendido una monocultura consumista que desvaloriza los saberes locales, desplaza las lenguas originarias y uniformiza los modos de vida. El inglés como lengua franca, el modelo urbano occidental, la dieta hipercalórica globalizada y la estetización del consumo reflejan esta tendencia.

Esta dimensión simbólica del comercio actúa como dispositivo de colonización epistémica. Las narrativas sobre desarrollo, éxito, progreso o modernidad se construyen desde centros de poder que presentan sus referencias como universales. La difusión masiva de estos modelos configura un sentido común global que invisibiliza alternativas, silencia resistencias y desacredita formas de vida diversas.

Con este fenómeno, el pensamiento complejo y las epistemologías del Sur proponen una revalorización del pluriverso cultural, entendiendo que existen múltiples vías al desarrollo y diferentes modos de habitar el mundo. La diversidad cultural resulta condición de posibilidad para futuros civilizatorios sostenibles.

4. **Gobernanza global y crisis de legitimidad.** La globalización neoliberal consolidó una arquitectura institucional supranacional que reguló los flujos comerciales, financieros y tecnológicos, aunque resultó incapaz de generar mecanismos efectivos de redistribución, inclusión o justicia global. Organismos como la OMC, el FMI y la OCDE operaron bajo principios tecnocráticos que respondieron más a las prioridades del capital transnacional que a las demandas sociales o ambientales de los pueblos.

Este modelo de gobernanza enfrenta una crisis profunda. Las tensiones comerciales entre Estados Unidos y China, la parálisis de la OMC, el fracaso de rondas multilaterales como Doha, la proliferación de tratados bilaterales y los retrocesos en la cooperación climática revelan la disfuncionalidad del sistema actual. La globalización se transformó en un espacio sin gobierno real, dominado por actores con poder y sin responsabilidad democrática.

Desde una mirada compleja, el desafío consiste en construir una gobernanza multinivel, flexible y ética, capaz de articular lo local y lo global, lo estatal y lo comunitario, lo técnico y lo simbólico. Esto implica abandonar la idea de un orden único y avanzar hacia formas policéntricas de coordinación que reconozcan la pluralidad de saberes, actores y territorios implicados en la economía global.

5. **Glocalización: bifurcación creativa y apropiación contextual.** El concepto de glocalización, formulado por Robertson (1995), introduce una clave analítica decisiva para pensar los efectos diferenciales de la globalización. Lejos de operar de forma homogénea, los flujos globales son reinterpretados, traducidos y resignificados por actores locales, que adaptan, resisten o reconfiguran su sentido en función de contextos específicos.

Esta dimensión resulta clave para América Latina y otras regiones del Sur global. En lugar de asumir la globalización como una fuerza externa inevitable, muchos actores locales la convierten en oportunidad de innovación contextual. Desde las redes de comercio justo hasta las plataformas de software libre, desde las economías populares hasta los movimientos ecofeministas, emergen prácticas que vinculan lo global con lo local de forma creativa, crítica y regenerativa.

La glocalización permite pensar en formas de inserción internacional que eviten reproducir las jerarquías del sistema y fomenten modelos relacionales, equitativos y sostenibles. Desde esta óptica, el comercio se entiende como medio para garantizar autonomía territorial, bienestar comunitario y sostenibilidad ecológica.

6. Tecnología, poder y nuevas arquitecturas del comercio global. Uno de los vectores fundamentales de la globalización contemporánea ha sido el avance exponencial de las tecnologías de la información, la automatización y la inteligencia artificial. Estos desarrollos aceleran el flujo de mercancías, capitales y servicios, y transforman las bases materiales e inmateriales del comercio internacional.

La llamada cuarta revolución industrial ha generado transformaciones cualitativas: el surgimiento de la economía digital, la proliferación de plataformas transnacionales, la expansión de los servicios en la nube, la automatización de la manufactura, el desarrollo del blockchain y el ascenso de una economía algorítmica controlada por pocos actores globales. Empresas como Amazon, Alibaba, Microsoft, Meta y Google dominan mercados, controlan infraestructuras críticas, datos masivos, sistemas de reputación y arquitecturas legales propias.

Este proceso genera una nueva capa de dependencia para los países periféricos: la subordinación digital. Sin acceso soberano a la tecnología, sin regulación adecuada de datos, sin capacidad de innovación endógena, muchas economías quedan atrapadas en una doble condición: proveedoras de materias primas estratégicas como litio, tierras raras y energía, y consumidoras pasivas de tecnologías extranjeras.

Desde el pensamiento complejo, la tecnología debe entenderse como una dimensión socio-técnica. Responde a racionalidades, intereses y visiones del mundo. Como advierte Morin, la tecnociencia moderna ha operado como un dispositivo de simplificación, externalizando impactos ecológicos, culturales y sociales. Superar esta lógica implica desarrollar una tecnología apropiada, ecológica, plural y

relacional, capaz de integrarse en los tejidos productivos y simbólicos de cada territorio.

7. Historia crítica de la globalización: ciclos, crisis y aprendizajes. Para comprender la configuración actual del orden global, resulta indispensable examinar sus momentos fundacionales, especialmente aquellos marcados por crisis sistémicas. La Gran Depresión de 1929 y la Segunda Guerra Mundial constituyen puntos de inflexión clave en la evolución de la economía internacional.

La crisis de 1929 apareció como manifestación de una acumulación de vulnerabilidades: especulación financiera sin regulación, endeudamiento masivo, desigualdad estructural y ausencia de coordinación internacional. Su estallido colapsó los mercados, contrajo el comercio internacional en más de 50 % y generó una ola de proteccionismo y autarquía. La famosa Ley Smoot-Hawley en Estados Unidos, con más de 20.000 aranceles, desató una reacción en cadena que fragmentó aún más el sistema global.

Este periodo demostró que la interdependencia sin gobernanza conduce al caos. Por ello, tras la Segunda Guerra Mundial, las potencias vencedoras impulsaron una arquitectura institucional orientada a la estabilización: Bretton Woods de 1944, con el FMI, el Banco Mundial y un sistema monetario anclado al dólar. El GATT de 1947 como primer mecanismo multilateral de comercio. Y el Plan Marshall, que reconstruyó Europa Occidental y ancló su economía al eje atlántico.

Este orden permitió tres décadas de crecimiento sostenido, conocidos como los Treinta Gloriosos, aunque bajo condiciones excluyentes: hegemonía estadounidense, subordinación del Sur global, uso intensivo de combustibles fósiles y represión de modelos alternativos mediante guerra fría y control interno. La globalización neoliberal que surge a partir de los años setenta profundiza esta matriz mediante privatización y desregulación.

Desde la complejidad, estos ciclos históricos se interpretan como sistemas adaptativos complejos. Cada crisis genera mutaciones, reorganizaciones y aprendizajes parciales. Hoy, con nuevas turbulencias climáticas, financieras y sanitarias, el desafío consiste en reimaginar los fundamentos del sistema internacional sobre nuevas bases éticas, ecológicas y epistemológicas.

8. Oportunidades estratégicas para América Latina en un mundo turbulento. América Latina ha sido una región profundamente afectada por las asimetrías de la globalización. También ha demostrado capacidad de resiliencia, innovación y articulación regional. Desde una mirada compleja, las oportunidades para la región se conciben como potencialidades dinámicas que dependen de decisiones políticas, pactos sociales y reconfiguraciones institucionales.

Acceso ampliado a mercados y diversificación geoeconómica. La liberalización comercial permitió a varios países latinoamericanos, como México, Chile, Perú y Colombia, integrar sus exportaciones en cadenas de valor globales. Aunque esto generó divisas y empleo, el desafío radica en diversificar la base productiva, evitar la reprimarización y avanzar hacia sectores con mayor contenido tecnológico, como biotecnología, energías renovables o servicios digitales.

Construcción de capacidades tecnológicas endógenas. Casos como Uruguay en software, Brasil en aeronáutica o Costa Rica en dispositivos médicos muestran que, con políticas deliberadas de innovación y educación técnica, es posible acumular capacidades propias. Para lograrlo, resulta clave proteger el conocimiento local, fomentar alianzas público-privadas con objetivos nacionales y generar sistemas científicos autónomos que fortalezcan la soberanía tecnológica.

Economía digital y servicios transnacionalizados. El crecimiento del teletrabajo y el comercio electrónico ha permitido que profesionales, pymes y cooperativas accedan a mercados globales sin necesidad de exportar bienes físicos. Este fenómeno, acompañado de estrategias de inclusión digital, protección de datos y fiscalización justa, puede servir como palanca de desarrollo inclusivo.

Biodiversidad y conocimiento ancestral como activos estratégicos. La región alberga una de las mayores biodiversidades del planeta. Con la crisis ecológica global, este patrimonio puede convertirse en base para una economía regenerativa, con énfasis en biocomercio ético, farmacología ancestral, turismo sostenible y soberanía alimentaria. Para ello, se requiere respeto a los derechos territoriales, consulta previa, repartición justa de beneficios y protección frente a la biopiratería.

Incidencia política en gobernanza global. América Latina presenta condiciones para liderar reformas institucionales globales desde plataformas como CELAC, UNASUR en reconstrucción, ALBA o G77. Propuestas como la deuda ecológica, el buen vivir, la justicia fiscal internacional o la soberanía alimentaria emergen desde el sur global

como alternativas reales al modelo dominante. La legitimidad de estas agendas depende de su coherencia interna, articulación regional y respaldo social.

Diáspora como red transnacional de desarrollo. Las comunidades migrantes contribuyen con remesas, aunque también generan redes de emprendimiento, transferencia de saberes, intercambios culturales y diplomacia informal. Convertir estas diásporas en agentes activos de desarrollo transnacional requiere políticas públicas específicas que integren educación, cultura, economía y cooperación descentralizada.

9. Pensar desde el Sur: narrativas, políticas y reconfiguración de sentido. Uno de los principales obstáculos para aprovechar las oportunidades de la globalización ha sido el déficit narrativo. Las élites económicas y políticas de América Latina han adoptado de manera acrítica los discursos del Norte, importando modelos sin adaptación contextual ni participación social. El pensamiento complejo invita a descolonizar el imaginario del desarrollo, romper con la linealidad del progreso tecnocrático y construir narrativas propias que integren diversidad, interdependencia y justicia.

Las propuestas emergentes desde movimientos sociales, feminismos territoriales, economías comunitarias, pueblos indígenas y juventudes urbanas demuestran que existen formas de organización ajenas a la hegemonía, capaces de conjugar economía con afectividad, producción con cuidado, técnica con espiritualidad. Estas experiencias, aunque fragmentadas, representan semillas de una globalización alternativa, orientada al bien común, la reciprocidad ecológica y la autonomía relacional.

La globalización, entendida desde la complejidad, constituye un proceso abierto, incierto y cargado de tensiones. Se presenta como un campo de disputa. En lugar de asumirla como destino inevitable o rechazarla como mal absoluto, el desafío ético-político consiste en reconfigurarla desde nuevas premisas: sustentabilidad ecológica, equidad estructural, pluralidad epistémica y democracia global.

América Latina, con su historia de resistencias, su diversidad biocultural y su experiencia en alternativas comunitarias, desempeña un papel clave en esa transformación. Para lograrlo, resulta imprescindible construir soberanía cognitiva, autonomía tecnológica y coherencia institucional, manteniendo la interdependencia planetaria.

Morin afirma que la humanidad atraviesa un momento de “policrisis” y bifurcación. La evolución positiva aparece como una posibilidad inédita de reinventar la civilización. Alcanzarla exige pensamiento complejo, voluntad política y creatividad colectiva.

## **Mecanismos de gobernanza del comercio mundial y su reconfiguración compleja**

Tras el cataclismo geopolítico de la Segunda Guerra Mundial, surgió una arquitectura institucional destinada a estabilizar el orden económico global. En este marco, el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), firmado en 1947 y en vigor desde 1948, constituyó el primer régimen multilateral de gobernanza comercial. Su propósito era claro: reducir barreras arancelarias, fomentar la recuperación económica y establecer principios básicos como la ausencia de discriminación y la reciprocidad. Más que un simple tratado técnico, el GATT inauguró una nueva lógica de cooperación multilateral, basada en reglas negociadas colectivamente y mecanismos de resolución de disputas.

Durante casi cinco décadas, el GATT funcionó mediante rondas de negociación sucesivas. La más ambiciosa, la Ronda Uruguay (1986–1994), culminó en la transformación estructural del sistema mediante la creación de la Organización Mundial del Comercio (OMC) en 1995. Esta institucionalización del comercio mundial amplió el alcance del régimen, integrando servicios, propiedad intelectual y mecanismos formales de solución de controversias. La cronología de la Ronda Uruguay refleja un proceso discontinuo, lleno de bloqueos, avances tácticos y acuerdos políticos clave, como el consenso de Blair House entre Estados Unidos y la Unión Europea en temas agrícolas. Estas dinámicas ilustran el funcionamiento real de la gobernanza comercial: lejos de seguir una progresión técnica, se manifiesta como un entramado de intereses, disputas y equilibrios de poder, donde las decisiones finales emergen de la interacción estratégica entre actores dominantes.

La Organización Mundial del Comercio opera actualmente con 166 miembros, que representan más del 98 % del comercio mundial. Su objetivo formal consiste en facilitar el intercambio internacional en condiciones de transparencia, previsibilidad y equidad. Su funcionamiento revela tensiones profundas entre sus principios fundacionales y las realidades geoeconómicas contemporáneas.

Una crítica central apunta a la forma en que se negocian los acuerdos, a menudo mediante grupos reducidos de países poderosos que imponen agendas y redactan borradores antes de presentarlos al resto. Este fenómeno, conocido como minilateralismo, margina a los países en desarrollo, que carecen de la capacidad técnica, diplomática o económica para incidir sustantivamente en las negociaciones. Hopewell plantea que la OMC enfrenta un dilema estructural: su pretensión de universalidad entra en conflicto con prácticas que refuerzan la desigualdad institucional.

El sistema de solución de diferencias, uno de los pilares de la OMC, ha quedado paralizado desde 2019 por el bloqueo del órgano de apelación impulsado principalmente por Estados Unidos. Esta disfuncionalidad agrava la crisis de legitimidad del organismo y revela su vulnerabilidad frente a tensiones entre soberanía estatal, intereses corporativos y derechos internacionales. Organizaciones como La Vía Campesina critican a la OMC por erosionar la soberanía alimentaria, favorecer modelos agrícolas industriales y contribuir al desmantelamiento de economías campesinas. Más de 50 organizaciones sociales denuncian que la OMC actúa como un catalizador de desigualdades, impulsa patrones de consumo insostenibles, margina las voces del Sur Global y subordina derechos sociales y ecológicos a los imperativos del comercio global.

La Organización Mundial de Aduanas (OMA), heredera del Consejo de Cooperación Aduanera creado en 1952, cumple un rol menos visible aunque fundamental: estandarizar procedimientos, modernizar sistemas de control y mejorar la trazabilidad de los bienes en tránsito. En un mundo donde la eficiencia logística determina el acceso a mercados, la OMA actúa como garante técnico del flujo comercial, refuerza la seguridad aduanera y combate prácticas ilícitas.

Aunque evita establecer reglas sustantivas sobre comercio, la OMA contribuye a configurar la infraestructura institucional del comercio global. Sus directrices, códigos y plataformas de interoperabilidad se integran en sistemas nacionales y regionales, moldean de manera efectiva las condiciones de competencia entre países. En términos complejos, la OMA representa un subsistema técnico cuya autonomía relativa condiciona el comportamiento del sistema económico general.

### **El Índice de Complejidad Económica como brújula estructural**

El Índice de Complejidad Económica (ECI), desarrollado por Hausmann, Hidalgo y colaboradores, se presenta como una herramienta clave para comprender la

evolución estructural de los sistemas productivos. Este índice mide el conocimiento productivo embebido en los bienes comercializados. Países con ECI altos exportan bienes sofisticados y poco comunes, mientras que aquellos con ECI bajo dependen de materias primas o productos de bajo valor agregado.

Aplicado al análisis arancelario, el ECI permite entender cómo ciertas políticas comerciales impactan en el flujo de bienes y en la arquitectura de capacidades de un país. Por ejemplo, si Estados Unidos impone aranceles a insumos electrónicos provenientes de China, puede desincentivar la producción local de tecnologías complejas cuando falta una base industrial robusta para reemplazarlos. A su vez, los sectores con baja complejidad, como la agricultura extensiva, resultan especialmente vulnerables a represalias, lo que evidencia los límites de una estrategia basada exclusivamente en ventajas competitivas tradicionales.

El pensamiento complejo invita a ir más allá de los efectos inmediatos y lineales, para visualizar las consecuencias estructurales, los desfases temporales y las interdependencias ocultas. Un arancel constituye más que una variable en una ecuación de oferta y demanda. Es una intervención capaz de desorganizar, reestructurar o regenerar ecosistemas productivos enteros. Su efecto depende del momento, del contexto, de las capacidades disponibles y de la red global en la que se inserta.

Lo anterior refuerza una tesis central: el comercio internacional exige un análisis con instrumentos adecuados para sistemas dinámicos y cambiantes. La economía global actual representa un sistema adaptativo complejo, expuesto a retroalimentaciones, shocks asimétricos, bifurcaciones inesperadas y crisis de gobernanza. En este contexto, las decisiones comerciales, como los aranceles, deben concebirse como intervenciones integrales dentro de una inteligencia estratégica sistémica.

Esto implica integrar datos económicos, estructuras tecnológicas, tensiones geopolíticas, narrativas culturales y condiciones ecológicas en un mismo marco analítico. Requiere una praxis inter y transdisciplinaria que desborde la economía ortodoxa y se nutra de la epistemología de la complejidad: aceptar la incertidumbre, valorar lo emergente, evitar la fragmentación analítica y reconocer la historicidad de cada fenómeno. Bajo esta perspectiva se podrán formular políticas comerciales verdaderamente sostenibles, coherentes con la realidad interdependiente, volátil y frágil del siglo XXI.

El Índice de Complejidad Económica, o ECI por sus siglas en inglés, se ha consolidado como una herramienta analítica clave para interpretar el comercio internacional desde una perspectiva sistémica y sin reduccionismos. Desarrollado por Hidalgo y Hausmann en 2009, el ECI parte de una premisa central: el desarrollo económico de un país depende de la diversidad y sofisticación de las capacidades productivas reveladas por su estructura exportadora. Lo que un país produce y exporta constituye una manifestación indirecta del conocimiento colectivo que ha acumulado y articulado internamente.

Este enfoque contrasta con las teorías tradicionales del comercio internacional, que explican los flujos comerciales a partir de ventajas comparativas estáticas como la abundancia de factores, el clima o la geografía, o por diferencias sectoriales en productividad. El ECI introduce un giro epistemológico al sostener que la riqueza de una nación reside en su capacidad para combinar conocimientos especializados, generar productos complejos y participar activamente en redes globales de aprendizaje e innovación. Así entendido, el comercio implica la circulación de capacidades tecnológicas, organizacionales y cognitivas.

El índice se construye a partir de dos variables fundamentales: diversidad y ubicuidad. La primera alude al número de productos que un país exporta con ventaja comparativa revelada. La segunda, al número de países que también exportan esos mismos productos. Cuanto más diverso y menos ubicuo sea el portafolio exportador de una nación, mayor será su complejidad económica. Exportar productos como petróleo o banano, ampliamente distribuidos entre países exportadores, refleja una base tecnológica limitada. En cambio, exportar semiconductores, equipos médicos o enzimas industriales, producidos por pocos países altamente capacitados, revela una infraestructura cognitiva avanzada.

Desde esta óptica, la política arancelaria debe evaluarse más allá de su efecto inmediato sobre precios relativos, balanza comercial o empleo sectorial. Resulta indispensable considerar su impacto en la evolución estructural del aparato cognitivo-productivo, tanto a nivel nacional como regional. Una medida proteccionista puede brindar alivio a una industria local amenazada por la competencia externa, aunque también puede limitar el acceso a insumos tecnológicamente avanzados, restringir la incorporación de nuevos saberes, aislar al país de flujos internacionales de conocimiento y ralentizar su transición hacia sectores de mayor sofisticación.

Este dilema adquiere especial relevancia en el caso de productos complejos. En una economía global organizada en cadenas de valor interdependientes, imponer aranceles sobre insumos estratégicos como microprocesadores, componentes electrónicos o tecnologías biomédicas genera efectos sistémicos. Se encarecen los productos finales, se erosionan las relaciones de cooperación tecnológica, se obstaculizan los flujos de aprendizaje entre países y se limita la posibilidad de escalar en la jerarquía de complejidad.

Un caso fue la guerra comercial impulsada por la administración Trump entre 2017 y 2020. Estados Unidos aplicó aranceles a bienes provenientes de China con el argumento de corregir desequilibrios comerciales y proteger empleos manufactureros. Estudios como los de Bown e Irwin evidencian efectos contraproducentes: aumento de costos para consumidores, interrupción de cadenas de suministro y desincentivo a inversiones en sectores estratégicos. La escalada arancelaria fomentó una fragmentación geopolítica de las cadenas de valor, debilitando la posición relativa de Estados Unidos en nodos clave de la red global de productos complejos.

El Atlas de Complejidad Económica del Harvard Growth Lab (2023) señala un estancamiento en la posición de Estados Unidos en el ranking global de complejidad durante la última década. Pese a contar con sectores altamente avanzados, como defensa, aeroespacial o farmacéutico, la deslocalización prolongada de actividades intermedias hacia Asia, sumada a una política comercial adversa hacia aliados clave, ha debilitado su sistema distribuido de capacidades. Esta dinámica comprometió su autonomía estratégica y su resiliencia productiva, como se evidenció durante la pandemia de COVID-19.

Desde el paradigma de la complejidad, las economías se conciben como sistemas adaptativos en evolución, donde cada decisión de política pública actúa como un bifurcador que reconfigura trayectorias. En este sentido, un arancel deja de ser un simple impuesto aduanero y se entiende como una perturbación sistémica que altera incentivos, modifica rutas tecnológicas, transforma interacciones entre actores y puede desencadenar efectos en cascada difíciles de revertir. Por eso, la evaluación de sus impactos integra indicadores sistémicos como el ECI, que permiten capturar dinámicas de largo plazo, flujos de conocimiento y capacidades estructurales.

Este enfoque permite realizar simulaciones contrafactuales para explorar cómo cambiaría el perfil exportador de un país si se promoviera la producción de bienes con mayor complejidad. En lugar de mantener un sesgo hacia commodities

primarios, se pueden incentivar sectores como la biotecnología, el software especializado o la manufactura avanzada. Estas proyecciones, alimentadas por el ECI y modelos de inteligencia artificial, facilitan el diseño de políticas comerciales proactivas, orientadas a fortalecer capacidades internas y articular cadenas de valor regionales inclusivas y densas.

Durante la pandemia, esta perspectiva adquirió relevancia especial. Países con estructuras exportadoras complejas, como Alemania, Corea del Sur o Suecia, lograron reconvertir rápidamente sectores industriales para producir insumos médicos esenciales. Esta capacidad de adaptación dependió de un acervo de saberes distribuidos, flexibilidad organizacional y densidad institucional que permitió combinar habilidades, redirigir procesos y aprender en tiempo real. En consecuencia, el ECI refleja tanto sofisticación técnica como capacidad adaptativa ante disrupciones sistémicas.

De ahí que las políticas arancelarias se formulen con extremo cuidado. Una barrera comercial puede tener efectos regresivos si se implementa sin estrategias robustas de fortalecimiento del ecosistema de innovación, articulación tecnológica y promoción de redes colaborativas público-privadas. También pueden surgir externalidades adversas, como la aparición de mercados informales, triangulación de productos vía terceros países o deterioro de la confianza con socios estratégicos. Estos efectos pueden consolidarse como bloqueos estructurales que inhiben la diversificación productiva.

El pensamiento complejo ofrece herramientas analíticas para comprender estas dinámicas a través de bucles de retroalimentación. Una política proteccionista puede generar beneficios visibles en el corto plazo, como reducción de importaciones o mejora del saldo comercial, aunque al mismo tiempo desencadenar respuestas adaptativas que anulan sus efectos originales. Por ejemplo, una empresa nacional protegida frente a la competencia internacional puede perder incentivos para innovar, reduciendo su productividad y su competitividad futura.

Los efectos políticos merecen atención cuidadosa. Toda política arancelaria implica una reconfiguración de coaliciones distributivas, favoreciendo a ciertos sectores o regiones y perjudicando a otros. Esto refuerza narrativas de nacionalismo económico, agudiza tensiones multilaterales y redefine los márgenes de acción del Estado en la gobernanza global. Estos factores constituyen parte integral de la complejidad constitutiva del sistema socioeconómico.

Por tanto, una política comercial informada por el paradigma de la complejidad debe guiarse por tres principios.

- **Sistémica:** considerar la economía como una red evolutiva de capacidades interdependientes, donde cada intervención tiene efectos multidimensionales.
- **Prospectiva:** orientar las decisiones hacia trayectorias de desarrollo deseables, basadas en el aprendizaje colectivo, la diversificación estratégica y la sostenibilidad.
- **Ética:** asumir la interdependencia global, promover justicia cognitiva y corresponsabilidad en la gobernanza de los bienes comunes del conocimiento.

El ECI permite operacionalizar estos principios al proporcionar una métrica que trasciende la medición de lo que una economía produce y muestra lo que podría producir si articula sus capacidades latentes. Se presenta como una brújula estratégica para orientar la política industrial, la diplomacia comercial y la inversión pública.

Si se acepta que el desarrollo económico trasciende la eficiencia aislada y exige la articulación inteligente de saberes en contextos inciertos, el diseño de políticas arancelarias debe abandonar lógicas lineales y adoptar enfoques complejos, relacionales y estratégicos. El ECI constituye una herramienta poderosa para impulsar ese salto analítico y político. Lo que está en juego va más allá del comercio y define el lugar que un país ocupará en el mapa cognitivo del siglo XXI.

### **Factores configurativos del comercio internacional en clave compleja**

El comercio internacional, concebido como el intercambio de bienes y servicios a través de fronteras nacionales, obedece a múltiples lógicas dinámicas. Es un proceso estructuralmente complejo, afectado por factores que interactúan de manera lineal, retroalimentada y contingente. En su análisis convencional, estos factores suelen presentarse como variables independientes: ventaja comparativa, dotación de factores, políticas comerciales, preferencias del consumidor, entre otros. Esta clasificación pierde poder explicativo al insertarse en un mundo globalizado, interdependiente y sometido a mutaciones tecnológicas, geopolíticas y ecológicas.

En este sentido, la economía debe dejar de tratarse como un modelo cerrado de racionalidades perfectas y mercados en equilibrio. La ventaja comparativa, base del comercio clásico desde David Ricardo, requiere reinterpretarse como una construcción histórica basada en capacidades tecnológicas, trayectorias educativas y estructuras institucionales. La dotación de factores se entiende como el resultado de procesos complejos de acumulación de conocimiento, acceso a infraestructuras críticas y vínculos con redes globales de innovación. Incluso las preferencias del consumidor están mediadas por factores culturales, narrativas mediáticas y tecnologías de la influencia digital.

A esta constelación se suman variables como los costos laborales, los tipos de cambio, la inflación, los shocks geopolíticos, la relocalización industrial, las disrupciones logísticas y el cambio climático, que configuran un sistema termodinámico e inestable, más que un mercado eficiente y predecible. En esta línea, el pensamiento complejo, siguiendo a Morin, se presenta como una alternativa epistemológica y metodológica indispensable para analizar la dinámica del comercio global más allá del determinismo cuantitativo.

El enfoque neoclásico define a los aranceles como distorsiones, impuestos que elevan precios, reducen el volumen de comercio y generan pérdidas netas de bienestar social. Esta formulación, aunque lógica dentro de modelos de equilibrio general, resulta ciega a las complejidades políticas, culturales y tecnológicas que dichos instrumentos generan en la práctica. En contraste, el paradigma de la complejidad permite entender los aranceles como dispositivos con múltiples dimensiones: económicas, simbólicas, estratégicas y emergentes. Desde esta perspectiva, los aranceles se conciben como catalizadores de transformaciones estructurales. Su imposición puede generar bucles de retroalimentación, positivos o negativos, que alteran tanto las relaciones entre países como las estructuras productivas internas, las narrativas de soberanía económica y los imaginarios colectivos sobre el desarrollo. Por ejemplo, un arancel sobre paneles solares puede inducir inversiones en manufactura local, cambiar la matriz energética, provocar tensiones diplomáticas, impulsar nacionalismos tecnológicos o acelerar la innovación en almacenamiento energético.

Este tipo de análisis exige abandonar el reduccionismo causal lineal y adoptar una mirada sistémica, donde los aranceles actúan como puntos de bifurcación que desencadenan configuraciones nuevas e impredecibles. La economía, en este contexto, se aproxima más a un ecosistema adaptativo que a una máquina de equilibrio.

### **¿Desglobalización o mutación del sistema?**

Mucho se ha escrito sobre la supuesta desglobalización que marcaría el siglo XXI. Esta idea resulta equívoca si se interpreta como un retroceso lineal hacia economías cerradas o autárquicas. Lo que realmente ha emergido es una nueva forma de globalización: asimétrica, politizada, fragmentaria y adaptativa. Más allá de un abandono del comercio global, es una reorganización de sus lógicas, sus rutas, sus actores y sus tecnologías bajo criterios de seguridad nacional, autonomía estratégica y sostenibilidad.

Este fenómeno puede entenderse como la transición de una globalización basada en eficiencia a otra regida por la resiliencia. El sistema actúa como un organismo vivo: adapta sus nodos, redistribuye funciones, redefine vulnerabilidades y reconfigura zonas críticas. El comercio se estructura considerando ventajas comparativas junto con criterios de soberanía energética, dominio tecnológico, control logístico y gobernanza digital.

En este nuevo escenario, los aranceles operan como señales adaptativas. Se presentan como expresiones de una racionalidad estratégica orientada a recalibrar la exposición externa, proteger sectores clave y reconstruir cadenas de valor en función de su criticidad geoeconómica. Forman parte de un proceso de autorregulación del sistema global ante shocks múltiples: sanitarios, bélicos, energéticos o climáticos.

### **La política arancelaria desde el paradigma de la complejidad**

La política arancelaria ha sido históricamente concebida como un instrumento técnico de intervención en el comercio internacional, cuyo objetivo es regular los precios relativos de los bienes importados para proteger sectores estratégicos, estimular la producción interna o generar ingresos fiscales. Esta concepción clásica responde a un enfoque lineal y monocausal, propio de la economía neoclásica, que interpreta los aranceles como simples variables en modelos de oferta y demanda, con efectos predecibles y cuantificables. En un entorno caracterizado por la interdependencia sistémica, la incertidumbre estructural y la acelerada mutación de las cadenas globales de valor, esta visión se muestra profundamente insuficiente.

Desde la perspectiva del pensamiento complejo, particularmente en la línea desarrollada por Edgar Morin, la política arancelaria debe comprenderse como una intervención en un sistema abierto, dinámico, retroalimentado y no lineal. Lejos de actuar como mecanismos unidireccionales, los aranceles constituyen nodos de

interacción estratégica en redes globales que incluyen gobiernos, corporaciones, consumidores, tecnologías, culturas políticas y regímenes institucionales. Cualquier alteración en estas redes produce efectos triviales a menudo inesperados, que se retroproyectan sobre el sistema y lo transforman.

La diferencia entre el enfoque tradicional y el enfoque complejo en política arancelaria es radical. El primero asume una lógica instrumental, basada en objetivos específicos, como la protección de sectores vulnerables, la recaudación fiscal o la corrección de desequilibrios externos, y utiliza herramientas predefinidas bajo supuestos de racionalidad perfecta, información simétrica y equilibrio estático. Los efectos de una medida arancelaria se suponen proporcionales y previsibles: a mayor arancel, menor importación, mayor producción interna y mejor balanza comercial. Esta lógica, si bien útil en contextos estables, se revela ineficaz ante la dinámica contemporánea del comercio internacional, atravesada por shocks geopolíticos, cambios tecnológicos, guerras arancelarias y transformaciones en los patrones de consumo.

En contraste, el enfoque complejo reconoce que el comercio global opera como un sistema adaptativo, descentralizado y autoorganizado, en el que múltiples actores interactúan simultáneamente en distintos niveles, generando efectos acumulativos, bucles de retroalimentación y fenómenos emergentes. La política arancelaria, en este marco, se concibe como una señal dentro de una red densa de significados, estrategias e intereses, capaz de catalizar transformaciones profundas en las cadenas de valor, en la localización de inversiones, en las alianzas diplomáticas y en la percepción de riesgos.

Un ejemplo de estas dinámicas es la guerra comercial desatada entre Estados Unidos y China durante la administración de Donald Trump. Bajo la consigna de "America First", se impusieron aranceles unilaterales sobre cientos de productos chinos con el objetivo de reducir el déficit comercial, repatriar empleos industriales y presionar por cambios estructurales en el modelo económico chino. Los resultados escaparon a las proyecciones tradicionales: China respondió con aranceles espejo, las empresas estadounidenses asumieron mayores costos en insumos, los agricultores perdieron mercados estratégicos y numerosas corporaciones optaron por reconfigurar sus cadenas de suministro, relocalizando parte de su producción en terceros países. Lejos de estabilizar el sistema, la política arancelaria generó una espiral de incertidumbre, desconfianza e inestabilidad sistémica. Desde la teoría de sistemas complejos, este tipo de dinámicas responde a tres principios fundamentales: la retroalimentación, la emergencia y la coevolución.

- **Retroalimentación:** Toda medida arancelaria genera efectos que, directa o indirectamente, retroactúan sobre el actor que la impulsa. En el caso de los aranceles de Trump, el intento de proteger la industria manufacturera terminó afectando a exportadores agrícolas, generando presiones internas que forzaron la adopción de subsidios compensatorios. Esta retroalimentación negativa escapó a los modelos lineales, aunque puede anticiparse mediante enfoques sistémicos que consideran la multiplicidad de actores afectados.
- **Emergencia:** Los efectos de una medida arancelaria surgen de las interacciones entre múltiples variables. Por ejemplo, la imposición de aranceles sobre paneles solares alteró los precios de importación, ralentizó la transición energética, afectó la cooperación climática internacional y modificó las preferencias de inversión en tecnologías limpias. Estos efectos emergentes deben ser considerados al evaluar cualquier decisión arancelaria, dado que resultan irreductibles a cálculos estáticos de bienestar.
- **Coevolución:** Los actores del comercio internacional, como empresas, Estados y consumidores, actúan como agentes que aprenden, adaptan sus estrategias y transforman su entorno. Una medida arancelaria puede inducir procesos de innovación, relocalización o reconversión productiva que alteran la estructura del sistema. En este sentido, los aranceles se entienden como mecanismos defensivos y herramientas de política evolutiva, capaces de catalizar procesos de cambio estructural si se utilizan estratégicamente.

El pensamiento complejo también invita a repensar las metodologías utilizadas para diseñar y evaluar políticas arancelarias. Con los modelos econométricos convencionales, se requiere integrar enfoques mixtos que combinen análisis de redes, simulaciones de escenarios, modelado sistémico y estudios de caso. Por ejemplo, el uso de matrices de insumo-producto intersectoriales permite visualizar los efectos indirectos de un arancel sobre sectores conexos. El análisis de big data comercial puede anticipar desviaciones de comercio o triangulaciones y los estudios de impacto territorial permiten identificar asimetrías subnacionales. Este enfoque multidimensional permite captar la eficiencia de una política y su equidad, sostenibilidad y legitimidad social.

La gobernanza de la política arancelaria también debe ser repensada. En lugar de decisiones centralizadas, verticales y tecnocráticas, un enfoque complejo sugiere

mecanismos participativos, deliberativos e iterativos, donde los distintos actores involucrados, como productores, sindicatos, consumidores, ecologistas y comunidades locales, puedan aportar visiones y conocimientos relevantes. De este modo, se evita la captura de la política por élites rentistas, se mejora la calidad de la información disponible y se aumenta la legitimidad de las decisiones.

Por ejemplo, el diseño de un arancel para proteger la industria textil debe considerar las condiciones laborales del sector, el impacto ambiental del proceso productivo, la competitividad internacional, la integración regional, la disponibilidad de tecnologías limpias y las oportunidades para las economías populares y solidarias. Esta aproximación transdisciplinaria permite formular políticas arancelarias que se conviertan en palancas para la transformación estructural.

En este sentido, la política arancelaria debe entenderse como una herramienta estratégica en función de objetivos más amplios: sostenibilidad ecológica, equidad territorial, innovación tecnológica, seguridad alimentaria y soberanía energética. Esto exige abandonar el reduccionismo economicista y pensar los aranceles desde una lógica política, cultural y civilizatoria.

En contextos de transición energética, puede justificarse el establecimiento de aranceles diferenciales sobre tecnologías contaminantes o la creación de incentivos arancelarios a productos que cumplan criterios de economía circular. De igual forma, en procesos de reindustrialización verde, los aranceles pueden actuar como instrumentos de fomento a sectores estratégicos si están articulados con programas de capacitación, investigación y certificación ambiental.

La política arancelaria debe adaptarse a las nuevas configuraciones del comercio digital, la robotización y la economía del conocimiento. En este contexto, los aranceles tradicionales pierden eficacia como única herramienta y deben complementarse con medidas sobre propiedad intelectual, fiscalidad digital, localización de servidores, protección de datos y soberanía tecnológica.

La política arancelaria en América Latina debe pensarse desde una lógica de soberanía regional compartida. Esto implica coordinar estrategias entre países, armonizar regulaciones, evitar competencias destructivas y construir plataformas comunes para enfrentar presiones externas. Una política arancelaria regional coherente puede ser clave para fortalecer la posición de la región en las negociaciones globales, proteger sectores estratégicos compartidos y reducir la dependencia de centros hegemónicos de poder económico.

La política arancelaria, vista desde el paradigma de la complejidad, se convierte en un dispositivo estratégico de reconfiguración sistémica. Esta mirada exige integrar múltiples saberes, reconocer la incertidumbre como dato estructural y diseñar mecanismos de gobernanza adaptativos, participativos y transdisciplinarios. Así podrá contribuir a una inserción internacional más justa, resiliente y sostenible para los países del Sur global.

### **Políticas comerciales en clave compleja: instrumentos, disputas y transformación**

Las políticas comerciales constituyen uno de los instrumentos más decisivos del Estado para incidir en su inserción internacional, configurar su estructura productiva y definir su modelo de desarrollo. Lejos de ser meros dispositivos técnicos, estas políticas reflejan proyectos de sociedad, disputas de poder y visiones de mundo. En el caso latinoamericano, su diseño y ejecución han oscilado históricamente entre modelos de apertura y protección, aunque siempre bajo el influjo de una economía mundial jerarquizada, en la que la región ha ocupado posiciones periféricas y subordinadas, según Prebisch, Cardoso y Faletto.

Desde una perspectiva de pensamiento complejo, las políticas comerciales se entienden como componentes de sistemas socioeconómicos amplios, donde interactúan actores estatales, corporaciones, sectores sociales, bloques regionales, tecnologías, culturas productivas y normas internacionales. Estas interacciones generan dinámicas múltiples, retroalimentaciones y efectos emergentes que requieren una lectura transdisciplinaria, contextual e históricamente situada, como plantea Morin.

En términos generales, una política comercial abarca el conjunto de medidas, normas y estrategias que regulan el comercio exterior de un país: importaciones, exportaciones, inversiones extranjeras, acceso a mercados, incentivos productivos, protección de industrias locales y mecanismos de resolución de controversias. Su objetivo declarado apunta a maximizar el bienestar nacional mediante el crecimiento económico, la generación de empleo, la diversificación de exportaciones y la mejora de la competitividad.

Sus efectos reales resultan heterogéneos y frecuentemente contradictorios. El libre comercio puede abaratar productos para los consumidores y, a la vez, destruir empleos en industrias locales. El proteccionismo puede proteger sectores estratégicos y, al mismo tiempo, encarecer insumos e introducir ineficiencias. La

inversión extranjera puede dinamizar la economía y, al mismo tiempo, generar dependencia tecnológica y fuga de ganancias. Por eso, la política comercial se evalúa considerando eficiencia, soberanía, equidad, sostenibilidad y justicia cognitiva.

Durante buena parte del siglo XX, América Latina adoptó un enfoque proteccionista mediante la industrialización por sustitución de importaciones, apoyada en altos aranceles, control de divisas, subsidios estatales y barreras a las importaciones. Esta estrategia buscaba crear industrias nacionales, reducir la vulnerabilidad externa y diversificar la economía. Logró cierto grado de industrialización y urbanización, aunque su implementación autoritaria, burocrática y dependiente del endeudamiento externo provocó desequilibrios fiscales, inflación y crisis de balanza de pagos.

El giro neoliberal de los años ochenta y noventa, impulsado por el Consenso de Washington, promovió apertura comercial acelerada, desregulación y liberalización financiera. Se firmaron tratados de libre comercio, se eliminaron subsidios y se redujeron aranceles. Esta transición permitió integrar algunas economías a cadenas globales de valor y, a la vez, condujo a desindustrialización prematura, precarización laboral y concentración productiva en sectores extractivos. La dependencia de materias primas y la escasa diversificación tecnológica limitaron capacidades endógenas de innovación.

Desde la complejidad, este vaivén entre apertura y cierre revela una dicotomía engañosa. Lo esencial consiste en diseñar estrategias híbridas, flexibles y adaptadas a cada contexto, que integren múltiples objetivos como competitividad externa, cohesión social, sustentabilidad ambiental y soberanía productiva. Esto exige una mirada que reconozca interdependencias entre sectores, territorios y escalas, y anticipe los efectos sistémicos de cada medida comercial. En este marco, se identifican diversos instrumentos de política comercial, cuyos efectos deben analizarse en términos económicos, ecológicos, culturales y geopolíticos:

- Aranceles: Impuestos aplicados a bienes importados con el objetivo de proteger la producción nacional. Aunque la ortodoxia los considera distorsiones, desde el pensamiento complejo funcionan como herramientas estratégicas para procesos de transición productiva, siempre que se apliquen con temporalidad, evaluación de impactos y articulación con políticas industriales.

- Reglas de origen: Establecen criterios para determinar el país de procedencia de un bien, lo que afecta su tratamiento arancelario. Estas reglas pueden fomentar la producción local y también facilitar prácticas de dumping normativo, cuando las empresas triangulan exportaciones para evadir restricciones.
- Procedimientos aduaneros: Más allá de su función recaudatoria y de seguridad, son fundamentales para la facilitación del comercio. En países con baja capacidad institucional, su complejidad se convierte en barrera arancelaria implícita y espacio para prácticas corruptas.
- Compras públicas: Instrumento clave para impulsar sectores locales, tecnología nacional y producción sostenible. El rediseño de las compras estatales con criterios de valor agregado local, impacto social y ambiental actúa como motor de cambio estructural.
- Fomento a la inversión: La atracción de capital extranjero se evalúa por su capacidad de transferencia tecnológica, creación de empleos de calidad y generación de encadenamientos productivos. Incentivos fiscales sin condicionalidad perpetúan la lógica extractiva y fomentan competencia desleal entre territorios.
- Subsidios: Se orientan hacia sectores estratégicos como tecnologías verdes, ciencia, educación y economía social. Desde la complejidad, los subsidios funcionan como catalizadores de transiciones cuando se articulan con agendas de transformación estructural.
- Cuotas de importación: Aunque restrictivas, resultan necesarias para proteger sectores vulnerables en momentos de crisis. Se evalúan de manera constante y se vinculan a planes de reconversión productiva.
- Restricciones voluntarias a la exportación: Se utilizan como mecanismo diplomático para evitar sanciones más severas y como estrategia para sostener precios internacionales en mercados oligopólicos. Ejemplo de ello son los acuerdos en sectores como acero, azúcar y textiles.
- Requisitos de contenido local: Incentivan el uso de insumos nacionales, promoviendo encadenamientos y generación de empleo. Su implementación efectiva requiere monitoreo, transparencia y vigilancia para evitar prácticas de simulación.
- Derechos antidumping: Sirven para contrarrestar prácticas desleales de comercio, aunque en ocasiones encubren medidas proteccionistas. Requieren capacidades técnicas para evaluar precios de referencia, márgenes de daño y efectos distributivos.

Junto con estos instrumentos, la política comercial contemporánea enfrenta desafíos derivados de la economía digital, la transición energética, el cambio climático y los conflictos geopolíticos. La expansión del comercio electrónico plantea preguntas sobre la regulación de plataformas, la fiscalidad digital y la soberanía de los datos. Las disputas sobre patentes de vacunas o tecnologías verdes reabren el debate sobre la equidad en el acceso al conocimiento. Las guerras comerciales, como la protagonizada por Estados Unidos y China, muestran que el comercio responde a disputas por hegemonía, poder y control tecnológico. Con ello, América Latina requiere construir una política comercial con visión estratégica y de largo plazo, centrada en la resiliencia, la diversificación y la equidad. Esto implica:

- Diseñar matrices productivas que reduzcan la dependencia de commodities y promuevan sectores intensivos en conocimiento.
- Articular la política comercial con políticas industriales, tecnológicas, ambientales y sociales.
- Fortalecer mecanismos regionales de integración con énfasis en la complementariedad, la solidaridad y la protección de bienes comunes.
- Promover marcos normativos que reconozcan los derechos de los pueblos originarios, la propiedad colectiva del conocimiento y los principios del comercio justo.
- Generar capacidades institucionales para la negociación internacional, con equipos técnicos que representen los intereses nacionales y defiendan el bien común frente a intereses corporativos.
- Democratizar la formulación de políticas comerciales, incorporando la participación de sindicatos, comunidades, cooperativas, universidades y organizaciones de la sociedad civil.

Las políticas comerciales deben dejar de ser herramientas tecnocráticas y convertirse en dispositivos democráticos de construcción de futuro. Esto requiere superar la lógica de la dependencia, cuestionar las jerarquías del comercio global y recuperar la capacidad de pensar alternativas desde y para el Sur. Como advierte Morin, toda política verdaderamente transformadora integra la incertidumbre, el conflicto y la complejidad como parte constitutiva de su diseño. Así será posible construir una

política comercial latinoamericana que supere las asimetrías históricas y abra caminos hacia una economía plural, justa y sustentable.

### **La política arancelaria de Donald Trump como estudio de caso desde el pensamiento complejo.**

#### **Trump vs. China: una guerra comercial como laboratorio de complejidad**

Entre 2018 y 2020, la administración Trump impuso aranceles por más de 360 mil millones de dólares a bienes provenientes de China, mientras que el gigante asiático respondió con medidas sobre productos estadounidenses por valor superior a los 110 mil millones. Lo que comenzó como una ofensiva económica en defensa del empleo nacional se transformó rápidamente en un proceso caótico de impactos cruzados, subsidios contradictorios y reconfiguraciones geoeconómicas.

Desde una óptica lineal, esta guerra arancelaria podría parecer un fracaso: elevó los precios internos, tensó relaciones diplomáticas y redujo el comercio bilateral. Desde un enfoque complejo, lo relevante son las transformaciones sistémicas que activó. Se diversificaron las cadenas globales de suministro con desplazamientos hacia países como Vietnam, India o México, surgieron políticas de subsidios compensatorios, se reforzaron discursos de soberanía tecnológica y resiliencia estratégica y se alteraron las rutas logísticas internacionales. La complejidad de esta guerra radicó en su capacidad para alterar las condiciones estructurales del comercio global. Estados Unidos ni perdió ni ganó en términos absolutos, el campo de juego se transformó de forma irreversible, revelando la fragilidad de un sistema altamente interconectado.

La política arancelaria implementada por la administración de Donald Trump entre 2017 y 2021 representa un caso para analizar las dinámicas del comercio internacional desde el prisma del pensamiento complejo. Lejos de constituir una simple alteración tarifaria, este viraje implicó una reconfiguración profunda de los equilibrios geoeconómicos, las narrativas proteccionistas y las condiciones de posibilidad del multilateralismo comercial. La imposición unilateral de aranceles a productos provenientes de China, la Unión Europea, México, Canadá y otros socios estratégicos fue el síntoma de una mutación en el sistema mundial: el retorno del Estado como actor intervencionista en nombre de la soberanía económica.

Bajo el lema de "America First", Trump justificó sus medidas como una respuesta al desequilibrio crónico que afectaba a la economía estadounidense desde hacía décadas. Alegó que la apertura comercial indiscriminada había destruido empleos

industriales, debilitado la capacidad productiva nacional y puesto en riesgo la seguridad estratégica del país. En abril de 2025, durante una declaración pública, reafirmó esta visión: “Nuestra nueva política comercial es una declaración de independencia económica. El mundo se ha aprovechado de Estados Unidos por más de cincuenta años. Eso no va a ocurrir nunca más”. Esta narrativa, aunque polémica, reflejó un creciente malestar social e institucional en amplios sectores del país, que percibían la globalización como una fuerza dislocadora, antes que integradora.

Desde una perspectiva tradicional, los aranceles buscan alterar los precios relativos de los bienes importados para favorecer la producción nacional. Esta lógica lineal ignora la complejidad del sistema comercial global contemporáneo, donde las cadenas de valor están profundamente interconectadas, los procesos de producción están fragmentados geográficamente y los flujos de información, tecnología y capital son altamente sincrónicos. En este contexto, una medida arancelaria genera más que un simple cambio en el volumen de importaciones, puede desencadenar efectos no lineales, retroalimentaciones y bifurcaciones evolutivas que transforman el sistema en su conjunto.

Uno de los ejemplos más reveladores fue la imposición de aranceles al acero y al aluminio, con el supuesto objetivo de proteger industrias críticas para la seguridad nacional. Lejos de fortalecer el aparato industrial interno, esta medida encareció significativamente los insumos utilizados por sectores clave como el automotriz, la construcción y la maquinaria pesada. Muchas empresas, en lugar de asumir los costos, optaron por trasladar su producción al exterior, generando una paradoja estructural: las tarifas proteccionistas incentivaron la deslocalización que pretendían revertir.

Este efecto bumerán ilustra con claridad la tesis de que en sistemas complejos toda intervención produce consecuencias colaterales impredecibles. Para entender estas dinámicas, resulta útil aplicar cuatro interrogantes clave, inspirados en una lógica diagnóstica moriniana: ¿De dónde venimos? ¿Dónde estamos? ¿Hacia dónde vamos? ¿Y hacia dónde deberíamos ir?

### **¿De dónde venimos?**

El comercio internacional ha sido históricamente un motor de crecimiento y un espacio de asimetrías estructurales. Desde los intercambios premodernos basados en el trueque hasta las redes comerciales contemporáneas organizadas por tratados y corporaciones transnacionales, la evolución del comercio ha estado marcada por desequilibrios sistémicos, impulsados por la concentración del poder económico,

tecnológico y normativo en manos de un número reducido de países. Las sucesivas oleadas de globalización, la decimonónica y la posterior a 1945, ampliaron los flujos comerciales y consolidaron la dependencia de muchos países del Sur global respecto a la exportación de materias primas y la importación de bienes manufacturados.

El modelo de liberalización comercial impuesto desde los años ochenta mediante el Consenso de Washington, los tratados de libre comercio y la consolidación de la OMC, prometía una asignación eficiente de recursos y una integración armónica. En la práctica, muchos países quedaron atrapados en equilibrios subóptimos, sin diversificar su base productiva ni mejorar significativamente sus índices de desarrollo humano. La emergencia de China como potencia manufacturera global, con una política industrial agresiva y fuertemente planificada, modificó aún más las reglas del juego, generando crecientes tensiones con Estados Unidos y la Unión Europea.

### **¿Dónde estamos?**

Actualmente, el sistema comercial internacional atraviesa una fase de transición e incertidumbre. Según datos de la OMC, en el primer trimestre de 2024, el comercio global mostró signos de recuperación con un crecimiento del 2% en el Sur global, especialmente en intercambios Sur-Sur. Esta resiliencia coexiste con fenómenos contradictorios: fragmentación geopolítica, proteccionismo selectivo, guerras comerciales latentes y crisis de legitimidad del multilateralismo. La pandemia de COVID-19 y la guerra en Ucrania profundizaron la percepción de vulnerabilidad sistémica, motivando a varios países a reconsiderar sus estrategias de inserción internacional, privilegiando la relocalización productiva, la seguridad alimentaria y la autonomía tecnológica.

En este escenario, las decisiones unilaterales de la administración Trump, lejos de ser una aberración puntual, anticiparon una tendencia más amplia: el retorno del Estado como regulador activo del comercio exterior, bajo criterios de soberanía estratégica. La aplicación de medidas sin evaluación sistémica de sus impactos generó efectos adversos en cascada: aumentos de precios internos, tensiones con aliados históricos, pérdida de competitividad en sectores clave y represalias comerciales que afectaron las exportaciones agrícolas estadounidenses.

### **¿Hacia dónde vamos?**

La OMC proyecta que el comercio global crecerá en torno al 2% anual hasta 2030. Se espera que el Sur global aumente su participación en las exportaciones

mundiales, impulsado por el ascenso tecnológico de Asia y la expansión de nuevos mercados regionales. También se avizora una desglobalización parcial, marcada por la búsqueda de resiliencia, la formación de bloques geoeconómicos y la reconfiguración de cadenas de suministro en torno a criterios geoestratégicos y medioambientales. La digitalización, la transición energética y la inteligencia artificial reconfigurarán las reglas de la competencia global, premiando a los países que logren articular conocimiento, infraestructura e institucionalidad adaptativa.

El riesgo, para muchas economías periféricas, es quedar al margen de estas transformaciones por falta de planificación estratégica, dependencia de commodities, debilidad institucional o ausencia de visión sistémica. En ese sentido, la guerra comercial de Trump debe leerse como un dispositivo de alerta sobre la fragilidad de los modelos de inserción. Su agresividad proteccionista obliga a repensar los fundamentos del comercio internacional y la posición relativa de cada país en la red global de conocimiento y valor agregado.

### **¿Hacia dónde deberíamos ir?**

Desde el pensamiento complejo, el camino evita tanto el cierre autárquico como la apertura ciega al mercado global. Se requiere construir políticas comerciales adaptativas, orientadas a aumentar la densidad cognitiva del aparato productivo, diversificar las exportaciones, fomentar la economía del conocimiento y diseñar estrategias de inserción internacional basadas en autonomía relativa, cooperación Sur-Sur e integración regional. Esto implica superar la lógica de dependencia pasiva y construir visiones de largo plazo apoyadas en infraestructura logística avanzada, formación de capital humano, transición energética y aprovechamiento de tecnologías emergentes.

En términos institucionales, se impone fortalecer la planificación estatal, blindar las políticas públicas frente a los ciclos políticos, combatir la corrupción estructural y establecer acuerdos de gobernanza multinivel que articulen actores estatales, empresariales, académicos y comunitarios. Así será posible mejorar el Índice de Complejidad Económica, potenciar el valor agregado interno y disputar posiciones más ventajosas en la arquitectura del comercio global.

La guerra comercial de Trump debe verse como un evento complejo que revela las fisuras y tensiones del sistema mundial actual. Sus efectos contradictorios demuestran que las políticas comerciales generan impactos multidimensionales que deben ser comprendidos desde un paradigma integrador y estratégico. De ahí la urgencia de adoptar un pensamiento complejo en el diseño de estrategias

comerciales, capaz de anticipar efectos sistémicos y construir futuros posibles más equitativos, sostenibles y soberanos.

### **Los impactos de la guerra comercial entre EE. UU. y China en la complejidad económica**

Uno de los marcos analíticos más reveladores para evaluar los efectos estructurales de la guerra comercial entre Estados Unidos y China es el del Índice de Complejidad Económica, desarrollado por Hausmann y Hidalgo y aplicado desde la Universidad de Harvard y el MIT. Este indicador integra la diversidad de productos exportables de un país con la ubiquidad de dichos productos en otros territorios y ofrece una aproximación estructural a la sofisticación y adaptabilidad de las economías. La guerra arancelaria, al alterar significativamente los flujos de comercio, las estrategias de diversificación y los mapas de interdependencia, reconfiguró los balances macroeconómicos y la lógica misma de producción de complejidad económica.

Durante los años de mayor intensidad de la disputa, el ECI de Estados Unidos mostró una tendencia a la estabilización, mientras que el de China reveló un avance sostenido. Esta divergencia, aunque sutil, evidencia la capacidad del gigante asiático para reconfigurar sus flujos de exportación hacia otras economías del Sur Global y al mismo tiempo intensificar sus capacidades endógenas en sectores de alta tecnología como inteligencia artificial, 5G y biotecnología. Por el contrario, la economía estadounidense, anclada en sectores complejos y dependiente de cadenas globales dispersas, encontró más obstáculos para reemplazar insumos estratégicos y conservar la centralidad de su posición exportadora sin comprometer precios o eficiencia.

Una mirada sistémica revela que los aranceles desplazaron flujos bilaterales y transformaron la topología de la red global de comercio de productos complejos. Países como Vietnam, Malasia y México emergieron como nodos alternativos de ensamblaje y se beneficiaron de la deslocalización estratégica inducida por las tensiones entre Washington y Pekín. Este fenómeno equivale a una mutación en la arquitectura misma de las redes de producción global: los caminos más transitados de bienes complejos se redistribuyen, surgen corredores logísticos adicionales y se incrementa el valor estratégico de territorios periféricos previamente ignorados por las cadenas globales de valor.

A la luz de estos desplazamientos, la guerra comercial se interpreta como un acelerador de la transformación del sistema internacional desde un modelo centrado en hubs dominantes hacia una estructura más policéntrica, donde

múltiples países medianos adquieren protagonismo como plataformas productivas, centros de servicios o proveedores especializados. Esta dispersión incrementa la complejidad sistémica del comercio global: se multiplica el número de interacciones, aumentan los grados de libertad de cada actor y se vuelve más vulnerable el sistema ante shocks desincronizados o disrupciones tecnológicas.

Desde la perspectiva del pensamiento complejo, toda intervención en un sistema genera efectos imprevistos. La guerra comercial entre Estados Unidos y China, concebida como una medida de presión bilateral para restablecer justicia arancelaria, desencadenó una cascada de consecuencias emergentes, muchas de ellas imprevistas incluso para sus promotores. Primero, impulsó la autonomía tecnológica de China, que duplicó su inversión en ciencia aplicada y reconfiguró sus cadenas de valor internas en sectores críticos. Luego, aceleró la reorganización regional de la producción en Asia-Pacífico, debilitando el liderazgo unilateral estadounidense. Estimuló la creación de acuerdos alternativos como la Asociación Económica Integral Regional, donde Estados Unidos quedó marginado.

Estos fenómenos, surgidos de interacciones múltiples entre Estados, empresas, consumidores y organismos multilaterales, ilustran la naturaleza compleja del sistema económico mundial. Ante el estímulo arancelario, el sistema respondió con una capacidad de reconfiguración dinámica que superó la lógica de suma cero. Algunas regiones obtuvieron ganancias mientras otras transformaron sus estructuras internas, evitando alinearse estrictamente con un sólo bloque. Esta plasticidad refleja una economía global fragmentada que desarrolla formas resilientes de coevolución y reequilibrio.

El paradigma de la complejidad propone superar la visión instrumentalista de la política comercial, centrada exclusivamente en cálculos de eficiencia y balances contables, y sugiere una inteligencia contextual que incorpore múltiples variables, escalas y temporalidades. Las reacciones de distintos países frente a la guerra comercial de Trump evidencian este cambio epistemológico. En lugar de replicar un modelo uniforme, cada economía activó saberes locales, consolidó capacidades internas y formó alianzas específicas para mitigar impactos y aprovechar oportunidades. Esta pluralidad de trayectorias expresa lo que Morin denomina estrategias con incertidumbre, decisiones construidas mediante adaptación progresiva en lugar de previsiones cerradas.

En América Latina, varios países aprovecharon los reacomodos del comercio agrícola para aumentar exportaciones de soya, maíz y carnes hacia China, mientras otros

buscaron atraer inversiones desviadas desde Estados Unidos. En África, algunos Estados identificaron en la disputa una ocasión para relanzar sus estrategias industriales en sectores donde la guerra de tarifas redujo la competitividad asiática. Esta diversidad de respuestas muestra que, en entornos complejos, las soluciones emergen como construcciones situadas que combinan recursos, valores, historias y capacidades.

### **Aplicación del ECI a los Estados Unidos y la guerra arancelaria con China**

El Índice de Complejidad Económica (ECI) ofrece una lente privilegiada para analizar las tensiones comerciales entre Estados Unidos y China, particularmente durante la administración de Donald Trump (2016–2020), cuando se desplegó una política arancelaria sin precedentes que afectó miles de productos y sectores estratégicos. A través del prisma de la complejidad, es posible desentrañar cómo esta confrontación fue mucho más que una batalla de tarifas. Representó un conflicto estructural entre dos modelos de organización productiva, tecnológica y geoeconómica.

Históricamente, Estados Unidos ha ocupado los primeros lugares en los rankings del ECI, gracias a su diversidad exportadora, su red de capacidades tecnológicas y su liderazgo en sectores de alta intensidad cognitiva como el aeroespacial, el farmacéutico, la informática y la maquinaria especializada. Desde la década de 1990, el país ha mostrado señales de estancamiento relativo, al tiempo que su balanza comercial ha permanecido persistentemente deficitaria.

Este estancamiento surge menos por pérdida absoluta de capacidades y más por un proceso de externalización estratégica. Muchas manufacturas complejas fueron desplazadas hacia Asia, particularmente China, en una dinámica de reestructuración global de las cadenas de valor. Así, mientras Estados Unidos mantenía el control del diseño, la propiedad intelectual y la financiación, cedía buena parte de la fabricación avanzada a economías emergentes. Esta deslocalización productiva, aunque eficiente en términos de costos, generó vulnerabilidades estructurales, pérdida de empleos industriales y creciente dependencia externa en rubros críticos.

El ECI permite visualizar esta paradoja. A pesar de su alta complejidad promedio, la estructura productiva de Estados Unidos comenzó a mostrar una concentración creciente en sectores tecnológicos y servicios digitales, mientras debilitaba su capacidad manufacturera diversificada. El resultado fue un aumento en la fragilidad estructural ante disrupciones globales, como quedó evidenciado durante la

pandemia de COVID-19, y una percepción política de desindustrialización injusta que alimentó la narrativa del proteccionismo económico.

En contraposición, China protagonizó la mayor escalada en el ECI en las últimas cuatro décadas. De ser una economía centrada en bienes de bajo valor agregado y ensamblaje, evolucionó hacia un sistema productivo de alta densidad industrial, capaz de liderar sectores como telecomunicaciones, automatización, energías renovables, inteligencia artificial y, cada vez con mayor intensidad, semiconductores. Este salto cualitativo resultó de una política industrial deliberada, basada en transferencia tecnológica, aprendizaje acelerado, subsidios estratégicos y control estatal del conocimiento.

La plataforma Made in China 2025, impulsada por el gobierno, constituyó el programa más ambicioso de modernización tecnológica y sofisticación productiva jamás ejecutado en un país en desarrollo. Sus objetivos explícitos incluían reducir la dependencia de tecnología extranjera, liderar sectores emergentes y escalar en el valor de la cadena global. A través del ECI se observa cómo China dejó de ser un simple taller del mundo para transformarse en un laboratorio de vanguardia en múltiples dominios.

El crecimiento en complejidad se tradujo en mayor PIB y en una redistribución del poder geo-económico global. China empezó a desafiar la hegemonía de Estados Unidos tanto en términos comerciales como en la gobernanza de estándares tecnológicos, redes de inversión, rutas logísticas y diplomacia científica. Esta transición activó un conflicto estructural que se manifestó en la llamada guerra arancelaria.

El conflicto comercial iniciado por Trump en 2018 resultó más que una reacción coyuntural al déficit comercial bilateral con China, fue la manifestación de un conflicto sistémico por la supremacía en la economía del conocimiento. El aumento unilateral de aranceles a productos chinos, que alcanzó más de 370 mil millones de dólares en bienes, se acompañó de restricciones a inversiones, sanciones a empresas tecnológicas como Huawei y presiones a países aliados para excluir componentes chinos de sus infraestructuras críticas.

Desde el enfoque de la complejidad, esta guerra representó una estrategia de desacoplamiento: Estados Unidos buscó frenar el ascenso tecnológico de China y restaurar su autonomía productiva en sectores estratégicos. El conflicto evidenció limitaciones fundamentales. Por un lado, muchas empresas estadounidenses

dependían de insumos chinos para su cadena de producción, de modo que los aranceles impactaron sus costos y márgenes. Por otro lado, China respondió con contramedidas, reorientó sus mercados y aceleró la innovación nacional.

Más allá de sus efectos inmediatos, la guerra arancelaria evidenció la interdependencia estructural del comercio global. Estados Unidos y China enfrentaron costos descomunales al intentar separarse completamente. Los productos complejos surgen de redes globales de colaboración, y las capacidades difícilmente se replican de forma acelerada sin base institucional, educativa y tecnológica. En este contexto, la complejidad económica muestra los límites del nacionalismo económico en una era de interconexión estructural.

### **Evaluación empírica del impacto arancelario a través del ECI**

Una de las limitaciones del análisis económico convencional consiste en evaluar la guerra comercial únicamente a partir de variaciones en el PIB o en el comercio total. El ECI ofrece una lectura más precisa, pues permite observar el impacto de los aranceles sobre la posición relativa de Estados Unidos en productos estratégicos, identificar qué productos ganaron o perdieron complejidad en la matriz exportadora y comprender qué capacidades resultaron erosionadas o fortalecidas.

Estudios recientes demuestran un impacto heterogéneo. Sectores como el acero, la maquinaria pesada y los semiconductores enfrentaron interrupciones en sus cadenas de valor, lo que afectó la capacidad de producción y elevó los precios internos. Por el contrario, algunos segmentos agrícolas recibieron subsidios compensatorios que sostuvieron su participación exportadora. En términos de complejidad, se observó una leve desaceleración del índice agregado de Estados Unidos, mientras que China mantuvo un crecimiento constante, especialmente en tecnología verde y manufactura inteligente (Friedman et al., 2023).

Estos hallazgos muestran el potencial del ECI como herramienta de diagnóstico retrospectivo y como insumo para diseñar políticas industriales orientadas a la resiliencia compleja. Resulta posible identificar cuellos de botella en capacidades críticas, evaluar la densidad de conectividad intersectorial y proyectar trayectorias de diversificación adyacente según diferentes escenarios geopolíticos.

La guerra arancelaria también produjo efectos indirectos en América Latina. Algunos países aprovecharon la oportunidad para insertarse como proveedores alternativos en cadenas de valor afectadas, especialmente en sectores agrícolas, minerales y

electrónicos. Otros enfrentaron mayor volatilidad comercial y crecientes dificultades para atraer inversiones de largo plazo debido a la inestabilidad y el proteccionismo.

Desde una perspectiva de complejidad, América Latina se encuentra ante un dilema estructural: aprovechar la relocalización industrial, *nearshoring*, para escalar en la matriz de productos o quedar atrapada en una nueva división del trabajo concentrada en extractivismo tecnológico y servicios de bajo valor agregado. La clave radica en fortalecer las capacidades endógenas, articular políticas industriales con estrategias de educación e innovación y construir alianzas regionales que incrementen la densidad productiva colectiva.

La intersección entre política arancelaria y complejidad económica deja ver con claridad las tensiones estructurales que acompañan el tránsito hacia un orden mundial posglobalizado. La guerra comercial entre Estados Unidos y China trasciende una simple disputa por saldos comerciales y expresa una lucha estratégica por el control de capacidades tecnológicas críticas dentro de la economía del conocimiento. En este escenario, el paradigma tecnocrático tradicional, centrado en decisiones lineales, sectorizadas y de corto plazo, resulta insuficiente para gobernar sistemas interdependientes, adaptativos y complejos que configuran la economía global contemporánea.

El Índice de Complejidad Económica (ECI) emerge en este contexto como una herramienta conceptual y metodológica de alto valor estratégico. Su capacidad para mapear la diversidad y sofisticación de las exportaciones permite inferir la arquitectura subyacente de saberes, capacidades productivas e institucionales que sustentan el aparato económico de un país. Aunque más allá del diagnóstico, el ECI ofrece una brújula para la acción: orienta estrategias de diversificación inteligente, identifica cuellos de botella estructurales y permite evaluar ex ante y ex post el impacto sistémico de políticas comerciales, industriales o tecnológicas.

El análisis de la política arancelaria implementada por la administración Trump, a la luz del paradigma de la complejidad, deja tres lecciones centrales. Primero, demuestra que los efectos de un arancel resultan incomprensibles en términos binarios, pues transforman las configuraciones de redes globales de valor, desestabilizan equilibrios sistémicos y desencadenan efectos de retroalimentación y adaptación que alteran tanto la eficiencia como la resiliencia de los sistemas productivos. Segundo, revela que el proteccionismo, cuando carece de estrategias deliberadas de fortalecimiento de capacidades tecnológicas, institucionales y organizacionales, produce resultados ambiguos o incluso contraproducentes en el

mediano plazo. Tercero, subraya la necesidad de una visión ecológica e inclusiva del desarrollo, en la que la productividad se articule con equidad social, sostenibilidad ambiental y gobernanza democrática.

La guerra comercial también evidencia los límites estructurales del unilateralismo económico. En un mundo densamente interconectado, ningún país logra aislarse sin enfrentar costos significativos en términos de aprendizaje tecnológico, acceso a mercados estratégicos o actualización productiva. La interdependencia, lejos de ser una debilidad, constituye la condición esencial de la complejidad. Por tanto, lo que se requiere es una integración rediseñada, orientada hacia criterios de resiliencia sistémica, inclusión social y sostenibilidad ecológica.

América Latina enfrenta una encrucijada estructural frente a este nuevo escenario. Históricamente excluida de los eslabones más sofisticados de la cadena global de valor, su patrón exportador permanece dominado por commodities de bajo valor agregado y escasa intensidad tecnológica. El actual proceso de reconfiguración de las cadenas de suministro globales, junto con la creciente demanda de bienes complejos con componentes verdes, abre una ventana de oportunidad para una inserción más estratégica en nichos de producción altamente sofisticada. Para ello resulta indispensable desplegar políticas industriales activas, invertir sostenidamente en ciencia, tecnología e innovación y promover una coordinación regional que trascienda los enfoques fragmentarios y reactive sinergias mesoeconómicas y macroestructurales.

Esta transformación exige una innovación epistemológica profunda. El pensamiento complejo, en la tradición de Edgar Morin, proporciona un marco teórico y ético adecuado para repensar el desarrollo más allá de los indicadores convencionales. Desde esta perspectiva, la complejidad se asume como una condición constitutiva que debe comprenderse, habitarse y gobernarse. Gobernar la complejidad implica articular saberes diversos, asumir la incertidumbre, fomentar la inteligencia colectiva y diseñar políticas públicas con visión transgeneracional.

En este sentido, el ECI debe entenderse como un dispositivo estratégico para orientar políticas públicas transformadoras. Su integración en el análisis de la política arancelaria permite desplazar el foco desde la medición del comercio bruto hacia la calidad estructural de los procesos productivos, la densidad de las capacidades distribuidas, la intensidad relacional de los sectores y la viabilidad ecológica de las trayectorias de desarrollo. Este giro analítico resulta imprescindible para diseñar intervenciones públicas eficaces, legítimas y sostenibles.

El verdadero valor del ECI radica en su potencial para reconfigurar las preguntas que guían el diseño de la política económica: ¿Qué capacidades se desean desarrollar? ¿Qué saberes se activan o se marginan? ¿Qué configuraciones institucionales posibilitan o inhiben el salto a sectores más complejos? ¿Qué modelos de cooperación permiten escalar sin destruir ecosistemas ni reproducir desigualdades? Estas preguntas se abordan desde una mirada transdisciplinaria que incorpora la ética, la política y la ecología en la toma de decisiones.

Así, la complejidad económica se convierte en una brújula para el desarrollo estructural, y se aleja de ser una moda académica o un índice superficial. Su adopción implica comprometerse con una visión de futuro situada, donde la generación de conocimiento se asume como fundamento de una democracia productiva. Implica reconocer que las soluciones universales y los caminos lineales carecen de sentido, pues los procesos se construyen en red, en diálogo con los territorios, las culturas y las temporalidades sociales.

La incorporación del ECI al análisis y formulación de políticas comerciales representa una contribución sustantiva al debate sobre el desarrollo en el siglo XXI. Más que crecer en términos cuantitativos, se trata de hacerlo de forma más inteligente, justa y resiliente. Más que aumentar competitividad en abstracto, se trata de fortalecer ecosistemas cognitivos, tecnológicos e institucionales capaces de sostener un proyecto de sociedad orientado al bienestar colectivo y a la sostenibilidad planetaria.

La complejidad, bien entendida, deja de ser una barrera técnica o una sofisticación innecesaria y se asume como la condición fundamental de la realidad contemporánea. Gobernarla trasciende la responsabilidad exclusiva del Estado, las empresas o los científicos y se convierte en una tarea civilizatoria compartida, que exige humildad epistemológica, coraje político e imaginación ética.



## **Capítulo 11**

**Agricultura moderna  
desde la perspectiva de la complejidad**

## Agricultura moderna desde la perspectiva de la complejidad

**H**istóricamente, la agricultura ha sido interpretada desde el paradigma mecanicista determinista, una matriz epistemológica que, desde el siglo XVII, ha orientado el desarrollo de las ciencias. Este modelo ha privilegiado la búsqueda de regularidades y correlaciones causales lineales, generando avances importantes, aunque insuficientes para comprender la agricultura como una práctica eminentemente social, ecológica y adaptativa (Morin, 2007. Gharajedagui, 2008). La realidad agrícola, lejos de presentarse como una maquinaria predecible, se configura como una red de interacciones multidimensionales que desafía el reduccionismo. En este contexto, emerge la necesidad de un cambio de paradigma, pasando del análisis fragmentado al pensamiento complejo.

Este giro epistemológico responde a la evidencia de que la actividad agrícola resulta incomprendible cuando se aborda únicamente desde variables biofísicas o tecnológicas. Se requiere un enfoque integrador que contemple la convergencia de factores ecológicos, económicos, sociales, culturales, tecnológicos y políticos (Altieri y Toledo, 2011). La agroecología contemporánea, en su vertiente más crítica y transdisciplinaria, surge como una respuesta a esta complejidad, superando la visión limitada del agroecosistema como mera unidad productiva para incluir los mercados, las políticas públicas, los saberes tradicionales y las cosmovisiones locales.

Desde esta óptica, los límites del agroecosistema se entienden como construcciones epistémicas permeadas por flujos de información, relaciones de poder y decisiones culturales (León, 2009). Delimitar un agroecosistema implica una operación teórica: seleccionar ciertos elementos como relevantes y dejar otros fuera, con base en criterios científicos, políticos o éticos. Esto interpela al investigador a reflexionar

sobre qué integrar dentro del sistema de análisis y qué considerar como entorno, reconociendo que toda delimitación resulta parcial y situada.

El pensamiento complejo, tal como lo propone Morin (2007), ofrece un marco teórico robusto para abordar esta realidad. En lugar de disecar el fenómeno agrícola en partes aisladas, invita a comprenderlo como una totalidad organizada de múltiples niveles y dimensiones en interacción: ecológicas, técnicas, económicas, sociales y simbólicas. Los agroecosistemas, desde esta visión, aparecen como sistemas abiertos, adaptativos, dinámicos y recursivos, donde emergen propiedades nuevas que trascienden la suma de sus componentes individuales.

Morin (1993) concibe estos sistemas como entramados inseparables de elementos heterogéneos cuya comprensión requiere una ruptura con la lógica lineal y disyuntiva de la ciencia clásica. El conocimiento de la agricultura, por tanto, se genera a partir de una arquitectura epistemológica transdisciplinaria que articula saberes científicos, empíricos y locales.

En este marco, la teoría de los sistemas sociales autopoieticos de Luhmann (2006) resulta clave. Este autor plantea que los sistemas sociales se componen de comunicaciones en lugar de individuos. Así, la agricultura se define a partir de las operaciones comunicativas que constituyen y reproducen su sentido: discursos técnicos, normativas, rituales, decisiones, debates y saberes. La agricultura se comprende como un sistema autopoietico que produce y reproduce sus elementos comunicativos en función de su propia lógica operativa.

Aplicar esta teoría al estudio de agroecosistemas exige adaptaciones críticas. A diferencia de sistemas funcionalmente diferenciados como el derecho o la política, la agricultura incorpora una dimensión material y biológica ineludible. Por ello, resulta necesario complementar la teoría de Luhmann con enfoques más directamente aplicables, como el de García (2008), quien entiende el agroecosistema como una totalidad compleja conformada por elementos heterogéneos en interacción, integrando componentes biológicos, económicos, culturales y sociales cuya separación anularía el sentido integral de la totalidad.

Según García (2008), el agroecosistema representa un recorte teórico de la realidad agrícola que demanda coherencia metodológica e integración conceptual. Esta totalidad organizada se caracteriza por su apertura, por la interdefinibilidad funcional donde los elementos se definen a partir de sus relaciones recíprocas, y por su dependencia de las condiciones del entorno. Estas ideas se alinean con los

principios fundamentales de la complejidad: retroalimentación, emergencia, no linealidad y autoorganización.

La noción de interdefinibilidad implica que los componentes del agroecosistema como suelo, agua, cultivos, prácticas culturales, normas y actores adquieren sentido únicamente en interacción mutua. Esta visión exige abandonar los enfoques sectoriales y adoptar una mirada sistémica y relacional.

Desde la perspectiva de Morin (2007), los agroecosistemas funcionan como sistemas abiertos que intercambian materia, energía e información con su entorno. Esta apertura genera una forma de estabilidad dinámica basada en flujos controlados. Un sistema con excesiva apertura enfrenta riesgos de desorganización, mientras uno cerrado queda expuesto a obsolescencia. La estabilidad se sostiene en la dialéctica entre apertura y cierre, semejante a la clausura operativa y el acoplamiento estructural de Luhmann (2006).

En el marco luhmanniano, el sistema de comunicación agricultura se reproduce mediante sus propias operaciones comunicativas y se acopla estructuralmente con los sistemas de conciencia, quienes perciben, interpretan y deciden en función de sus marcos cognitivos. Así, el agroecosistema resulta de la articulación entre el sistema de comunicación agricultura y los sistemas de conciencia de quienes intervienen, incluidos agricultores, consumidores, técnicos, decisores políticos y científicos.

Este acoplamiento estructural explica la diversidad de prácticas agrícolas en distintos contextos. Las innovaciones tecnológicas se difunden por su capacidad de resonar con marcos culturales e institucionales del entorno. Muchas soluciones tecnocráticas fracasan por su incapacidad de integrarse a las dinámicas autopoiéticas del sistema agrícola.

Para García (2008), el agroecosistema se concibe como un sistema abierto en equilibrio dinámico, donde la información externa actúa como insumo que transforma procesos internos. La interacción con el entorno, como clima, políticas o mercados, induce reconfiguraciones estructurales al superar ciertos umbrales críticos. Esta visión se alinea con la teoría de sistemas adaptativos complejos y permite analizar fenómenos como resiliencia, transición agroecológica y vulnerabilidad frente al cambio climático.

Respecto a los límites del agroecosistema, García plantea que surgen de la definición realizada por el investigador según las relaciones significativas que se quieran analizar. Esta delimitación constituye un acto epistemológico que implica asumir parcialidad, reflexividad y dimensión política del conocimiento agroecológico. Todo agroecosistema resulta una construcción situada que responde a una intencionalidad investigativa.

Luhmann sostiene que los límites del sistema surgen de las propias operaciones comunicativas. La frontera entre sistema y entorno resulta del proceso de diferenciación autopoiética que se reproduce de manera constante. Esta diferencia resulta constitutiva: sin entorno existiría imposibilidad de sistema y sin diferencia desaparecería la identidad. Esta concepción constructivista reconfigura la idea de entorno y la presenta como aquello que el sistema construye como diferente a sí mismo.

Estas divergencias teóricas tienen implicaciones metodológicas profundas. García permite una delimitación pragmática del agroecosistema, útil para diseños metodológicos concretos. Luhmann exige una comprensión más abstracta, donde el agroecosistema resulta una manifestación de acoplamientos estructurales entre sistemas sociales y sistemas de conciencia. Desde esta perspectiva, las prácticas agrícolas emergen como efectos de la comunicación que las hace posibles y coherentes dentro de un marco socialmente compartido.

Ambos enfoques coinciden en que los agroecosistemas requieren una epistemología que reconoce la emergencia, la linealidad compleja, la incertidumbre, la adaptabilidad y la coevolución como características fundamentales. La agroecología, en tanto interdisciplina y práctica política, construye sus objetos de estudio desde esta complejidad, integrando saberes diversos, metodologías participativas y una mirada crítica sobre el conocimiento científico.

El principio de emergencia, piedra angular del pensamiento complejo, establece que las propiedades del agroecosistema surgen de las interacciones entre sus componentes. Esta visión impulsa abandonar modelos predictivos clásicos y adoptar estrategias de monitoreo continuo, modelización dinámica y toma de decisiones flexible. La estabilidad de un agroecosistema se sostiene en su capacidad de adaptarse, aprender y transformarse colectivamente en diálogo con su entorno.

La agricultura moderna en el marco del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad experimenta transformaciones profundas impulsadas por tecnologías

digitales, biotecnológicas y de gestión de la información. Herramientas como sensores remotos, inteligencia artificial, big data, drones, sistemas de información geográfica y plataformas de automatización redefinen los marcos de producción agrícola y conducen a la llamada agricultura 4.0. Esta fase implica una reorganización integral de prácticas, saberes, relaciones sociales y formas de gobernanza en el agroecosistema.

Desde el pensamiento complejo, esta transformación se comprende como un proceso interconectado, donde toda innovación tecnológica interactúa con estructuras sociales, políticas y culturales preexistentes, generando dinámicas de retroalimentación, exclusión, apropiación o resistencia. El análisis de la agricultura contemporánea exige una mirada sistémica, transdisciplinaria y contextual, que reconoce la complejidad inherente a los sistemas agroecológicos (Morin, 2007).

El pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad ofrecen un marco interpretativo robusto para entender la agricultura moderna como un sistema adaptativo complejo. En estos sistemas, los componentes como suelo, cultivos, clima, tecnologías, actores sociales e instituciones interactúan de manera relacional, dando lugar a propiedades emergentes imposibles de deducir desde la simple agregación de partes. La adopción tecnológica en estos sistemas genera efectos múltiples, algunos previstos y otros imprevistos, muchos mediados por condiciones específicas de contexto.

La agricultura de precisión se consolida como uno de los desarrollos clave en esta evolución tecnológica. Esta práctica se basa en el uso de sensores, drones, GPS, imágenes satelitales y software de gestión para monitorear variables agronómicas en tiempo real. Su objetivo radica en identificar y manejar la variabilidad espacial y temporal de los campos agrícolas, optimizando el uso de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas. Esta técnica reconoce la heterogeneidad de los terrenos, cada parcela presenta condiciones únicas que inciden en el crecimiento de los cultivos.

Desde la óptica del pensamiento complejo, la agricultura de precisión constituye un intento de gestionar la heterogeneidad del agroecosistema de forma localizada. Permite intervenciones más específicas y eficaces, aunque requiere capacidades técnicas, infraestructuras de datos y marcos de interpretación, lo cual resulta inaccesible para ciertos actores. Introduce nuevas formas de dependencia tecnológica y puede reforzar asimetrías existentes entre productores.

Los agroecosistemas, concebidos como sistemas abiertos y autoorganizados, se ven afectados por las decisiones que emergen de los análisis de datos generados por estas tecnologías. Estos datos son siempre interpretados a través de marcos cognitivos y culturales. Por ejemplo, la elección de aplicar un determinado fertilizante en función de un análisis satelital constituye una acción condicionada por la disponibilidad económica, la percepción del riesgo ambiental, la normatividad vigente y los imaginarios sobre la agricultura considerada correcta.

La agricultura 4.0 va más allá del enfoque de precisión. Se fundamenta en la integración total de sistemas digitales que permiten la automatización de procesos, el aprendizaje algorítmico y la conexión permanente de dispositivos a través de internet. Esto da lugar a sistemas agrícolas ciberfísicos, donde cada decisión se respalda con datos en tiempo real y con modelos predictivos generados mediante inteligencia artificial.

Desde la perspectiva de las ciencias de la complejidad, estos sistemas se entienden como redes adaptativas distribuidas, que aprenden, se reconfiguran y responden a las variaciones del entorno. Aunque presentan potencial transformador, resultan frágiles al depender de la calidad de los datos, de la infraestructura tecnológica y de marcos institucionales que garanticen la gobernanza de los procesos. La centralización de los datos en manos de empresas privadas, la ausencia de estándares abiertos y la opacidad de los algoritmos representan riesgos que pueden afectar la equidad y la autonomía de los actores locales (Rotz et al., 2019).

El paradigma de la complejidad invita a plantear preguntas fundamentales: ¿quién diseña estas tecnologías? ¿quién accede a ellas? ¿qué narrativas de futuro impulsan? Estas cuestiones resultan esenciales para evitar que la digitalización agrícola reproduzca lógicas de exclusión, extractivismo cognitivo y dependencia estructural. La tecnología refleja valores, decisiones políticas y visiones del mundo.

La teoría de los sistemas autopoieticos de Luhmann (2006) permite analizar la agricultura 4.0 como un sistema de comunicación que se reproduce mediante sus propias operaciones tecnológicas, normativas y discursivas. Este sistema interactúa con su entorno, compuesto por agricultores, consumidores e instituciones, mediante acoplamientos estructurales que permiten la incorporación de estímulos externos sin alterar su lógica interna.

Las tecnologías agrícolas actuales optimizan procesos y configuran nuevas formas de sentido y acción. Los algoritmos de predicción, por ejemplo, procesan datos,

estructuran decisiones, priorizan ciertos cultivos, anticipan escenarios y condicionan la acción de los actores. El sistema de comunicación agricultura se cierra operativamente en torno a estas lógicas y permanece abierto cognitivamente a las percepciones y decisiones de los sistemas de conciencia, es decir, los sujetos sociales que lo interpretan, adaptan o cuestionan.

Un concepto clave del pensamiento complejo es la ecología de la acción, propuesta por Morin en 2007. Según esta idea, toda acción, una vez iniciada, entra en un sistema de interacciones que la transforma y genera efectos inesperados. En el caso de la agricultura digital, esto implica reconocer que las tecnologías producen beneficios previstos y también externalidades negativas, como la pérdida de saberes tradicionales, la despersonalización de las prácticas, la concentración de poder y la exclusión de pequeños productores.

Por ello, el diseño e implementación de tecnologías debe ir acompañado de mecanismos de evaluación adaptativa, gobernanza participativa y monitoreo de impactos. La resiliencia de un agroecosistema se logra con la capacidad colectiva de aprendizaje, la flexibilidad institucional y la diversidad cultural. Una agricultura 4.0 verdaderamente sostenible debe incorporar estos principios en su arquitectura.

La implementación de tecnologías agrícolas varía según los contextos. En territorios rurales latinoamericanos, la apropiación de herramientas digitales se encuentra mediada por procesos de resistencia cultural, defensa del territorio, economías campesinas y saberes ancestrales. Muchas comunidades reinterpretan y adaptan estas herramientas a sus propias racionalidades, creando híbridos sociotécnicos únicos.

Este proceso de resemantización tecnológica desafía el discurso de la universalidad técnica y pone en primer plano la necesidad de epistemologías situadas, tal como plantea Santos en 2009. La noción de innovación debe entenderse como construcción colectiva de capacidades, conocimientos y sentidos. El pensamiento complejo demanda esta contextualización como principio metodológico y político.

El estudio y la gestión de la agricultura moderna desde la complejidad requieren metodologías integradoras, participativas y flexibles. Medir productividad o eficiencia con indicadores cuantitativos resulta insuficiente. Se necesitan enfoques multicriterio que incluyan dimensiones ecológicas, sociales, culturales y simbólicas. La modelización de redes socioecológicas, la simulación adaptativa, los diagnósticos

participativos y las cartografías sociales son herramientas valiosas para captar la complejidad del agroecosistema digitalizado.

Resulta fundamental generar capacidades locales para el manejo y la interpretación de datos. La alfabetización digital debe acompañarse de procesos de formación crítica, donde los actores locales comprendan el cómo, el por qué y el para qué de cada tecnología. Esto implica fomentar tecnologías abiertas, plataformas colaborativas y marcos normativos que reconozcan la soberanía tecnológica de los pueblos.

La agricultura 4.0 constituye un fenómeno complejo, multidimensional y ambivalente. Tiene el potencial de transformar positivamente los sistemas productivos, aumentar la eficiencia y reducir impactos ambientales. También puede reproducir desigualdades, desestructurar territorios y erosionar saberes. Frente a esta ambivalencia, el pensamiento complejo ofrece una brújula ética y epistemológica para navegar en la incertidumbre.

Más allá de una innovación orientada exclusivamente a la productividad, se requiere una ecotecnología social. Una forma de producir conocimiento y tecnología que articule criterios de justicia, pluralidad epistémica y sostenibilidad. La agricultura del futuro será más digital y también más democrática, resiliente y consciente de su inserción en entramados complejos de relaciones socioecológicas.

### **Interacciones complejas**

La noción de interacciones complejas entre tecnología, ecosistemas y sociedad constituye un eje central para comprender los desafíos contemporáneos que enfrenta la agricultura en el marco del pensamiento complejo. Lejos de concebirse como esferas separadas o meramente interdependientes, estas tres dimensiones se entienden como sistemas abiertos, dinámicos y recursivos, cuya coevolución genera fenómenos impredecibles y propiedades emergentes. En la agricultura contemporánea, en su versión digitalizada, esta imbricación sistémica se manifiesta con intensidad: las decisiones tecnológicas transforman los patrones ecológicos y sociales, mientras los contextos ecosociales condicionan las trayectorias tecnológicas.

Desde una perspectiva moriniana, este entrelazamiento refleja un proceso de ecoautoorganización. Las partes construyen el todo y el todo reorganiza a las partes (Morin, 2005). La tecnología agrícola debe concebirse como un operador simbiótico que transforma y es transformado por los sistemas ecológicos y sociales donde se

inscribe. Esta visión supera el reduccionismo instrumental que dominó el discurso sobre innovación agrícola, en el cual el progreso técnico se asoció linealmente con productividad, eficiencia y control.

Tecnologías como la agricultura de precisión, los sensores ambientales, los sistemas satelitales de monitoreo y los algoritmos de predicción climática reconfiguran prácticas productivas, equilibrios ecológicos y relaciones de poder. La expansión de plataformas digitales de gestión agrícola genera nuevas formas de dependencia informacional, donde los pequeños y medianos productores quedan subordinados a corporaciones que controlan datos, modelos analíticos y decisiones automatizadas (Wolfert et al., 2017). Este fenómeno, inscrito en lo que algunos autores llaman colonialismo digital, reproduce estructuras de dominación que debilitan saberes locales y consolidan lógicas externas al territorio.

Los ecosistemas son sistemas vivos, complejos y autoorganizativos, cuyas respuestas a intervenciones tecnológicas resultan difíciles de anticipar. Una intensificación basada en tecnologías digitales puede producir impactos ecológicos indeseados, como disrupciones en ciclos de nutrientes, pérdida de biodiversidad funcional, cambios en cadenas tróficas o erosión de servicios ecosistémicos. Estas reacciones expresan el carácter adaptativo de los sistemas socioecológicos.

Desde el enfoque del pensamiento complejo, resulta fundamental superar la clásica dicotomía entre lo natural y lo artificial. La agricultura moderna constituye un sistema híbrido, un entramado de elementos orgánicos, técnicos, simbólicos y digitales que interactúan en configuraciones singulares. Esta condición exige una relectura epistemológica profunda. Incorporar dispositivos verdes o algoritmos eficientes resulta insuficiente. Se requiere diseñar tecnologías capaces de dialogar con la variabilidad ecológica, respetar la diversidad cultural de los territorios y fortalecer la autonomía de los actores locales en la toma de decisiones.

La teoría de sistemas adaptativos complejos (Holling, 2001) ofrece herramientas valiosas para avanzar en esta dirección. Desde este enfoque, la resiliencia de un agroecosistema depende de su diversidad funcional, conectividad interna, flexibilidad organizacional y memoria socioecológica. La evaluación de innovaciones tecnológicas debe orientarse hacia criterios amplios de sostenibilidad dinámica que incluyan capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación del sistema ante perturbaciones.

Las interacciones entre tecnología, ecosistemas y sociedad están mediadas por estructuras institucionales, normativas y políticas. Las políticas públicas, las regulaciones tecnológicas y los modelos de desarrollo rural adoptados por los Estados desempeñan un papel determinante en la orientación de los procesos tecnológicos. En América Latina, muchas políticas de modernización agrícola promovieron paquetes tecnológicos homogéneos, desvinculados de los saberes locales, lo que generó resistencias, pérdida de agrobiodiversidad y conflictos territoriales.

Con ello emergen propuestas como la agroecología digital, que integra la tecnología de forma contextualizada y participativa. Esta perspectiva impulsa el diseño de soluciones abiertas, adaptables y construidas colectivamente con actores del territorio, articulando inteligencia artificial con inteligencia colectiva, datos digitales con memorias campesinas y eficiencia técnica con justicia ambiental. La agroecología digital se configura como un espacio de articulación entre ciencia, tecnología y sociedad, sustentado en principios de autonomía, coproducción y pluralismo epistémico.

La dimensión ética de estas interacciones resulta esencial. Toda decisión tecnológica refleja una visión del mundo, define lo deseable y excluye alternativas. Preguntas como el tipo de agricultura que se fomenta, las formas de vida que se priorizan y los conocimientos que reciben legitimidad aparecen en el centro del análisis técnico. El pensamiento complejo incorpora estas cuestiones en el núcleo de la reflexión y fomenta una ética basada en precaución, corresponsabilidad intergeneracional, equidad cognitiva y diálogo intercultural.

Un ejemplo ilustrativo surge en los sistemas de agricultura urbana inteligente, que integran sensores de humedad, riego automatizado, bancos de semillas nativas, plataformas de comercialización directa y prácticas agroecológicas comunitarias. En estos espacios la innovación emerge en dimensiones técnicas, simbólicas, organizativas y afectivas. La tecnología actúa como herramienta para reconstruir el tejido social y fortalecer la soberanía alimentaria urbana.

Estos casos muestran que la supuesta dicotomía entre tecno centrismo y eco romanticismo carece de validez. La clave reside en articular tecnología y naturaleza dentro de proyectos de transformación ecosocial que respondan a la complejidad de los sistemas agroalimentarios. Para lograrlo resultan necesarios marcos analíticos relacionales capaces de identificar bucles de retroalimentación entre innovación técnica, procesos ecológicos y dinámicas sociales. Se requieren metodologías

participativas y reflexivas que incluyan distintas racionalidades y múltiples horizontes de sentido.

En términos prácticos, este planteamiento exige rediseñar herramientas de diagnóstico, planificación y evaluación para la gestión agrícola. Las matrices costo-beneficio y los análisis de rentabilidad deben complementarse con análisis multicriterio, indicadores cualitativos y narrativas territoriales que recojan la experiencia de los actores. Los procesos de innovación necesitan organizarse como espacios de aprendizaje colectivo donde los logros y las dificultades se consideren fuentes de conocimiento.

La gobernanza tecnológica requiere una reformulación profunda. La concentración del poder en plataformas digitales transnacionales implica riesgos considerables para la soberanía de los territorios. Resulta fundamental promover una democratización radical de la tecnología agrícola mediante software libre, protocolos abiertos, licencias éticas, gestión comunitaria de datos y políticas públicas que garanticen interoperabilidad, transparencia algorítmica y participación efectiva. En ausencia de estas condiciones, la tecnología puede convertirse en un vector de exclusión, dependencia y desposesión.

Las interacciones complejas entre tecnología, ecosistemas y sociedad exigen una epistemología de la incertidumbre que valore los límites del conocimiento, la contingencia de los procesos y la importancia de cultivar una actitud reflexiva, crítica y cuidadosa. El pensamiento complejo ofrece herramientas para pensar en escenarios inciertos, actuar en contextos de ambigüedad y construir respuestas colectivas ante desafíos abiertos.

Pensar la agricultura desde la complejidad implica reconocer que tecnología, naturaleza y sociedad aparecen como dimensiones entrelazadas de un mismo sistema vivo. Este enfoque redefine los fines de la innovación. Más que buscar maximizar la eficiencia técnica, orienta las transformaciones hacia el fortalecimiento de la resiliencia, la equidad y la sostenibilidad a largo plazo. Una agricultura verdaderamente adaptativa se evalúa por su capacidad de sostener la vida en sus múltiples formas.

### **Tecnología, poder y desigualdad en la agricultura contemporánea**

El desarrollo acelerado de la agricultura digital, también conocida como agricultura 4.0, introdujo niveles inéditos de sofisticación en los sistemas de monitoreo, control y gestión agro productiva. Tecnologías como sensores remotos, drones, sistemas de

posicionamiento global, análisis masivo de datos y algoritmos de inteligencia artificial permiten una aplicación ultraespecífica de insumos, predicciones de rendimiento y detección temprana de anomalías. Esta hipertecnologización promete mayor eficiencia, menores pérdidas y un uso racionalizado de los recursos naturales. Desde una mirada compleja, esta promesa requiere análisis relacional, consideración de sus consecuencias imprevistas y visibilización de los efectos sistémicos que produce.

Un primer eje de análisis remite al acceso diferencial a estas tecnologías. Surge la pregunta sobre quiénes se benefician efectivamente de la agricultura digital. Su implementación exige niveles elevados de inversión, infraestructura digital robusta, capacitación técnica avanzada y marcos regulatorios habilitantes. Esta exigencia tiende a favorecer grandes corporaciones agroindustriales, profundizando la brecha con pequeños y medianos productores, quienes enfrentan barreras estructurales para adoptarlas. Así se consolida una nueva forma de concentración de poder basada en el control de la tierra, el conocimiento, la capacidad de decisión y los datos.

Desde la perspectiva de Morin, esta dinámica refleja una retroalimentación perversa. En lugar de corregir desequilibrios, amplifica los existentes y genera bucles de polarización y vulnerabilidad. La complejidad invita a comprender que las conexiones entre los elementos generan efectos caóticos, bifurcaciones o colapsos si carecen de una gestión cuidadosa, inteligente y ética. La eficacia técnica resulta inseparable de su impacto en la equidad, la autonomía y la sostenibilidad territorial.

Un segundo nivel de análisis se refiere al régimen de verdad implícito en la agricultura digital. La retórica de objetividad que respalda el big data y la inteligencia artificial encierra decisiones epistemológicas que orientan la recolección, el procesamiento y la interpretación de datos. Surge la cuestión de qué se mide, cómo se mide y quién define lo relevante. Los sistemas de agricultura de precisión privilegian variables cuantificables y relaciones causales simplificadas, dejando fuera dimensiones clave como los saberes tradicionales, las prácticas culturales, los vínculos comunitarios y las cosmovisiones locales. Lo que se presenta como decisión basada en evidencia corresponde, en realidad, a una construcción sociotécnica cargada de valores y exclusiones.

Aquí se hace visible una tensión epistemológica central. Mientras el pensamiento complejo aboga por la pluralidad de saberes, la coevolución y la apertura al disenso, el paradigma tecnocrático dominante opera desde la estandarización, la

automatización y la subordinación del juicio humano a los algoritmos. Esta tensión exige una transformación estructural en la gobernanza tecnológica, una reorganización de los marcos institucionales y una redistribución del poder cognitivo.

Por esta razón resulta urgente repolitizar el debate sobre las tecnologías agrícolas. La discusión requiere superar los aspectos técnicos o centrados únicamente en la eficiencia productiva. El diseño, desarrollo y regulación de las herramientas digitales deben integrarse en procesos de deliberación democrática donde se consideren criterios como la justicia cognitiva, la soberanía tecnológica, la inclusión territorial y la sostenibilidad ecológica. Esto implica fomentar tecnologías abiertas, accesibles y adaptables, establecer protocolos éticos para la gestión de datos y garantizar la participación efectiva de las comunidades rurales en las decisiones que afectan sus vidas y territorios.

Algunas experiencias emergentes ilustran este horizonte. El proyecto europeo FarmHack promueve el diseño colaborativo de herramientas digitales por parte de agricultores, técnicos y activistas, generando soluciones de código abierto orientadas a problemáticas concretas del campo. En América Latina, redes como la Articulación Nacional de Agroecología en Brasil impulsan innovaciones tecnológicas desde una lógica de autonomía, respeto a la diversidad cultural y articulación con movimientos sociales. Estas iniciativas demuestran que otra tecnología resulta posible, una tecnología situada, democrática y relacional (Giraldo & Rosset, 2018).

Desde el pensamiento complejo, estas prácticas encarnan los principios de autoorganización, la capacidad de los sistemas para generar orden sin dirección externa, y de diálogo, la necesidad de articular verdades parciales y racionalidades diversas para construir acuerdos provisorios. En este marco, la tecnología aparece como un nodo relacional cuya eficacia depende de su inserción en redes vivas de sentido, práctica y poder.

Una dimensión frecuentemente ignorada aunque fundamental es la afectividad que acompaña la incorporación de tecnologías. Estas herramientas transforman la técnica y también la subjetividad de las personas dedicadas al agro, modifican la relación con la tierra, alteran los ritmos de trabajo, tensionan los lazos intergeneracionales y modelan las expectativas de futuro. La experiencia emocional ante la tecnología resulta ambivalente. Puede existir entusiasmo por su potencial transformador y a la vez temor frente a la pérdida de control, la dependencia de proveedores o la erosión de saberes propios (Klerkx et al., 2019). Desde una ética

del cuidado, estos afectos requieren ser reconocidos, legitimados y acompañados como parte de los procesos de transición.

Por estas razones se vuelve necesario construir marcos evaluativos que superen los indicadores clásicos de productividad o eficiencia. Se precisan indicadores híbridos que integren criterios de equidad, resiliencia, diversidad epistémica, bienestar subjetivo y sostenibilidad ecológica. La evaluación tecnológica debe realizarse de manera participativa, interdisciplinaria y situada, involucrando a agricultores, investigadores, instituciones públicas y organizaciones sociales en un proceso colectivo de diseño, monitoreo y ajuste.

La formación profesional en el sector agroalimentario requiere transformaciones profundas. Ingenieros, biólogos, economistas rurales y técnicos extensionistas necesitan formación en competencias técnicas y también en pensamiento sistémico, epistemología crítica, análisis de redes, mediación intercultural y ética del conocimiento. Se requiere una pedagogía compleja capaz de fomentar la sensibilidad ante la diversidad, la lectura de patrones, la apertura al disenso y el diálogo con otras formas de saber.

La transformación tecnológica del agro requiere entenderse dentro del contexto global de crisis múltiple: climática, energética, alimentaria, sanitaria y geopolítica. El modelo agroindustrial dominante, sustentado en monocultivos, petróleo barato, transporte internacionalizado y sistemas tecnológicos extractivistas, evidencia una fragilidad estructural. Las crisis recientes, como la pandemia de COVID-19, revelan la vulnerabilidad de las cadenas de suministro globales, la dependencia de insumos externos y la insostenibilidad ecológica del régimen agroalimentario actual (Altieri & Nicholls, 2020).

En este escenario resulta ineludible una reconfiguración esencial, que solo puede abordarse desde una visión sistémica, transdisciplinaria y ética. La agroecología surge como una racionalidad compleja, que integra saberes campesinos, procesos ecológicos, dinámicas territoriales y valores culturales en una propuesta coherente de regeneración social y ecológica. Rechazar la tecnología digital per se carece de sentido. Lo fundamental consiste en subordinar su uso a una lógica agroecológica que imponga límites éticos, políticos y culturales a su aplicación (Wezel et al., 2009).

Esta transición exige nuevas arquitecturas institucionales que articulen escalas, saberes y actores diversos. Se requieren modelos de gobernanza agroalimentaria multinivel basados en consorcios intersectoriales que integren universidades,

comunidades, movimientos sociales, empresas responsables y Estados. Ejemplos como las plataformas territoriales de innovación agroecológica en Brasil o los sistemas participativos de garantía en redes europeas muestran que es posible gobernar la complejidad mediante procesos de coevolución, diálogo y aprendizaje mutuo (Levidow et al., 2014).

Un componente esencial de este cambio consiste en rediseñar el sistema de investigación agrícola. Durante décadas, el conocimiento agropecuario se generó bajo un modelo lineal de transferencia tecnológica, que ignora la complejidad de los territorios y reproduce relaciones de dependencia. El paradigma complejo propone una investigación participativa, situada, abierta a la incertidumbre y articulada con los problemas reales de quienes trabajan la tierra (Méndez et al., 2013).

Metodológicamente esto implica desplazar los ensayos en laboratorio hacia experiencias de campo en condiciones reales, analizar múltiples interacciones ecosistémicas y construir modelos dinámicos en diálogo con los actores. También se requieren redes horizontales de intercambio, donde quienes cultivan compartan conocimientos, errores y aprendizajes, consolidando una ciencia de la complejidad agroecológica.

Se vuelve fundamental impulsar la relocalización de los sistemas agroalimentarios, favoreciendo circuitos cortos, economías territoriales y soberanía alimentaria. Esto reduce la dependencia externa, disminuye la huella ecológica y fortalece los vínculos entre productores y consumidores. Las tecnologías digitales deben adaptarse a este modelo: ser apropiadas, abiertas, interoperables y gestionadas por los territorios que las utilizan (Schneider et al., 2021).

La mirada compleja requiere sostener una crítica geopolítica. Las grandes plataformas digitales agrícolas configuran un nuevo régimen de extractivismo de datos que despoja a las comunidades de su conocimiento y consolida el control corporativo sobre la producción alimentaria global (van der Burg et al., 2021). En este contexto, la soberanía tecnológica se convierte en condición indispensable para una transición agroecológica justa y resiliente.

La gobernanza algorítmica, entendida como el poder que ejercen los sistemas de inteligencia artificial sobre las decisiones productivas, debe ser transparente, regulada y sometida a control democrático. Se requiere auditoría pública de los algoritmos, participación de las comunidades en el diseño del software agrícola y

legislación que priorice el bien común frente a la mercantilización del conocimiento (Bronson, 2019).

La complejidad se presenta como una ética del vínculo, una política del cuidado y una pedagogía de la humildad. Aplicada a la agricultura, implica abandonar la ilusión de control, reconocer la interdependencia, aceptar la incertidumbre y construir futuros posibles desde el diálogo entre saberes, actores y territorios. La agricultura del siglo XXI se definirá por su carácter complejo o perderá su capacidad transformadora.

### **La agricultura como sistema complejo adaptativo**

Comprender la agricultura moderna como un sistema complejo adaptativo permite superar las limitaciones impuestas por enfoques lineales, mecanicistas y sectoriales que han dominado históricamente el análisis agroproductivo. A diferencia de la visión clásica que presenta el agroecosistema como máquina predecible regida por entradas, transformaciones y salidas, el pensamiento complejo destaca que los sistemas agrícolas funcionan como redes dinámicas e interdependientes. En estas redes convergen elementos biológicos, tecnológicos, sociales, ecológicos y culturales, generando propiedades emergentes irreductibles a la suma de sus partes (Morin, 1990).

Desde esta perspectiva, el agro resulta más apropiado entenderlo como sistema autopoietico, siguiendo a Maturana y Varela (1984), que se produce y regula mediante dinámicas internas, acoplamientos con el entorno y procesos simbólicos. Los agroecosistemas metabolizan energía, transforman materia, procesan información, sentidos, valores y representaciones sociales. Se configuran como territorios de coproducción socioecológica, donde lo técnico se entrelaza con lo simbólico, lo político y lo subjetivo.

Este enfoque exige romper con la epistemología tradicional, basada en la separación rígida entre sujeto y objeto, ciencia y experiencia, datos y narrativas. Como indica Leff (2004), se necesita una ecología del conocimiento que articule diversas formas de saber: científicas, locales, empíricas, intuitivas y ancestrales, en un horizonte de complementariedad y respeto mutuo. La ciencia agrícola, desde esta clave, adopta una postura reflexiva, participativa y situada.

Un concepto central en la lectura compleja de los sistemas agrícolas es la retroalimentación. Este concepto muestra que toda acción genera efectos que retornan al sistema, modificando sus condiciones iniciales. Por ejemplo, la

introducción de tecnologías de riego inteligente mejora el rendimiento y la eficiencia hídrica al principio. Sus efectos indirectos, como alteraciones en el microclima, cambios en las prácticas sociales del uso del agua o transformaciones en la biodiversidad edáfica, reconfiguran el sistema en direcciones imprevistas. Estas retroacciones pueden estabilizar o alterar profundamente, y su gestión requiere vigilancia epistemológica constante, apertura al error y capacidad para reformular estrategias de forma continua (Capra & Luisi, 2014).

La linealidad clásica queda superada ante el principio de interacciones múltiples, donde acciones pequeñas generan grandes efectos sistémicos, y medidas más grandes provocan impactos limitados o incluso contrarios a lo esperado. Este fenómeno, vinculado a la sensibilidad de las condiciones iniciales, invita a replantear enfoques agrícolas sustentados en recetas universales, planificación centralizada y suposiciones de estabilidad estructural. Se requieren modelos de gobernanza adaptativos, flexibles y profundamente contextualizados, que valoren la diversidad de territorios, actores y dinámicas locales.

El pensamiento complejo converge con las propuestas de la agroecología crítica, que durante décadas ha cuestionado la imposición de paquetes tecnológicos homogéneos y promovido procesos de innovación construidos desde y con los actores territoriales, tal como exponen Altieri y Nicholls (2012). La introducción de tecnologías requiere análisis de los ecosistemas locales y de los entramados sociales y culturales en los cuales se insertan.

Un concepto central es el de emergencia, que designa la aparición de propiedades nuevas, irreducibles al análisis aislado de las partes. En el ámbito agrícola, esto se refleja en la resiliencia de sistemas diversificados frente a eventos climáticos extremos, en la sinergia entre cultivos y animales en sistemas integrados o en la generación de innovaciones sociales colectivas ante situaciones de crisis. Estas propiedades emergentes surgen mediante procesos de experimentación, interacción continua y aprendizaje conjunto.

Desde un punto de vista metodológico, asumir la complejidad de los sistemas agrícolas implica repensar las prácticas investigativas. Los protocolos tradicionales, fundamentados en fragmentación disciplinaria, replicabilidad en condiciones controladas y aislamiento de variables, resultan insuficientes para comprender dinámicas coevolutivas, múltiples escalas y causalidades entrelazadas que caracterizan a los agroecosistemas reales. Se requiere un enfoque transdisciplinario que combine métodos cuantitativos y cualitativos, indicadores ecológicos con

relatos culturales y análisis estructurales con interpretación simbólica, como plantea Norgaard (1994).

La transdisciplinariedad se entiende como construcción de lenguajes compartidos, procesos de traducción conceptual y espacios de negociación cognitiva entre saberes distintos. Este proceso debe concebirse como deliberado, político y reflexivo, impulsando la co-construcción de marcos interpretativos, agendas de investigación y estrategias de intervención desde el diálogo entre ciencia y comunidad.

Esta perspectiva se articula con metodologías participativas y enfoques de investigación-acción, asumiendo la incertidumbre como una condición estructural del conocimiento. En sistemas complejos, resulta imposible anticipar todas las consecuencias ni garantizar control total sobre los factores. Por ello, la acción busca generar capacidades adaptativas para aprender colectivamente, revisar supuestos y reconfigurar vínculos entre sujetos, territorios y tecnologías.

Esta exigencia plantea también una ética de la humildad cognitiva, que reconoce los límites inherentes a todo conocimiento y fomenta mecanismos de vigilancia epistemológica colectiva. Practicar una ciencia autocrítica, plural y dialógica, abierta a la deliberación pública y al control democrático de sus implicaciones tecnológicas y políticas, resulta esencial.

La traducción de estos principios a las políticas públicas implica una reconfiguración institucional profunda. El modelo jerárquico y sectorial que actualmente domina la gestión agropecuaria, fundamentado en lógicas de comando y control, instrumentos estandarizados y planificación vertical, resulta disfuncional en un entorno caracterizado por interdependencia, incertidumbre y relaciones dinámicas. Se requieren redes de gobernanza policéntrica, capaces de articular niveles territoriales local, regional, nacional y global y diversos tipos de actores como productores, técnicos, científicos, consumidores, organizaciones sociales y entidades estatales.

Esto implica revisar los criterios de evaluación, los mecanismos de financiamiento y los marcos normativos, que actualmente privilegian la uniformidad, la eficiencia inmediata y la rentabilidad económica por encima de la sostenibilidad ecológica, la pertinencia social y la justicia cognitiva, como señalan Folke et al. (2005). Se requiere construir indicadores capaces de medir resiliencia, diversidad funcional, equidad territorial, soberanía alimentaria y participación ciudadana en la toma de decisiones.

Dentro de este enfoque, las comunidades rurales deben comprenderse como sujetos epistémicos activos, con capacidad para observar, interpretar, crear innovaciones propias y gestionar sus sistemas productivos. Esta visión demanda una transformación profunda de las instituciones científicas y tecnológicas, que pasan de una lógica de transferencia de conocimientos a una lógica de coproducción situada. Las comunidades participan en todas las etapas: formulación de problemas, diseño de soluciones, evaluación de impactos y redefinición de objetivos.

El pensamiento complejo evita ofrecer soluciones cerradas o marcos normativos acabados. Su fuerza reside en fomentar una actitud epistemológica crítica, una postura política abierta y una ética del cuidado en escenarios marcados por conflictividad, diversidad y cambio constante. Cultivar una inteligencia relacional fortalece el diálogo, valora las diferencias, reconoce la coevolución entre naturaleza y cultura e impulsa la construcción de futuros alternativos que dignifican la vida en todas sus expresiones.

Visualizar una agricultura verdaderamente regenerativa, capaz de nutrir cuerpos, territorios y vínculos, exige más que nuevas tecnologías. Demanda nuevas formas de pensar, conocer y convivir. Desde esta mirada, la complejidad ofrece una oportunidad para reencontrarse con lo esencial: la interdependencia que sostiene la vida.

### **La dimensión económica de la agricultura moderna**

La agricultura contemporánea, profundamente transformada por tecnologías digitales, biotecnológicas y automatizadas, presenta una complejidad económica que desafía los marcos analíticos tradicionales. Lejos de concebirse como un sector aislado regido exclusivamente por leyes de oferta, demanda y productividad marginal, la agricultura moderna actúa como un subsistema dentro de una red de interacciones ecosociales, institucionales y tecnológicas. En este entramado confluyen flujos de capital global, estructuras políticas, infraestructuras digitales, conocimientos ancestrales y dinámicas ecológicas. Desde esta perspectiva, el análisis económico de la agricultura exige una relectura fundamentada en los principios del pensamiento complejo.

En el paradigma agroindustrial clásico, el desarrollo agrícola se asoció a la mecanización intensiva, la homogenización de cultivos y la maximización del rendimiento por hectárea, bajo la premisa de que la eficiencia técnica derivaba en beneficios económicos directos y sostenibles. La evidencia empírica cuestiona esta

lógica. La dependencia de insumos externos, los altos costos energéticos, la degradación ambiental y la volatilidad de los mercados muestran que la productividad aislada resulta insuficiente para sostener rentabilidad y resiliencia económica prolongada (Altieri & Nicholls, 2020). La llamada revolución verde digital busca renovar esta promesa mediante herramientas como big data, inteligencia artificial, biotecnología y automatización, aunque introduce tensiones distributivas y estructurales.

Un punto crítico surge con la creciente concentración del acceso a tecnologías avanzadas. Herramientas como sensores remotos, plataformas de gestión de cultivos, edición genética, modelos predictivos basados en aprendizaje automático y sistemas automatizados de riego requieren inversiones iniciales significativas, condiciones institucionales robustas y competencias técnicas especializadas. Esta situación produce una brecha agrotecnológica descrita por Patel (2013), que margina a pequeños y medianos productores, especialmente en el Sur Global. Muchos quedan subordinados a estructuras tecnológicas diseñadas desde centros de poder económico y epistemológico. Esta desigualdad funciona como retroalimentación, debilita la diversidad productiva y aumenta la vulnerabilidad del sistema agroalimentario mundial.

La financiación del agro intensifica esta problemática. La participación creciente de fondos de inversión, bancos y conglomerados transnacionales en la compra de tierras, la especulación con alimentos y el control de cadenas de valor convierte la función alimentaria en un activo financiero volátil. Este proceso desvincula el precio de los alimentos de sus condiciones reales de producción y los expone a burbujas especulativas, choques externos como pandemias y guerras, y procesos de acaparamiento de tierras (Borras et al., 2011). La agricultura se transforma en un objeto de extracción económica, lo que erosiona su capacidad para garantizar seguridad y soberanía alimentaria.

Desde el pensamiento complejo, esta transformación se comprende como una red de relaciones con múltiples factores ecológicos, simbólicos, técnicos, culturales, institucionales y afectivos. La economía agrícola trasciende el cálculo de costos y beneficios y se entiende como un sistema de interdependencias donde las decisiones económicas emergen en contextos de incertidumbre, contradicción y multiplicidad racional.

Esta pluralidad se observa con claridad en los territorios rurales, donde coexisten prácticas tradicionales con tecnologías digitales, estrategias de subsistencia con

inserciones en mercados globales y formas colectivas de producción con lógicas empresariales. En estos espacios, la adopción tecnológica responde a decisiones situadas, negociadas y adaptativas. Comunidades indígenas y campesinas, por ejemplo, integran selectivamente herramientas digitales como sistemas de trazabilidad, aplicaciones meteorológicas y plataformas de venta directa, mientras mantienen modos de vida, calendarios agrícolas y sistemas de gobernanza local (Toledo, 2003).

Un aspecto esencial que la economía convencional ignora consiste en las externalidades. Las prácticas agrícolas intensivas basadas en monocultivos, agroquímicos y mecanización generan impactos ecológicos y sociales ausentes en los precios de mercado. Esto incluye contaminación de suelos y aguas, pérdida de biodiversidad, emisiones de gases de efecto invernadero y deterioro de la salud comunitaria. Estas consecuencias, interpretadas como efectos colaterales en el análisis clásico, representan costos estructurales que debilitan la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Los sistemas agroecológicos, aunque puedan mostrar rendimientos inmediatos más bajos, generan externalidades positivas: fortalecen la cohesión comunitaria, restauran ciclos ecológicos, promueven la soberanía alimentaria y reducen la dependencia de insumos externos. Estos beneficios rara vez reciben reconocimiento en los marcos de evaluación económica hegemónicos. El pensamiento complejo propone superar esta visión reduccionista mediante indicadores integrales que incluyan dimensiones ecológicas, culturales y sociales, permitiendo una valoración sistémica de la rentabilidad.

La economía ecológica y la agroecología crítica aportan elementos valiosos a este enfoque al integrar principios termodinámicos, análisis de flujos de energía, ciclos de nutrientes y dinámicas regenerativas. Desde estas perspectivas, se plantea una crítica frontal a la idea de productividad entendida como maximización unidimensional, proponiendo en su lugar nociones de eficiencia adaptativa, diversidad funcional y resiliencia socioecológica (Gliessman, 2015). Estas métricas permiten evaluar cuánto se produce, cómo se produce, con qué impactos y en beneficio de quiénes.

Un sistema agrícola que produce grandes volúmenes a corto plazo, depende de subsidios, agota recursos naturales y desplaza comunidades locales carece de eficiencia desde la perspectiva compleja. En cambio, un sistema diversificado, con ciclos cerrados de nutrientes, integración de cultivos y animales, circuitos cortos de

comercialización y gobernanza participativa ofrece una rentabilidad estructural superior en términos de sostenibilidad, autonomía y justicia social.

En este contexto, el concepto de economía regenerativa resulta especialmente pertinente. Esta visión concibe la agricultura como una actividad cíclica, restaurativa y relacional, donde el valor económico se integra al valor ecológico y social. A diferencia del modelo lineal-industrial, la economía regenerativa busca restaurar ecosistemas, fortalecer el capital social y generar beneficios distribuidos y duraderos, alineándose con los principios del pensamiento complejo.

La dimensión económica de la agricultura moderna requiere abordarse desde una lógica territorializada. Las condiciones ecológicas, culturales, institucionales y políticas varían sustancialmente entre regiones y determinan las posibilidades de adopción tecnológica, innovación organizacional y sostenibilidad económica. Las políticas públicas, en este sentido, se orientan a promover ecosistemas institucionales adaptativos que reconozcan la especificidad de los territorios, fomenten la diversidad productiva y habiliten procesos de innovación social y tecnológica desde abajo.

Algunas estrategias clave incluyen el fomento de plataformas digitales abiertas, la democratización del acceso a datos agrícolas, el desarrollo de infraestructuras públicas de apoyo técnico, la consolidación de mercados locales y solidarios y la inversión en formación transdisciplinaria. Estas políticas se diseñan con participación activa de los actores locales en procesos de co-creación que articulen saberes científicos, empíricos y comunitarios.

Repensar la dimensión económica de la agricultura desde la complejidad implica transformar los marcos de formación profesional. Economistas agrarios, ingenieros, extensionistas, tomadores de decisión y líderes comunitarios requieren herramientas conceptuales y metodológicas para comprender la no linealidad, la incertidumbre, la recursividad y la coevolución características de los sistemas agroalimentarios. Así resulta posible abandonar la lógica del rendimiento extractivo y transitar hacia una economía viva, anclada en el cuidado de los ecosistemas, el bienestar de las comunidades y la sostenibilidad intergeneracional.

La agricultura moderna se encuentra en el centro de uno de los desafíos más apremiantes del siglo XXI: garantizar la seguridad alimentaria mundial en un contexto de crisis climática, crecimiento poblacional, desigualdad estructural y degradación ecosistémica. Enfrentar esta problemática desde un enfoque

reduccionista conduce a soluciones parciales y contraproducentes. La seguridad alimentaria trasciende la disponibilidad calórica global y la agricultura moderna supera la mera producción tecnificada. Se necesita una mirada que articule la interdependencia de factores ecológicos, tecnológicos, culturales, políticos y económicos: una perspectiva compleja.

Tradicionalmente, la seguridad alimentaria se ha estructurado en torno a cuatro pilares: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad. La modernización agrícola, desde la revolución verde hasta la agricultura 4.0, concentró sus esfuerzos en el primero, aumentando la disponibilidad de alimentos mediante intensificación productiva, semillas mejoradas, fertilizantes sintéticos y mecanización. Esta estrategia elevó considerablemente los rendimientos de cultivos clave como trigo, maíz y arroz, aunque dejó sin resolver otros pilares y profundizó desigualdades (FAO, 2022).

Desde el pensamiento complejo, este desequilibrio revela un error epistemológico: reducir el fenómeno alimentario a una dimensión técnico-productiva y pasar por alto sus múltiples conexiones. El acceso a los alimentos depende de la capacidad económica, la logística de distribución, las políticas agrarias y la concentración de tierras. La utilización alimentaria está condicionada por la calidad nutricional, la cultura alimentaria y la salud pública. La estabilidad se refiere a la capacidad del sistema para resistir perturbaciones como sequías, conflictos armados, pandemias o crisis económicas. Todos estos factores son interdependientes, dinámicos y presentan relaciones no lineales.

El desarrollo de tecnologías como inteligencia artificial, sensores remotos, edición genética y plataformas digitales ofrece un potencial valioso para la seguridad alimentaria. Dicho potencial se encuentra mediado por desigualdades tecnológicas, acceso asimétrico al conocimiento y formas de apropiación corporativa. Las innovaciones tecnológicas resultan cargadas de valores y decisiones políticas: sus impactos dependen de cómo se diseñan, distribuyen y gobiernan. Una perspectiva compleja exige analizar su eficacia técnica y sus implicaciones sociales, ecológicas y éticas (Morin, 2005).

Un caso ilustrativo es el de la agricultura de precisión. Estas tecnologías permiten una aplicación eficiente de insumos como agua, fertilizantes y pesticidas, focalizando su uso según condiciones específicas. Su implementación exige dispositivos costosos, conectividad digital y capacidades analíticas avanzadas, inaccesibles para muchos agricultores del Sur Global. Esta exclusión tecnológica

refuerza desigualdades estructurales y limita la distribución de beneficios, debilitando la resiliencia del sistema alimentario.

El pensamiento complejo permite problematizar la paradoja entre eficiencia y resiliencia. Muchos sistemas agrícolas modernos presentan alta eficiencia bajo condiciones estables, aunque resultan frágiles ante perturbaciones. Un monocultivo tecnificado ofrece altos rendimientos, aunque resulta vulnerable a plagas, sequías o fluctuaciones del mercado. Un sistema agroecológico diversificado, con menor rendimiento unitario, muestra mayor capacidad de adaptación y mantiene su funcionalidad en contextos críticos. Por ello, la seguridad alimentaria debe sustentarse en un equilibrio dinámico entre productividad, diversidad, soberanía y sostenibilidad.

A escala global, esta problemática se entrecruza con la geopolítica del comercio agrícola. Bloques económicos como Estados Unidos, China o la Unión Europea aplican subsidios, imponen barreras arancelarias y promueven acuerdos de libre comercio que distorsionan los precios internacionales y condicionan la soberanía alimentaria del Sur Global. Las corporaciones transnacionales controlan segmentos clave de la cadena agroalimentaria, desde las semillas hasta las plataformas digitales, consolidando una arquitectura de gobernanza centrada en la rentabilidad y alejada del derecho a la alimentación (Clapp, 2016).

Una visión compleja de la agricultura moderna integra la noción de justicia alimentaria. Importa tanto el volumen de producción como la forma en que se produce, para quién se produce, bajo qué condiciones y con qué consecuencias ecológicas y sociales. Esto implica incorporar saberes indígenas y campesinos en las políticas públicas, democratizar los procesos de toma de decisiones, diversificar los sistemas productivos y concebir la alimentación como un derecho humano.

Resulta imprescindible considerar el componente ecológico como fundamento de la seguridad alimentaria. La producción de alimentos depende de servicios ecosistémicos esenciales como la polinización, la regulación hídrica, la fertilidad de suelos y la estabilidad climática. Estos servicios se ven degradados por la deforestación, el uso intensivo de agroquímicos y la expansión urbana. Un modelo agrícola que agota los recursos que lo sostienen carece de seguridad estructural. La sostenibilidad ecológica constituye una condición indispensable para la alimentación futura.

### **Aumento de la productividad vs. distribución asimétrica**

Las tecnologías agrícolas avanzadas han permitido incrementos notables en la productividad, especialmente en grandes unidades productivas. Estos beneficios se distribuyen de forma desigual. Mientras algunas regiones optimizan recursos mediante sistemas de información geográfica, automatización e insumos inteligentes, vastos territorios rurales carecen de acceso a infraestructura básica, conectividad o asistencia técnica, perpetuando asimetrías estructurales.

Esta paradoja demuestra que la eficiencia técnica debe evaluarse considerando las relaciones de poder, la estructura de propiedad y el acceso diferenciado a la tecnología. La productividad resulta una expresión relacional de interdependencias sociales, ecológicas y tecnológicas, y requiere análisis integradores.

La agricultura digital sustentada en big data, sensores, inteligencia artificial y robótica ofrece herramientas para enfrentar los desafíos del cambio climático. La generación de sistemas de alerta temprana, la gestión hídrica de precisión y la automatización de prácticas agrícolas contribuyen a reducir la huella ecológica y fortalecer la resiliencia de los agroecosistemas. Esta promesa se encuentra condicionada por barreras de acceso, vacíos normativos y concentración del conocimiento.

Desde la óptica del pensamiento complejo, la adaptación climática se configura como un proceso coevolutivo entre tecnología, instituciones y saberes. La seguridad alimentaria concebida como disponibilidad, acceso, estabilidad y adecuación cultural requiere soluciones adaptativas diseñadas con las comunidades, evitando imposiciones verticales. La diversidad actúa como principio estratégico en sistemas complejos. Esta incluye biodiversidad genética, heterogeneidad de saberes, prácticas, estructuras organizativas y circuitos de mercado. Frente a la incertidumbre climática y económica, los sistemas alimentarios con base diversificada resultan más resilientes.

Las redes alimentarias locales, los circuitos cortos de comercialización y las formas cooperativas de producción fortalecen el tejido comunitario y la soberanía alimentaria, mientras reducen la dependencia de insumos fósiles y mercados volátiles. Valorar estos modelos implica reconocer conocimientos tradicionales, derechos colectivos y políticas públicas diferenciadas.

La gobernanza alimentaria desde una lógica compleja requiere contemplar multiplicidad de escalas, actores y niveles de decisión involucrados en la producción,

transformación y distribución de alimentos. Las decisiones adoptadas en un punto del sistema, como subsidios, liberalización comercial o promoción de monocultivos, generan retroalimentaciones que amplifican vulnerabilidades o debilitan capacidades locales. Una gobernanza sistémica se sustenta en mecanismos deliberativos multinivel, con participación efectiva de comunidades, asociaciones de productores, instituciones científicas y organismos estatales. Instrumentos como análisis multicriterio, simuladores de sistemas adaptativos y cartografías colaborativas resultan aliados estratégicos para construir políticas alimentarias sensibles a la complejidad, la incertidumbre y la diversidad.

### **Retos y oportunidades en el marco de los sistemas complejos**

Comprender la agricultura moderna desde el paradigma de los sistemas complejos resulta una exigencia epistemológica ante la crisis multidimensional que afecta el sistema agroalimentario global. Lejos de aparecer como un subsistema aislado, la agricultura constituye un entramado coevolutivo que articula dimensiones ecológicas, técnicas, económicas, culturales y políticas, atravesado por múltiples escalas y retroalimentaciones. Esta complejidad estructural desafía enfoques reduccionistas dominantes, los cuales fragmentan el conocimiento agrario en variables controlables, aunque resultan ineficaces frente a problemas sistémicos como el cambio climático, la erosión de la biodiversidad o la desigualdad territorial.

Uno de los retos centrales surge del déficit de integración epistemológica. Las ciencias agrícolas tradicionales tienden a compartimentar sus objetos de estudio, como rendimientos, sanidad vegetal o mecanización, bajo lógicas experimentales lineales que omiten las interacciones emergentes entre componentes del sistema. Esta mirada fragmentaria genera soluciones tecnológicamente eficientes en el corto plazo, aunque insostenibles a largo plazo (Altieri, 2009). Se plantea la urgencia de construir modelos de investigación transdisciplinarios que integren ecología del suelo, sociología rural, saberes campesinos y economía política, reconociendo la pluralidad de racionalidades presentes en el quehacer agrícola.

Otro reto relevante corresponde al modelo hegemónico de innovación, centrado en agricultura digital, biotecnología y automatización. Este enfoque, sustentado en una racionalidad instrumental, prioriza la eficiencia técnica sobre la justicia social o la sostenibilidad ecológica y promueve soluciones homogéneas desvinculadas de realidades territoriales. Desde una lógica sistémica, estas tecnologías pueden reconfigurarse para el bien común. Herramientas como big data, sensores remotos o inteligencia artificial, orientadas desde una ética común y desarrolladas

participativamente, fortalecen redes de monitoreo comunitario, agroecología de precisión y trazabilidad transparente (Levidow et al., 2014).

Un desafío estructural surge de la incertidumbre inherente a los sistemas abiertos. Los agroecosistemas, concebidos como sistemas complejos adaptativos, responden a múltiples variables cambiantes e interconectadas, como clima, mercados, políticas y culturas. Por ello, se plantea sustituir el ideal de control por estrategias basadas en resiliencia, diversidad funcional y descentralización decisional. Esta adaptabilidad sistémica se fortalece mediante prácticas de diversificación productiva, policultivo, manejo agroecológico y articulación en red de pequeños productores (Gliessman, 2015).

Otro reto clave se encuentra en el desfase entre escalas de decisión y escalas de impacto. Las políticas agrícolas se diseñan desde niveles nacionales o supranacionales, aunque sus efectos emergen en territorios locales específicos. Esta desconexión genera medidas descontextualizadas, que amplifican vulnerabilidades existentes. Desde una perspectiva compleja, se requieren mecanismos de gobernanza multinivel basados en la co-creación de políticas públicas con actores territoriales y el reconocimiento de los saberes locales como fuentes legítimas de conocimiento operativo (Ostrom, 2009).

La retroalimentación retardada constituye otro obstáculo característico de los sistemas complejos. Las consecuencias de muchas prácticas agrícolas, como el uso intensivo de agroquímicos, emergen décadas después, cuando ya se han degradado cuerpos de agua, suelos o ecosistemas enteros. Esta temporalidad extendida exige reformular sistemas de evaluación tradicionales, incorporando indicadores de resiliencia, equidad intergeneracional y sostenibilidad sistémica.

La complejidad exige visibilizar relaciones causales indirectas e invisibilizadas. Por ejemplo, subsidios a fertilizantes mejoran la productividad a corto plazo y generan impactos adversos en la salud humana, la biodiversidad acuática o la dependencia tecnológica. Para abordar estos efectos colaterales resulta clave desarrollar modelos sistémicos de simulación y plataformas de aprendizaje adaptativo que permitan anticipar consecuencias inesperadas y fomentar reflexión crítica entre actores del sistema agroalimentario.

La agricultura requiere pensarse desde una lógica distinta a la tecnocrática. Se configura como un espacio de significación, memoria, afecto y cultura. Las formas de vida campesinas, las cosmovisiones indígenas y las racionalidades comunitarias

exigen reconocimiento epistémico, evitando la subordinación a un pensamiento instrumental que mide todo en términos de eficiencia. Desde la perspectiva del pensamiento complejo, esto implica avanzar hacia una ecología de saberes (Santos, 2009), donde se legitimen múltiples formas de conocer, producir y habitar el territorio. En este marco florece una agroecología profundamente regenerativa.

Existen múltiples oportunidades. El auge de plataformas digitales colaborativas, la conciencia ecológica creciente y el fortalecimiento de redes internacionales de agroecología abren la posibilidad de construir ecosistemas de innovación distribuida, donde investigadores, agricultores, consumidores y legisladores co-creen sistemas alimentarios resilientes. Estas redes funcionan como sistemas vivos de aprendizaje colectivo, capaces de operar desde la horizontalidad y la diversidad.

El pensamiento complejo representa más que un marco teórico: constituye una ética epistémica, una manera de pensar que reconoce la incertidumbre, valora la contradicción, integra escalas diversas y mantiene apertura constante al diálogo y la transformación. Aplicado a la agricultura, se convierte en brújula para construir sistemas alimentarios justos, resilientes y enraizados en la vida.

Incorporar el pensamiento complejo en el análisis de la agricultura contemporánea resulta una necesidad histórica. El modelo agroindustrial vigente, basado en monocultivos intensivos, dependencia tecnológica, racionalidad extractivista y exclusión epistémica, evidencia inviabilidad ecológica, fragilidad social y estrechez cognitiva. La perspectiva compleja ofrece herramientas conceptuales y éticas para reconfigurar la relación con el sistema agroalimentario.

La agricultura, entendida como sistema autopoietico, se concibe como una red viviente que produce y reproduce sus componentes en interacción con el entorno. Esta concepción supera la visión mecanicista-cartesiana dominante y abre paso a una racionalidad ecológica, relacional y evolutiva. Tecnologías como la agricultura de precisión o la digitalización del campo adquieren sentido cuando se subordinan a principios de equidad, justicia territorial y sostenibilidad.

La agroecología, lejos de presentarse como simple alternativa técnica frente al modelo industrial, debe asumirse como una epistemología en construcción. Aunque ha avanzado, enfrenta limitaciones como el ahistoricismo, la falta de una teoría crítica consolidada y cierta distancia respecto de debates sobre poder, desigualdad y conocimiento. Aquí, el pensamiento complejo ofrece fundamentos para una agroecología crítica, capaz de articular historia, ética, teoría y acción.

La transformación metodológica resulta indispensable. Investigar desde la complejidad implica abandonar la transferencia vertical del conocimiento y adoptar enfoques transdisciplinarios, co-participativos y territorializados. Exige dialogar con datos cuantitativos, relatos etnográficos, mapas colaborativos y simuladores adaptativos. Implica reconocer que el conocimiento valioso habita en los territorios, los cuerpos y las memorias.

Las políticas públicas deben alinearse con esta transformación. Resulta insuficiente recurrir a subsidios a la producción o incentivos fiscales. Se requieren formas de gobernanza adaptativa, multiescalar y multi actor, donde movimientos sociales, gobiernos locales, universidades, sectores productivos y comunidades rurales articulen estrategias de transición justa. Las experiencias latinoamericanas de redes agroecológicas, mercados locales solidarios y sistemas participativos de garantía ofrecen precedentes sobre cómo avanzar.

Pensar la agricultura desde la complejidad constituye un acto civilizatorio. Más allá de garantizar calorías, significa regenerar vínculos con la tierra, con las comunidades y con lo vivo. Implica construir sistemas capaces de producir alimentos, sentido, dignidad, memoria y futuro. La agricultura del siglo XXI se sostiene mediante una transformación profunda de las formas de conocer, gobernar y convivir. El pensamiento complejo ofrece una brújula: una manera de mirar, pensar y actuar para navegar con lucidez la incertidumbre de nuestro tiempo.



## Capítulo 12

# El desarrollo económico local desde las ciencias de la complejidad

# El desarrollo económico local desde las ciencias de la complejidad

**E**n las últimas décadas, el Desarrollo Económico Local (DEL) ha sido abordado mayoritariamente desde visiones lineales que privilegian el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), la atracción de inversión extranjera directa y la creación de empleo formal como objetivos prioritarios. Esta concepción, de raigambre neoclásica, ha predominado en políticas públicas, organismos multilaterales y estrategias de competitividad territorial. Su reduccionismo evidencia limitaciones severas ante desafíos como la crisis ecológica, la desigualdad estructural, la fragmentación social y las transiciones tecnológicas aceleradas. En este escenario, el pensamiento complejo (Morin, 2007) y las ciencias de la complejidad (Holland, 1995) emergen como marcos epistemológicos alternativos que permiten repensar el desarrollo como un proceso no lineal, adaptativo, emergente, situado y profundamente relacional.

El objetivo de este texto consiste en reconstruir críticamente los fundamentos del DEL a la luz de las ciencias de la complejidad, proponiendo un desplazamiento desde enfoques mecanicistas y universales hacia estrategias contextualizadas, coevolutivas y participativas. Para ello, se revisan las principales teorías del desarrollo local, se articulan con los postulados de Morin y Holland y se exploran las implicaciones prácticas de concebir el territorio como un sistema complejo adaptativo.

El campo del desarrollo local se ha configurado históricamente a partir de corrientes teóricas que, aunque valiosas, permanecen parcializadas. Una lectura compleja evita descartarlas y las religa, revelando sus complementariedades ocultas.

- Ventaja comparativa (Ricardo, 1817). Sostiene que los territorios deben especializarse en bienes y servicios con costos relativos inferiores, impulsando el comercio para maximizar la eficiencia agregada. Su debilidad surge al concebir los territorios como unidades pasivas y homogéneas, omitir procesos de aprendizaje y suponer mercados perfectos.
- Crecimiento endógeno (Romer, 1990. Lucas, 1988). Introduce la idea de que la acumulación de capital humano, la innovación y el conocimiento endógeno constituyen motores internos de desarrollo. Aporta la noción de rendimientos crecientes derivados del conocimiento colectivo, aunque tiende a subestimar las asimetrías de poder y las barreras estructurales que condicionan la apropiación de esos beneficios.
- Distritos industriales (Marshall, 1920. Becattini, 1991). Destacan la importancia de redes territoriales de pequeñas y medianas empresas articuladas mediante confianza, normas compartidas y capital social. Estos sistemas productivos locales muestran que la proximidad geográfica favorece la circulación de conocimiento tácito, la flexibilidad y la innovación incremental.
- Desarrollo territorial (Boisier, 2005. Vázquez Barquero, 2009). Concibe el territorio como construcción social, resultado de la interacción entre actores, instituciones y recursos endógenos. Subraya la gobernanza participativa y la elaboración de proyectos colectivos de futuro, abriendo paso a estrategias de desarrollo basadas en identidad y cooperación multiescalar.
- Economía social y solidaria (Coraggio, 2011. Laville, 2013). Propone una economía orientada por principios de equidad, reciprocidad y sostenibilidad. Reconoce la centralidad de la reproducción de la vida, más allá de la acumulación de capital, e introduce subjetividades políticas indispensables para la cohesión territorial.
- Sistemas complejos adaptativos (Holland, 1995. Arthur, 2015). Plantean que los territorios se configuran como sistemas abiertos compuestos por agentes heterogéneos que interactúan, aprenden y se adaptan. El desarrollo se manifiesta como patrón emergente, fruto de interacciones no lineales y retroalimentaciones positivas y negativas.

La articulación de estas corrientes revela que el desarrollo local depende de la combinación sinérgica de recursos tangibles, como infraestructura y financiamiento, y recursos intangibles, como conocimiento, valores e identidades. Por ejemplo, el clúster de software de Medellín se fortaleció gracias a los incentivos fiscales y a la interacción continuada entre universidades, empresas emergentes, redes de capital social y una narrativa colectiva de transformación postindustrial. Estas experiencias confirman que la complejidad exige capacidades de observación sistémica, gobernanza adaptativa y ética de la corresponsabilidad. La ventaja comparativa deja de sustentarse exclusivamente en dotaciones naturales y se redefine en la capacidad de articular ecosistemas de conocimiento distribuido capaces de generar innovación social y tecnológica de manera sostenida (Cooke, 2013).

### **Fundamentos del Pensamiento Complejo y la Complejidad**

Edgar Morin, en 2007, afirma que lo real se organiza simultáneamente en órdenes y desórdenes interdependientes. El pensamiento complejo, lejos de ser una metodología ornamental, constituye una reforma del entendimiento que exige contextualizar, articular y asumir la incertidumbre.

Morin introduce los principios de la autoecoorganización, la recursividad organizacional y el bucle dialogante parte-todo, invitando a pensar la economía más allá del paradigma de la simplicidad. Holland en 1995 y la Escuela de Santa Fe extienden esta sensibilidad a entornos cuantificables mediante modelos de autómatas celulares, algoritmos genéticos y teoría de redes.

En los sistemas complejos adaptativos, las pautas globales emergen de reglas locales simples, y las propiedades emergentes retroalimentan el comportamiento de los agentes, produciendo una dinámica de coevolución permanente. Este marco profundiza la comprensión de la complejidad.

El principio dialógico formulado por Morin invita a sostener simultáneamente nociones en apariencia antagónicas: competencia y cooperación, eficiencia y equidad, tradición e innovación. Este ejercicio de pensamiento posibilita diseños institucionales que reconcilian intereses divergentes mediante arreglos híbridos, como los parques científico-tecnológicos operados por alianzas público-privadas-comunitarias. En términos metodológicos, la complejidad privilegia la modelización experimental, la simulación basada en agentes y la etnografía multisituada para capturar la multiescalaridad de los procesos de desarrollo.

Retroalimentación positiva y negativa. Los bucles de retroalimentación determinan trayectorias divergentes: políticas exitosas amplifican sus efectos mediante el aprendizaje interactivo, mientras que fallas detectadas tardíamente pueden conducir a bloqueos tecnológicos. La evaluación continua resulta parte inherente del proceso de desarrollo.

Temporalidades múltiples. Coexisten ritmos cortos, medios y largos: innovación incremental, ciclos de inversión, cambio cultural y regeneración ecosistémica. Las estrategias contemplan horizontes temporales diferenciados para evitar miopías que comprometan la sostenibilidad.

La convergencia entre principios de complejidad y objetivos de desarrollo sostenible impulsa transitar hacia economías circulares, matrices energéticas limpias y sistemas alimentarios territoriales. Territorios que han incorporado arreglos de gobernanza polinivel, como Basilea, Curitiba y Costa Rica, muestran mayor resiliencia climática y capacidad de captura de valor local (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023). En síntesis, un enfoque complejo del desarrollo económico local reivindica la primacía de la vida sobre la acumulación y alienta solidaridades innovadoras para la resiliencia territorial colectiva.

Desde la perspectiva del pensamiento complejo, el diseño de políticas públicas en torno al desarrollo económico local abandona esquemas universalistas, normativos y tecnocráticos que lo han caracterizado históricamente. Las políticas se conciben como procesos de coconstrucción social, enraizados en el conocimiento situado y la capacidad de aprendizaje colectivo. Este enfoque reconoce que la complejidad territorial se comprende como un entramado dinámico de relaciones, saberes y prácticas en constante transformación. En consecuencia, una política pública inspirada en la complejidad asume los siguientes principios rectores:

- Contextualización radical. Cada territorio requiere intervenciones específicas basadas en el análisis de sus historias locales, trayectorias de desarrollo, culturas organizativas y ecologías particulares. Esto implica sustituir marcos homogéneos por diagnósticos participativos, sensibles a las singularidades de cada lugar.
- Participación multisectorial e intercultural. La formulación de políticas incorpora la pluralidad de actores: gobiernos, comunidades, sector privado, universidades y organizaciones sociales, junto con saberes tradicionales, técnicos y populares. La inclusión activa de pueblos indígenas, colectivos

campesinos, juventudes urbanas y sectores marginados refuerza la legitimidad y eficacia de las acciones públicas.

- Innovación institucional y aprendizaje adaptativo. Se consolidan ecosistemas de innovación territorial que fomentan la experimentación, el error constructivo y la modificación continua de las estrategias. Las políticas funcionan como prototipos vivos, sujetos a evaluación dialógica y reformulación constante según sus impactos reales.
- Sistemas de evaluación con lógica dinámica. En lugar de métricas estáticas centradas en indicadores cuantitativos, se priorizan evaluaciones formativas y cualitativas que valoran trayectorias de transformación, aprendizajes organizativos, fortalecimiento de capacidades y generación de confianza social.
- Capacidad de adaptación y resiliencia institucional. Las políticas se diseñan con flexibilidad para responder a crisis sanitarias, conflictos sociopolíticos, cambios climáticos o disrupciones tecnológicas. Esta adaptabilidad exige un aparato estatal capaz de leer el entorno, interpretar señales emergentes y articular respuestas ágiles y colaborativas.

El diseño de políticas públicas desde un enfoque complejo evita anular la incertidumbre y propone navegarla de manera colectiva. Este enfoque reemplaza la lógica del control por una ética del cuidado territorial, fundamentada en la escucha activa, la negociación constante y la corresponsabilidad compartida.

## **Gobernanza Territorial desde la Complejidad**

La gobernanza territorial, observada desde la complejidad, se distancia de los modelos jerárquicos y verticales característicos de la planificación clásica. En lugar de imponer directrices desde un centro de poder, consiste en articular un ecosistema de actores con capacidades, intereses y lenguajes diversos. En esta concepción, la gobernanza se concibe como un proceso policéntrico, distribuido y adaptativo, donde las decisiones se construyen de manera relacional y situada.

Autores como Jessop (2002) y Ostrom (2009) demostraron que los arreglos institucionales con mayor resiliencia son aquellos que fomentan la deliberación constante, el aprendizaje compartido y la gestión colaborativa de recursos. El Estado, lejos de monopolizar la acción pública, se configura como un facilitador de procesos

colectivos, capaz de construir puentes, generar confianza y permitir la emergencia de inteligencias colaborativas. Esta perspectiva exige transformaciones profundas en las capacidades institucionales.

Se requiere inteligencia contextual. Más allá de la eficiencia técnica, las instituciones deben desarrollar la capacidad de interpretar las lógicas territoriales, comprender configuraciones complejas y anticipar escenarios. Para lograrlo, se necesitan equipos multidisciplinarios, sistemas de información flexibles y mecanismos de retroalimentación constantes.

También resulta fundamental construir una institucionalidad porosa. Esto implica que las fronteras entre Estado, sociedad civil y sector privado se tornen permeables, favoreciendo la circulación de saberes, la co-producción de bienes públicos y la negociación de objetivos diversos sin imponer una racionalidad única.

La coordinación multinivel se vuelve indispensable. La gobernanza debe operar en distintos planos como el local, regional, nacional e internacional. Esto exige construir sinergias desde el respeto por la autonomía local y la especificidad territorial, evitando la homogeneización de decisiones.

Los mecanismos de monitoreo participativo resultan esenciales. Para evitar la tecnocratización de las políticas, es clave establecer procesos de evaluación dialógica, donde la ciudadanía y los actores implicados valoren los resultados, identifiquen bloqueos y propongan ajustes estratégicos. Este monitoreo se orienta al aprendizaje institucional y fomenta la mejora continua. Desde esta visión, el territorio se entiende como un sujeto político y epistémico, capaz de construir su propio futuro a partir de su memoria, su diversidad y su agencia colectiva.

El pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad proponen una ruptura epistemológica al replantear el concepto de territorio. En lugar de considerarlo un espacio geográfico delimitado o una unidad administrativa gestionable, se lo concibe como un sistema complejo adaptativo, tal como plantean Holland (1995) y Morin (2005). Este sistema constituye un entramado dinámico de relaciones, donde interactúan actores heterogéneos como instituciones, empresas, organizaciones sociales, comunidades, saberes ancestrales y ecosistemas. Estas interacciones generan aprendizajes, transformaciones y fenómenos emergentes.

Esta visión desplaza la idea de intervención lineal y controlada. Las acciones de política generan efectos imprevistos, las decisiones de actores locales pueden

amplificarse o transformarse según el contexto, y los equilibrios permanecen en constante transformación. El territorio se comporta como un organismo vivo, dotado de capacidades de autorregulación, resiliencia y creación de sentido. Algunas características clave de este enfoque:

- **Emergencia.** Las propiedades del territorio trascienden la suma de sus componentes. Surgen de las interacciones complejas entre actores, procesos y estructuras. La identidad territorial emerge de la relación simbólica entre el lugar, su historia, su cultura y sus habitantes.
- **Retroalimentación.** Cada acción pública genera efectos que reconfiguran el sistema y transforman sus condiciones de base. Esta circularidad exige estrategias evaluadas y ajustadas de manera constante, fomentando aprendizaje continuo.
- **Autoorganización.** Las comunidades locales poseen capacidad para generar orden, cooperación e innovación sin depender de una dirección centralizada. Este principio se observa en redes ciudadanas activas ante crisis, en sistemas agroecológicos regenerativos y en experiencias de autogestión urbana.
- **No linealidad.** Intervenciones pequeñas pueden producir efectos sistémicos de gran magnitud. Esta sensibilidad a las condiciones iniciales demanda precaución, monitoreo constante y capacidad de reacción flexible.
- **Co-evolución.** Los actores territoriales transforman el entorno y se transforman en el proceso. Esta dinámica mutua exige políticas que acompañen y fortalezcan procesos locales, fomentando la construcción colectiva de trayectorias.

El territorio, concebido de esta forma, actúa como un sujeto colectivo, creativo y resiliente. Su comprensión exige un enfoque integrador que articule análisis sistémico, sensibilidad cultural, ecología política y visión prospectiva estratégica.

La planificación territorial se entiende como un arte de navegación en contextos inciertos, donde la brújula se orienta éticamente, el mapa se construye dinámicamente y el rumbo se define junto con la comunidad.

Visualizar el territorio como sistema complejo adaptativo transforma tanto la perspectiva conceptual como las estrategias concretas de gestión. Más que basarse

en planes rígidos, metas fijas o modelos replicables, la gestión territorial adopta enfoques experimentales, iterativos y deliberativos. Esto implica una praxis institucional atenta al proceso, anclada en la escucha activa y comprometida con la construcción colectiva de sentido. A continuación, se proponen algunas estrategias clave para una gestión territorial inspirada en la complejidad:

- Cartografías relacionales. La planificación surge de mapas vivos que integran recursos físicos, infraestructura, relaciones sociales, conflictos latentes, saberes comunitarios y flujos invisibles. Estas cartografías incluyen dimensiones simbólicas, emocionales y culturales, esenciales para comprender la territorialidad vivida.
- Laboratorios territoriales de innovación. Espacios híbridos donde convergen actores diversos, como comunidades, gobiernos, universidades, emprendedores y artistas, para experimentar soluciones locales. Estos laboratorios permiten testear ideas, aprender del error, escalar innovaciones validadas y retroalimentar políticas públicas desde la práctica.
- Planeación adaptativa. Sustituir planes cerrados por hojas de ruta flexibles, revisables a partir de indicadores contextuales, narrativas ciudadanas y diagnósticos participativos. Este enfoque fortalece la capacidad de reacción ante eventos inesperados y refuerza la autonomía estratégica local.
- Tejido de redes colaborativas. Fomentar plataformas de coordinación horizontal que integren sectores diversos. Las redes funcionan como espacios de construcción de confianza, deliberación ética y generación de inteligencia colectiva.
- Gestión del conocimiento distribuido. Consolidar sistemas de documentación, sistematización y socialización de aprendizajes construidos en el territorio. La memoria institucional y comunitaria constituye un activo estratégico para fortalecer la resiliencia, evitar repeticiones innecesarias y consolidar saberes locales.

Estas estrategias operan desde una lógica inversa a la dominante en muchas políticas públicas: en lugar de imponer modelos externos, se parte de lo que el territorio ya practica, de sus capacidades latentes y de sus dinámicas emergentes. La tarea de la gestión pública es visibilizar, conectar y potenciar estas fuerzas vivas.

El enfoque complejo del Desarrollo Económico Local se vincula intrínsecamente con una dimensión ética. Si los territorios se comprenden como sistemas vivos y las políticas públicas forman parte de ellos, el desarrollo se concibe como una práctica situada de cuidado de la vida en todas sus expresiones. Esta perspectiva establece límites normativos al uso instrumental del territorio como mero espacio de extracción o crecimiento económico.

En este sentido, el desarrollo territorial se entiende como una construcción colectiva orientada a la sostenibilidad ecológica, la equidad social y la dignidad humana. Implica cuidar tanto las capacidades productivas como las condiciones de existencia, integrar las economías visibles con las economías del cuidado y valorar el uso y el sentido simbólico de los bienes comunes. Algunos principios éticos que emergen de esta visión son:

- Responsabilidad intergeneracional. Toda acción de desarrollo debe considerar sus impactos sobre las generaciones futuras, especialmente en lo relativo a los bienes comunes naturales, culturales y simbólicos.
- Justicia territorial. El acceso equitativo a los beneficios del desarrollo requiere garantizar condiciones que eviten reproducir lógicas de exclusión, concentración o despojo. Esto implica mecanismos de redistribución, reconocimiento y reparación histórica.
- Reconocimiento de la diversidad. La heterogeneidad cultural, productiva y ecológica del territorio se entiende como fuente de resiliencia, creatividad y sentido colectivo. Las políticas deben proteger y nutrir esa diversidad, evitando su homogeneización.
- Cuidado de los vínculos. El desarrollo busca reforzar los lazos comunitarios, las relaciones de confianza y los tejidos solidarios. La fragmentación social refleja un deterioro territorial tan grave como el desempleo o la pobreza.
- Este paradigma ético transforma las lógicas de intervención. El desarrollo deja de definirse únicamente por tasas de crecimiento o niveles de inversión, y se valora por su capacidad de sostener la vida en condiciones de dignidad, equidad y plenitud.

El pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad ofrecen un marco epistemológico robusto para repensar el Desarrollo Económico Local, trascendiendo

el economicismo reduccionista y las lógicas tecnocráticas de planificación. Al concebir los territorios como sistemas complejos adaptativos, se desplazan nociones de control, predictibilidad y eficiencia por otras como interdependencia, emergencia, resiliencia, aprendizaje y cuidado.

Este cambio de paradigma implica transformaciones profundas en el diseño de políticas, la configuración institucional y las prácticas de gestión. Significa apostar por territorios vivos, inteligentes y éticos, capaces de generar sentidos propios de desarrollo desde su singularidad, su historia y su vocación colectiva.

El reto es doble: descolonizar los saberes del desarrollo y repolitizar la gestión territorial. El primero reconoce que los modelos hegemónicos surgen de posiciones de poder que invisibilizan otras formas de vida y producción. El segundo asume que el desarrollo constituye un asunto político: define qué vidas se valoran, qué futuros se imaginan posibles y quiénes participan en su construcción.

Apostar por un enfoque complejo del desarrollo económico local significa afirmar que cada territorio conserva potencial para reinventarse como sujeto activo de su propia transformación. En la trama viva de relaciones, conflictos, aprendizajes y afectos, emerge la posibilidad de construir futuros diversos y dignos.

En estos sistemas, la heterogeneidad de los agentes se entiende como un recurso esencial para la resiliencia. Gobiernos locales, cooperativas agrícolas, universidades, organizaciones no gubernamentales, empresas, redes informales, actores culturales y comunidades ancestrales constituyen nodos de un entramado relacional que se construye en la interacción constante, donde cada uno aporta marcos interpretativos, saberes y recursos distintos. El aprendizaje adaptativo, entendido como la capacidad de los actores para modificar su comportamiento en función del entorno y de las experiencias acumuladas, constituye una de las propiedades centrales del sistema territorial (Folke, 2006).

Este aprendizaje se manifiesta tanto a nivel individual como institucional y también en el plano sistémico, mediante procesos de retroalimentación que permiten corregir, ajustar o transformar dinámicas territoriales. La introducción de una política pública puede generar efectos inesperados, lo que exige reacciones colectivas para redefinirla. Estos ciclos de ensayo y error, en los que el error se asume como parte constitutiva del proceso de aprendizaje, se distancian de los esquemas racionalistas que imaginan una planificación perfecta y definitiva. Adoptar el enfoque del

territorio como sistema complejo adaptativo implica un cambio profundo en las estrategias de intervención:

- Diseñar políticas públicas flexibles, experimentales y capaces de aprender de la práctica.
- Crear plataformas de gobernanza que favorezcan el diálogo entre saberes, el reconocimiento de la diversidad cultural y la coproducción de conocimiento.
- Superar indicadores estáticos y trabajar con herramientas de modelado dinámico, simulaciones de escenarios, mapas de actores y análisis de redes sociales.
- Incorporar la incertidumbre como dato estructural, fomentando capacidades de anticipación y resiliencia en lugar de perseguir certidumbres ilusorias.

Comprender el territorio como sistema complejo adaptativo permite trascender visiones tecnocráticas y funcionalistas, y pensar el desarrollo desde una lógica procesual, relacional e interdependiente. Se trata de observar los territorios como ecosistemas sociales, económicos y culturales en mutación constante, donde la planificación se convierte en un ejercicio de escucha activa, interacción múltiple y coevolución colectiva.

La comprensión del desarrollo económico local desde el pensamiento complejo supone un viraje epistemológico que rechaza la fragmentación analítica. En lugar de disociar economía, sociedad, política y ecología, propone una mirada integradora, donde los territorios se configuran como sistemas abiertos, dinámicos e interdependientes, en interacción continua con su entorno y consigo mismos. Desde esta lógica, el desarrollo emerge de la articulación entre dimensiones tangibles e intangibles, estructurales y culturales, materiales y simbólicas, cuya interacción resulta emergente y recursiva.

## **Hacia una metodología compleja para el desarrollo territorial**

La comprensión del desarrollo económico local como proceso complejo exige, más que un marco conceptual, requiere herramientas metodológicas prácticas. En lugar de modelos replicables o recetas universales, el enfoque complejo propone metodologías situadas, sensibles al contexto, que integren distintos niveles de

análisis y diversas fuentes de conocimiento. A continuación, se propone una ruta metodológica inspirada en el pensamiento complejo, orientada a diagnosticar, planificar e intervenir en territorios con lógica adaptativa, participativa e integradora.

- **Cartografía de actores y saberes.** El punto de partida en cualquier diagnóstico territorial complejo es la identificación plural de actores, incluidos aquellos frecuentemente invisibilizados como mujeres rurales, comunidades étnicas, colectivos juveniles y redes informales. A esta diversidad se suma el reconocimiento de los saberes presentes: técnicos, empíricos, ancestrales, organizativos y artísticos.

Esta cartografía relacional ayuda a comprender la ecología de interacciones que sostiene al territorio, sus tensiones, zonas de silencio y potenciales sinérgicos. Incluye nodos de poder, flujos simbólicos, materiales y comunicativos. Herramientas como mapas mentales colectivos, análisis de redes sociales, talleres participativos y mapeos afectivos permiten construir esta imagen integrada.

- **Diagnóstico sistémico e histórico.** Una fase esencial implica construir una visión sistémica del territorio, analizando dinámicas económicas, ecológicas, socioculturales, institucionales y simbólicas. Se estudian interrelaciones, retroalimentaciones, asimetrías estructurales y flujos interterritoriales.

Este diagnóstico requiere una dimensión histórica para comprender procesos de largo plazo que han configurado las condiciones actuales. ¿Qué trayectorias ha seguido el territorio? ¿Qué continuidades y rupturas marcaron sus ciclos de desarrollo? ¿Qué memorias colectivas actúan como referentes u obstáculos? El pensamiento complejo se basa en reconocer la historia vivida y sus múltiples interpretaciones.

- **Identificación de patrones emergentes y puntos de apalancamiento.** Una de las mayores contribuciones de la mirada compleja es su capacidad para detectar patrones emergentes, entendidos como comportamientos recurrentes que surgen de las interacciones del sistema. Identificar estos patrones permite visualizar dinámicas latentes, oportunidades ocultas y riesgos subestimados. El crecimiento de redes de trueque, mercados campesinos y organizaciones vecinales en zonas periféricas son ejemplos de procesos emergentes que conviene potenciar.

Junto a estos patrones, resulta clave reconocer puntos de apalancamiento: nodos estratégicos donde intervenciones pequeñas generan efectos significativos. Pueden ser liderazgos comunitarios, instituciones puente, recursos simbólicos o infraestructuras clave. Actuar sobre estos puntos requiere escucha atenta y procesos de co-diseño que fortalezcan transformaciones endógenas.

- **Co-diseño de escenarios y estrategias adaptativas.** Las estrategias de desarrollo local deben construirse mediante escenarios múltiples y estrategias adaptativas que permitan experimentar, aprender y ajustar el rumbo. Los escenarios funcionan como narrativas plausibles construidas colectivamente para explorar futuros alternativos y preparar respuestas flexibles.

Las estrategias combinan niveles de acción, escalas de tiempo y tipos de intervención. Resulta esencial que surjan del diálogo con actores locales, integrando visiones, intereses y capacidades diversas.

Herramientas como laboratorios de innovación territorial, simulaciones, plataformas de inteligencia colectiva y presupuestos participativos facilitan estos procesos. Lo fundamental es fomentar una cultura de planificación viva, flexible, dialógica y abierta a la incertidumbre.

- **Evaluación reflexiva y aprendizaje institucional.** El enfoque complejo invita a repensar la evaluación. Más que medir metas predefinidas, se trata de acompañar procesos, identificar aprendizajes, corregir trayectorias y fortalecer capacidades colectivas. La evaluación se convierte en proceso continuo, participativo y reflexivo, centrado en el camino recorrido y en los aprendizajes emergentes.

Se necesitan indicadores mixtos, sensibles al contexto, relevantes para los actores y adaptables en el tiempo. También se requieren mecanismos de aprendizaje institucional, espacios donde las organizaciones revisen críticamente su actuación, reformulen estrategias y sistematicen lecciones. Desde esta lógica, el error se asume como fuente de aprendizaje. Lo esencial es aprender a transitar la complejidad con humildad, creatividad y responsabilidad compartida.

Para concretar un desarrollo económico local inspirado en la complejidad, se requiere superar las intervenciones unidimensionales y promover una gobernanza con múltiples niveles y actores. Esta perspectiva entiende que el desarrollo exige

articulaciones densas y dinámicas entre escalas territoriales (local, regional, nacional, global) y entre actores públicos, privados, comunitarios y académicos.

Desde el pensamiento complejo, el territorio se concibe como un nodo inmerso en redes múltiples, un espacio donde interactúan sistemas interdependientes con lógicas diversas y ritmos asimétricos. Esta visión impulsa mecanismos de coordinación flexible, diálogo intercultural e institucionalidad creativa para evitar bloqueos burocráticos y fragmentaciones desarticuladas.

La poliarquía funcional permite imaginar una coordinación horizontal entre instituciones como ministerios, alcaldías, organizaciones, cámaras de comercio, universidades y cooperativas. La meta es sincronizar sin imponer uniformidad. Esto requiere estructuras flexibles, espacios de mediación, reglas claras para la deliberación y una cultura organizacional que valore la cooperación.

### **Instrumentos de gestión compleja**

Acompañar procesos desde la complejidad requiere herramientas de gestión coherentes con esta lógica. Algunas claves son:

- Sistemas de monitoreo adaptativo, que permiten ajustar estrategias en tiempo real, captar señales tempranas y responder a entornos cambiantes.
- Mapas de actores y agendas compartidas, útiles para identificar intereses, conflictos y posibles sinergias, así como para definir objetivos comunes.
- Sistemas de indicadores mixtos, que integran variables objetivas como producción o ingresos y variables subjetivas como percepción de bienestar, autoestima colectiva o confianza en las instituciones.
- Evaluaciones participativas, basadas en escucha activa, diálogo intercultural y devolución de resultados para tomar decisiones conjuntas.

Estas herramientas exigen capacidades técnicas y una actitud ética centrada en la transparencia, la corresponsabilidad y el compromiso con el bien común.

### **Economía del conocimiento y ecosistemas de innovación territorial**

La transición hacia una economía basada en el conocimiento impone nuevos desafíos al desarrollo local. Más allá de competir por costos o ubicación, los territorios necesitan construir ventajas cognitivas y relacionales: aprender, innovar y

conectar saberes diversos. Un ecosistema de innovación representa una red densa de interacciones entre actores heterogéneos que producen, intercambian y aplican conocimiento.

Este ecosistema integra conocimiento técnico, saberes tradicionales, experiencia práctica y valores culturales. Así entendido, el conocimiento surge de la interacción social y se distribuye en el territorio. De ahí la relevancia de la educación, la investigación aplicada, las plataformas colaborativas y los laboratorios ciudadanos como pilares del desarrollo.

Desde la perspectiva compleja, la innovación se entiende como un proceso emergente, resultado de interacciones múltiples y transformaciones constantes. Las políticas de innovación deben crear espacios para la experimentación, la cooperación entre actores y la apropiación social del conocimiento.

El reto consiste en equilibrar la necesidad de generar impacto económico con la urgencia de resolver problemas sociales y ambientales. La economía del conocimiento debe mejorar condiciones de vida, regenerar ecosistemas y fortalecer el tejido social. Para lograrlo, es necesario redefinir los criterios de éxito, incluyendo equidad, sostenibilidad y bienestar colectivo.

- **Indicadores y evaluación reflexiva.** Una de las dificultades principales en la aplicación de la complejidad al desarrollo territorial radica en construir indicadores adecuados. Los indicadores tradicionales, centrados en PIB o inversión extranjera, capturan dimensiones parciales. Se necesitan sistemas de evaluación que consideren multidimensionalidad, no linealidad y procesos emergentes.

Autores como Midgley y Espinosa han propuesto evaluaciones sistémicas que integran variables cualitativas, indicadores subjetivos y deliberación colectiva. Estas metodologías valoran la triangulación, la evaluación en tiempo real y la capacidad de ajustar políticas en función del aprendizaje.

Herramientas como cartografías sociales, análisis de redes, matrices de resiliencia territorial y mapas de valor compartido ayudan a visualizar interacciones clave, nodos estratégicos y zonas de vulnerabilidad. Estas herramientas permiten entender cómo y por qué funciona un proceso, evitando replicar modelos sin considerar el contexto.

El desafío es construir un lenguaje común entre gestores, comunidades y académicos, que traduzca la complejidad en decisiones prácticas. Esto implica apertura al aprendizaje, reconocimiento de la incertidumbre y disposición para adaptarse a la ambigüedad.

- **Riesgos y condiciones para una aplicación real.** El pensamiento complejo, aunque potente, presenta riesgos. Uno es usar términos como "emergencia" o "resiliencia" de manera superficial, sin convertirlos en prácticas concretas. Otro riesgo es la elitización del discurso, que puede alejar a actores locales. Para evitarlo, se requiere traducir conceptos en estrategias claras, herramientas pedagógicas y narrativas accesibles.

Aplicar la complejidad requiere instituciones capaces de sostener procesos largos y coherentes, con voluntad política, estructuras de apoyo y equipos preparados. Sin estos elementos, la complejidad puede convertirse en un discurso bienintencionado aunque ineficaz.

### **Transformaciones institucionales y aprendizaje territorial**

Consolidar el desarrollo económico local desde el pensamiento complejo exige transformar las instituciones. Concebidas como sistemas vivos de reglas formales e informales que orientan la acción colectiva, las instituciones evolucionan al interactuar con su entorno. Desde esta perspectiva, las instituciones locales requieren aprender, adaptarse y evolucionar junto con las dinámicas territoriales, superando marcos centralizados y políticas prediseñadas.

Este aprendizaje implica dejar atrás el enfoque burocrático de metas rígidas y asumir una gobernanza reflexiva, que integra revisión constante, gestión de errores y adaptación continua. Una agencia de desarrollo local implementa políticas, monitorea efectos, aprende de resultados, incorpora retroalimentación comunitaria y rediseña intervenciones de manera participativa.

La clave radica en activar ciclos de aprendizaje organizacional. Gobiernos, empresas, universidades y organizaciones sociales comparten visiones, elaboran diagnósticos conjuntos y experimentan con base en escenarios. Este proceso reconoce la incertidumbre como parte natural de la transformación. Las instituciones se convierten en inteligencias colectivas que guían los procesos territoriales con escucha activa, deliberación informada y flexibilidad estratégica.

El aprendizaje institucional se fortalece con pedagogías territoriales que impulsan la apropiación colectiva del territorio como espacio de construcción de futuro. Esto se refleja en planeación participativa, laboratorios ciudadanos, asambleas deliberativas y proyectos de innovación social, donde saberes científicos, técnicos y comunitarios se integran de manera horizontal.

Desde la mirada compleja, el territorio se define por sus tramas relacionales. El capital territorial, entendido como la suma de recursos tangibles e intangibles, abarca confianza social, cooperación intersectorial, tejido asociativo, memoria cultural y valores compartidos. Este capital surge de procesos históricos de interacción, conflicto y colaboración.

El desarrollo económico local requiere fortalecer redes de confianza, reciprocidad y articulación estratégica. Estas redes funcionan como infraestructuras invisibles que sostienen la economía. La ausencia de confianza, cooperación y proyectos colectivos conduce a un crecimiento frágil y desigual. Estudios demuestran que los vínculos sociales densos y horizontales fomentan innovación, eficiencia y equidad.

Las políticas públicas asumen el fortalecimiento del capital social como meta. Esto implica promover redes de proveedores y consumidores locales, crear plataformas digitales colaborativas y reconocer formas asociativas diversas como cooperativas y redes de cuidado. El capital social surge de una construcción política deliberada, que requiere estímulo y respaldo institucional.

El análisis de redes permite mapear actores clave, identificar bloqueos, visualizar comunidades de conocimiento y diseñar estrategias multiescalares. Este enfoque facilita comprender dinámicas de interdependencia que sostienen el desarrollo territorial.

La resiliencia se expresa como capacidad de reorganización, aprendizaje y transformación ante perturbaciones profundas. Más que resistir, implica crear nuevas estructuras y relaciones para enfrentar desafíos. La resiliencia territorial implica identificar sistemas socioeconómicos clave, como alimentación, energía y empleo, y diseñar estrategias que aseguren continuidad y fomenten transformación. Requiere gobernanza capaz de detectar señales tempranas, activar respuestas coordinadas y estimular innovación institucional.

La resiliencia se basa en principios de justicia social. Se busca construir resiliencias distribuidas, donde sectores históricamente marginados participen con voz,

recursos y capacidad para definir su futuro. Las transiciones sistémicas se comprenden como procesos políticos. Más que mejorar modelos existentes, se trata de imaginar y construir futuros alternativos. Esto implica activar experiencias piloto, ensayar nuevas formas de producción y reconfigurar relaciones entre economía, ecología y cultura. Estas transiciones surgen de disputas, aprendizajes y alianzas.

El pensamiento complejo se plantea como una actitud que reconoce la incertidumbre, la ambigüedad y la interdependencia como condiciones constitutivas de la vida social. Aplicado al desarrollo económico local, implica asumir los territorios como sistemas vivos, con historias propias, conflictos latentes, capacidades emergentes y potencialidades diversas.

Esta visión cuestiona marcos tradicionales de planeación, que fragmentan la realidad y miden el éxito con indicadores descontextualizados. La complejidad propone la planificación entendida como aprendizaje, la acción pública como construcción colectiva y la evaluación como espacio de diálogo.

El pensamiento complejo resignifica el desarrollo económico local como práctica situada, participativa y abierta a la transformación. Esto exige instituciones flexibles, ciudadanía activa, conocimiento compartido y voluntad política auténtica. Así, el desarrollo se convierte en una experiencia concreta de transformación y dignidad territorial.

### **Articulación con teorías del desarrollo económico local**

El pensamiento complejo integra y enriquece las teorías previas sobre desarrollo económico local desde una mirada más rica, situada y crítica. Su aporte principal es epistémico: cuestiona los supuestos lineales, las dicotomías rígidas y las lógicas causales cerradas de la planificación convencional. Plantea una metateoría transdisciplinaria, abierta a la incertidumbre, la pluralidad y la coevolución.

El enfoque endógeno, impulsado por Vázquez Barquero, destaca la innovación territorial, el capital humano y la identidad cultural como motores de desarrollo. Esta perspectiva valora las capacidades internas y enfatiza la participación arraigada. Desde la complejidad, se complementa con una mirada relacional y multiescalar que reconoce la construcción híbrida, conflictiva y situada de cada territorio, atravesada por múltiples escalas y racionalidades en tensión. El desarrollo endógeno se fortalece al considerar capacidades internas y conexiones externas, con sus tensiones y posibilidades transformadoras.

La gobernanza multinivel articula diferentes niveles de gobierno y actores en políticas públicas. La visión compleja amplía esta idea al incorporar la autoorganización social. Muchos procesos surgen de redes informales, alianzas espontáneas y aprendizajes distribuidos. La gobernanza policéntrica distribuye la autoridad según legitimidad, experiencia y capacidad de articulación.

Prácticas emergentes como cooperativas multi-actorales, observatorios ciudadanos, pactos territoriales y presupuestos participativos reflejan una democracia relacional y evolutiva. La gobernanza se entiende como proceso vivo basado en ajustes, deliberación y aprendizaje colectivo.

La economía social y solidaria ofrece un terreno fértil para la complejidad. Basada en cooperación, equidad, sostenibilidad y autogestión, prioriza a las personas sobre el lucro. Desde la complejidad, se interpreta como infraestructura de resiliencia social. Dispositivos como monedas locales, circuitos cortos, bancos comunales y redes de cuidado crean tejidos colaborativos que mitigan crisis y fortalecen la capacidad adaptativa. La economía social y solidaria se comprende como fenómeno emergente y forma legítima de innovación social. En contextos de exclusión estructural, estas prácticas abren caminos transformadores y requieren respaldo en políticas de desarrollo.

El pensamiento complejo revisa críticamente teorías clásicas. La ventaja comparativa, centrada en especialización y libre comercio, se resignifica al evidenciar vulnerabilidades derivadas de la interdependencia global. La pandemia reveló fragilidades territoriales y rupturas en las cadenas de suministro. Bajo esta óptica, se valoran conceptos como redundancia productiva, interdependencia solidaria y sistemas adaptativos.

Modelos como los polos de desarrollo o el crecimiento regional desequilibrado adquieren nuevas lecturas al incorporar coevolución institucional, interacciones multiescalares y retroalimentaciones. La complejidad reinterpreta estas teorías en clave dinámica y actual. El pensamiento complejo dialoga con perspectivas heterodoxas sin diluirlas. La economía ecológica aporta el principio de límites biofísicos. La decolonialidad plantea críticas a la epistemología eurocéntrica. La teoría de la dependencia ofrece una visión estructural del poder global. Estas perspectivas se articulan en una ecología de saberes complementarios. Este posicionamiento alimenta un horizonte crítico, integrando racionalidades diversas en proyectos territoriales orientados a justicia y sostenibilidad.

La complejidad invita a avanzar hacia una metateoría situada. Cada territorio construye su propia cartografía, articulando dimensiones objetivas como infraestructura, productividad y empleo con dimensiones subjetivas como identidad, memoria y sentido. Las teorías sirven como herramientas para pensar, funcionan como marcos flexibles. El diseño de estrategias territoriales se basa en co-construcción, experimentación y validación constante. La planificación se convierte en una práctica situada de aprendizaje y transformación compartida.

### **Desafíos y oportunidades**

Abordar el desarrollo económico local desde la complejidad implica abandonar soluciones preconfiguradas, matrices unívocas y marcos lineales de intervención. Los territorios funcionan como sistemas complejos adaptativos donde la incertidumbre, la diversidad, el conflicto y la emergencia configuran dinámicas imprevisibles. El mayor desafío es metodológico: construir marcos flexibles, sensibles al contexto, capaces de articular dimensiones cualitativas y cuantitativas, racionales e intuitivas, técnicas y culturales.

Uno de los principales retos consiste en fortalecer capacidades adaptativas en gobiernos locales y organizaciones sociales. Operar con planificación rígida resulta insuficiente. Las instituciones deben aprender a aprender. Esto requiere desarrollar capacidades dinámicas que permitan detectar cambios, procesar información compleja y reconfigurar recursos y narrativas. Los territorios se cultivan como organismos vivos cuya resiliencia depende de su capacidad de adaptación consciente.

Este aprendizaje institucional exige sistemas internos de retroalimentación, cultura reflexiva, liderazgos distribuidos y estructuras que fomenten el diálogo interdisciplinario e intersectorial. La evaluación debe ser un dispositivo de reflexión colectiva orientado a revisar supuestos, explorar alternativas y facilitar correcciones de rumbo.

Una condición clave para la adaptabilidad es crear espacios seguros para experimentar. Estos entornos permiten ensayar nuevas prácticas, modelos o tecnologías sin consecuencias irreversibles. Valorar el aprendizaje por error como motor de innovación requiere documentar y analizar fallos como insumos para la mejora continua.

El diseño de laboratorios de innovación territorial resulta efectivo para promover estas dinámicas. Allí, actores como productores, académicos, funcionarios y

ciudadanía co-crean prototipos de políticas, validan soluciones y generan conocimiento situado. Esta lógica experimental rompe con políticas impuestas y abre camino a modelos de gobernanza participativos y evolutivos.

El enfoque complejo exige métodos de evaluación formativa que acompañen procesos y valoren dimensiones difíciles de cuantificar como confianza, agencia, calidad relacional, creatividad y apropiación local. Evaluar implica considerar resultados, procesos, trayectorias y momentos críticos.

Los instrumentos deben diseñarse con flexibilidad, pluralidad epistémica y sensibilidad contextual. Métodos como evaluación participativa cualitativa, mapas de actores, indicadores narrativos y cartografías socioespaciales ofrecen información rica sobre dinámicas locales y condiciones para transformaciones futuras. Herramientas de modelado de sistemas como dinámica de sistemas o simulaciones ayudan a identificar nodos estratégicos y visualizar escenarios.

El enfoque complejo abre espacio a la diversidad ontológica y epistémica. El desarrollo integra pluralidad de modos de vida, saberes y formas de habitar el territorio. Esta diversidad potencia la resiliencia y la innovación. Al incluir visiones indígenas, campesinas, afrodescendientes y urbanas periféricas se enriquece el repertorio de estrategias y se evitan reduccionismos tecnocráticos.

Desde la ecología política se observa que muchos conflictos territoriales surgen por incompatibilidades de valores y concepciones de buen vivir. Una planificación compleja visibiliza tensiones, facilita la traducción entre mundos y habilita acuerdos interculturales y transdisciplinarios.

Reconocer la diversidad ecológica implica superar la visión utilitaria de los recursos. Los ecosistemas actúan como actores territoriales, co-producen bienestar, estructuran dinámicas económicas, influyen en la identidad cultural y afectan la viabilidad futura. Integrar esta lógica promueve un enfoque socioecológico.

## **Ejemplos de implementación territorial desde la complejidad**

- **Laboratorios de innovación territorial en Medellín, Colombia.** La ciudad de Medellín pasó de ser un enclave de violencia estructural a un referente internacional en innovación social urbana gracias a la creación de ecosistemas de innovación compleja. Destacan espacios como Ruta N y el

Centro de Innovación del Maestro (MOVA), donde universidades, empresas, gobierno y ciudadanía participan en dinámicas de co-creación.

Estos laboratorios operan como sistemas adaptativos. Las soluciones se desarrollan mediante prototipos iterativos, con participación comunitaria y evaluación formativa. Se han trabajado temas como movilidad sostenible, formación docente, prevención de violencias y transformación de espacios públicos desde el aprendizaje colectivo y la experimentación controlada (Alcaldía de Medellín, 2018).

- **Estrategia de gobernanza resiliente en el Delta del Paraná, Argentina.** En esta región caracterizada por alta biodiversidad y vulnerabilidad climática, se impulsa una planificación participativa socioecológica. Una red multiactoral integrada por organizaciones campesinas, comunidades isleñas, científicos y gobiernos locales desarrolla un sistema de alerta temprana y monitoreo hidrológico participativo.

El proyecto articula saberes locales e institucionales mediante tecnologías simples y conocimiento ancestral sobre los ciclos del río. Esta experiencia muestra cómo una cuenca puede gestionarse desde una gobernanza distribuida, sensible a dinámicas emergentes y adaptativa ante perturbaciones (López Cerezo et al., 2019).

- **Redes agroecológicas en Oaxaca, México.** En comunidades zapotecas de Oaxaca, organizaciones impulsan estrategias de desarrollo endógeno basadas en agroecología, comercio justo y fortalecimiento cultural. Se promueve el capital relacional mediante redes campesinas de intercambio de semillas, conocimientos y productos, con alto grado de autonomía.

Las metodologías incluyen cartografía social, asambleas deliberativas y diagnósticos comunitarios. Con incertidumbre climática, estas comunidades demuestran resiliencia al combinar prácticas tradicionales con innovaciones ecológicas (Toledo y Barrera-Bassols, 2009). La diversidad biocultural se asume como activo y fuente de fortaleza.

- **Presupuestos participativos adaptativos en Porto Alegre, Brasil.** En Porto Alegre, el presupuesto participativo se refinó mediante ajustes anuales basados en experiencias ciudadanas y desempeño real de obras públicas.

La retroalimentación y la deliberación por distritos permitieron redefinir prioridades, ajustar cronogramas, redistribuir fondos y fortalecer la agencia comunitaria. Esta

práctica constituyó un ejemplo de sistema autoorganizado con gobernanza distribuida, donde la burocracia se reemplazó por inteligencia colectiva territorial (Avritzer, 2009).

- **Mapeo de sistemas alimentarios locales en Cataluña, España.** El Observatorio de Sistemas Alimentarios de Cataluña construye una cartografía participativa de productores, canales cortos de comercialización, bancos de semillas, políticas municipales y actores de la economía social. Busca revelar interconexiones ocultas del sistema alimentario y facilitar decisiones informadas y colaborativas.

Se parte de reconocer el carácter emergente y no lineal del sistema agroalimentario. Metodologías como análisis de redes, entrevistas etnográficas y enfoques multiescalares permiten diseñar políticas integradas, promover circuitos alternativos y fortalecer la resiliencia ecológica y económica vinculada a las comunidades (Vivas y Padilla, 2022).

Estos casos muestran que el pensamiento complejo funciona como gramática operativa para orientar intervenciones públicas, comunitarias y académicas. Cada experiencia refleja principios como aprendizaje colectivo, gobernanza distribuida, diversidad epistemológica, autoorganización y adaptabilidad.



## **Capítulo 13**

**Reflexiones finales  
sobre las ciencias de la complejidad y  
el pensamiento complejo**

# Reflexiones finales sobre las ciencias de la complejidad y el pensamiento complejo

## 1. Reflexiones generales

**E**ste libro presenta un recorrido transdisciplinario que entrelaza saberes, prácticas y tensiones epistémicas para comprender lo real desde la complejidad. Desde los orígenes de la ciencia moderna hasta debates contemporáneos sobre agricultura, economía, globalización, gobernanza y sostenibilidad, se explora cómo el pensamiento complejo ayuda a cuestionar visiones reduccionistas y a imaginar nuevas posibilidades ontológicas y políticas. Comprender el mundo surge como una necesidad ética que interpela nuestras formas de conocer, actuar y convivir en sistemas interdependientes y dinámicos.

Lejos de identificarse con el caos o el desorden, la complejidad se entiende como el entramado de interacciones, retroalimentaciones, propiedades emergentes y procesos autoorganizativos que configuran sistemas sociales, ecológicos, tecnológicos y cognitivos. Este enfoque reconoce que controlar los sistemas desde fuera resulta inviable, pues se habita en ellos y se actúa como sujetos interdependientes. Esta comprensión requiere una disposición abierta a la incertidumbre y capacidad para acoger paradojas, contradicciones y múltiples dimensiones del conocimiento.

La complejidad se concibe como una manera de pensar que desplaza la idea de objetividad neutral, control técnico y causalidad lineal. En lugar de ofrecer respuestas cerradas, invita a sostener preguntas profundas, leer los contextos con atención situada y evolucionar junto a los problemas. La llamada "danza de la complejidad" representa una práctica epistémica que exige sensibilidad contextual, flexibilidad cognitiva y una ética basada en la aceptación de la incertidumbre.

Esta pedagogía del asombro recuerda que todo conocimiento resulta parcial y que toda intervención genera efectos imprevistos. La ética del pensamiento complejo se basa en la humildad ontológica y en reconocer la imposibilidad de un saber absoluto. Por ello, la obra se abre hacia nuevas preguntas que aparecen como desafíos para el pensamiento, la acción y la convivencia en tiempos de crisis sistémicas:

- ¿Cómo educar para la complejidad sin caer en la parálisis?
- ¿Cómo diseñar políticas públicas que integren incertidumbre, diversidad e interdependencia?
- ¿Cómo construir organizaciones capaces de aprender y transformarse?
- ¿Cómo activar procesos colectivos que permitan imaginar futuros centrados en la regeneración, la justicia y el cuidado?

Estas preguntas invitan a procesos colectivos de construcción de sentido. En un mundo caracterizado por interdependencias profundas y múltiples aceleraciones, pensar en clave de complejidad surge como urgencia civilizatoria. Cada lector queda convocado a sumarse a esta danza con humildad, creatividad y compromiso ético.

## **2. Reflexiones sobre la frontera del conocimiento**

En las últimas décadas, el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad han ampliado de manera significativa sus horizontes, integrando aportes de la biología, la física cuántica, la informática, la neurociencia, la teoría de redes y los estudios sistémicos de sostenibilidad. Esta convergencia epistemológica surge de la necesidad de repensar las estructuras del conocimiento frente a fenómenos caracterizados por linealidad interrumpida, emergencia e inestabilidad dinámica.

El pensamiento complejo, inspirado en la obra de Morin, ha evolucionado desde una crítica a la fragmentación disciplinaria hacia una propuesta de reforma del pensamiento basada en la articulación de saberes, la autorreflexividad y la integración de la incertidumbre como categoría epistemológica central (Morin, 2007). Esta perspectiva ha sido adoptada y reelaborada en campos como la educación transformadora, la gobernanza adaptativa, las epistemologías decoloniales y las pedagogías críticas (Leff, 2020. Capra & Luisi, 2014).

Una tendencia emergente es la vinculación entre pensamiento complejo y redes socioecológicas, que modelan interacciones entre sistemas humanos y naturales sin reducirlas a relaciones causales simplificadas. Estas aproximaciones requieren un

refinamiento metodológico riguroso para evitar el uso superficial del concepto de complejidad o su conversión en categoría decorativa.

En el ámbito educativo, se han desarrollado marcos que promueven competencias para la complejidad, como pensamiento sistémico, crítico y ético, con el propósito de formar sujetos capaces de actuar en contextos de alta incertidumbre e interdependencia. Estas propuestas demandan un rediseño curricular profundo que transforme las lógicas pedagógicas tradicionales desde una epistemología relacional.

Desde las ciencias de la complejidad, los avances recientes incluyen el uso intensivo de modelación computacional para explorar comportamientos emergentes en sistemas adaptativos. En biología evolutiva, por ejemplo, se ha propuesto una explicación para la transición de células procariotas a eucariotas basada en restricciones estructurales del tamaño proteico y en la regulación genética mediada por intrones, lo que sugiere un evento abrupto de reorganización evolutiva (Lane, 2021).

En biología estructural, el Premio Nobel de Química 2024 otorgado a los creadores de herramientas basadas en inteligencia artificial para la predicción de estructuras proteicas como AlphaFold marcó un punto de inflexión. Estas herramientas, capaces de inferir con alta precisión la conformación tridimensional de una proteína a partir de su secuencia de aminoácidos, aceleran el descubrimiento científico, el diseño de medicamentos y la comprensión de enfermedades complejas (Senior et al., 2020).

En neurociencia, la creatividad ha sido repensada gracias al estudio de la Red Neuronal por Defecto implicada en la imaginación, el pensamiento divergente y la generación de ideas disruptivas. La inhibición de esta red se asocia con disminución de la capacidad creativa, lo que permite interpretar la creatividad como propiedad emergente de sistemas neuronales distribuidos y dinámicos (Beaty et al., 2016). Estos hallazgos abren perspectivas sobre la relación entre complejidad cerebral, estados mentales y producción cultural, desafiando modelos reduccionistas basados en localizaciones funcionales fijas.

La computación cuántica surge como un horizonte novedoso para la complejidad. La redefinición de las clases de complejidad tradicional mediante categorías como BQP y QMA ha ampliado los límites de lo computable, posibilitando abordar problemas irresolubles mediante algoritmos clásicos. Estos avances impactan en campos como criptografía, simulación de ecosistemas, optimización de redes

logísticas y modelado de mercados complejos (Preskill, 2018). Estos desarrollos exigen una vigilancia crítica constante. La fascinación tecnológica debe equilibrarse con reflexión filosófica y política rigurosa para evitar formas de exclusión disfrazadas de sofisticación técnica.

### **3. Ciencia tradicional y paradigma de la complejidad**

La contraposición entre la ciencia tradicional y el paradigma de la complejidad debe interpretarse como una tensión epistemológica productiva que revela diferentes modos de aproximarse a lo real. La ciencia tradicional, heredera de la modernidad cartesiana y del paradigma mecanicista, se ha caracterizado por su vocación analítica, su búsqueda de leyes universales, su apuesta por la predictibilidad y su tendencia a la fragmentación disciplinaria. Este enfoque ha demostrado una notable eficacia en el desarrollo tecnológico, la sistematización del conocimiento y la solución de problemas bien definidos. Su capacidad explicativa se ve limitada frente a fenómenos dinámicos, abiertos, adaptativos y lineales, como los ecosistemas, los cuerpos sociales, los procesos cognitivos y los sistemas económicos globales.

El paradigma de la complejidad, lejos de proponer una ruptura total con la tradición científica, busca complejizarla, enriquecerla desde una mirada que reconoce los límites de la simplificación reductiva. Tal como plantea Morin (2007), pensar en complejidad implica aprender a unir sin confundir, a distinguir sin disociar, a integrar sin reducir. Esta lógica epistemológica apuesta por una mirada relacional, que concibe los fenómenos como configuraciones emergentes producidas por múltiples interacciones entre componentes heterogéneos. La emergencia, la autoorganización, la retroalimentación, la linealidad, el azar y la incertidumbre son propiedades fundamentales a comprender y cultivar.

Desde esta perspectiva, el pensamiento complejo se opone a la absolutización de la ciencia. Valora la precisión analítica, aunque exige su contextualización en sistemas más amplios. Reconoce el método, aunque lo descentra como única vía legítima del conocimiento. Integra la razón en una ecología cognitiva donde también cuentan la intuición, la emoción, la ética y la estética. Esta ampliación epistemológica permite una comprensión más profunda, crítica y situada de la realidad, manteniendo el rigor y reconociendo su carácter inacabado.

Un ejemplo ilustrativo de esta articulación es el análisis del cambio climático. Mientras la ciencia tradicional aporta modelos cuantitativos sobre el comportamiento de los gases de efecto invernadero, el paradigma de la complejidad permite integrar dimensiones políticas, sociales, culturales y

económicas que interactúan con los procesos biofísicos de manera lineal y frecuentemente impredecible. Esta perspectiva ha sido adoptada por instituciones como el IPCC, que ha incorporado metodologías integradas y escenarios adaptativos para enfrentar la incertidumbre estructural del sistema climático global (IPCC, 2022). Así, el conocimiento se convierte en una construcción plural que admite bifurcaciones, umbrales críticos y sorpresas.

Un caso clave es el estudio de pandemias. La crisis global provocada por la COVID-19 reveló las limitaciones de los modelos epidemiológicos clásicos, basados en parámetros fijos y supuestos de homogeneidad poblacional. En respuesta, emergieron enfoques basados en sistemas complejos, que incorporaban variables como la movilidad urbana, las redes sociales, la percepción del riesgo, las respuestas institucionales, la desinformación y las desigualdades estructurales. Aunque estos modelos resultaban menos precisos en términos exactos, ofrecían representaciones más fieles de la realidad, permitiendo diseñar políticas públicas más sensibles al contexto y a las dinámicas emergentes (Barabási, 2021).

Este tránsito epistemológico implica una transformación profunda en la forma de producir y validar el conocimiento. Se trata de modificar las preguntas que nos hacemos, los marcos desde los que observamos, las metodologías que aplicamos y los valores que guían nuestra práctica investigativa. Como advierte Nicolescu (2008), esta transformación requiere un nuevo contrato entre ciencia, filosofía y sociedad, donde el conocimiento se conciba como un proceso transdisciplinario, abierto, situado y éticamente orientado.

Desde esta perspectiva, la complementariedad entre ciencia tradicional y pensamiento complejo se vuelve fecunda. Se trata de integrar lo mejor de cada uno para construir una ciencia más robusta, más reflexiva y más comprometida con los desafíos contemporáneos. La ciencia deja de ser una torre de marfil para convertirse en una práctica ecológica, política y coevolutiva, que reconoce su inserción en los sistemas que estudia y actúa con responsabilidad con ellos.

Este giro implica también una reconfiguración en la educación científica. Formar en complejidad consiste en promover una ecología del pensamiento que desarrolle habilidades para conectar saberes, detectar patrones, gestionar incertidumbre, pensar en múltiples escalas temporales y espaciales, y reflexionar críticamente sobre el lugar del conocimiento en la transformación del mundo. Se trata de formar sujetos epistémicos capaces de actuar en la incertidumbre, de dialogar con la diversidad y de imaginar alternativas.

En este marco, el pensamiento complejo emerge como una herramienta poderosa para la toma de decisiones en contextos de alta ambigüedad. Su enfoque pretende aprender a navegar la incertidumbre. Al proporcionar una visión ampliada de los problemas, facilita procesos de deliberación más inclusivos, diagnósticos más integrales y soluciones más sostenibles. Propone procesos de problematización que invitan a pensar en términos de interacciones, retroalimentaciones y consecuencias intencionadas. Su aplicación en el campo educativo permite pensar en una formación más integral, que fomente la capacidad de análisis, la creatividad, la sensibilidad ética y la disposición al diálogo. La educación en clave de complejidad busca formar sujetos capaces de convivir con los problemas de manera reflexiva, cooperativa y transformadora. Esta orientación coincide con propuestas de educación crítica, pedagogía de la pregunta y metodologías participativas que articulan saberes académicos con experiencias comunitarias y saberes subalternos (Freire, 1970. De Sousa Santos, 2009).

El pensamiento complejo, en este sentido, constituye una necesidad epistemológica en un mundo caracterizado por la incertidumbre radical, la aceleración de los cambios, la multiplicación de interdependencias y la intensificación de las crisis socioecológicas. Su alianza con las ciencias de la complejidad, entendidas como herramientas analíticas y computacionales para modelar sistemas complejos, permite una sinergia potente entre reflexión y técnica, entre comprensión cualitativa y simulación cuantitativa, entre visión filosófica y capacidad operativa.

Mientras las ciencias de la complejidad ofrecen medios para analizar la dinámica de sistemas adaptativos, el pensamiento complejo proporciona una perspectiva epistemológica y metodológica para interpretar sus resultados, evitar reduccionismos y mantener una actitud crítica con los límites de toda modelación. Al integrar estos enfoques, se logra una comprensión más profunda, situada y transformadora de la realidad, orientada a la explicación y a la acción ética.

Esta integración resulta fundamental en un momento histórico donde los desafíos que enfrentamos, desde el colapso climático hasta las crisis de sentido, pueden abordarse desde lógicas no lineales, transdisciplinarias y con una base ética. Se requiere una ciencia que comprenda, dialogue y se responsabilice. La complejidad representa una oportunidad para que la ciencia se renueve, se amplíe y responda a las exigencias del presente.

#### **4. Avances contemporáneos en pensamiento complejo y ciencias de la complejidad**

El desarrollo del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad en el siglo XXI ha estado marcado por una creciente institucionalización, una expansión transdisciplinaria y una apertura hacia metodologías de frontera. Instituciones como el Santa Fe Institute, el Center for Complex Systems Research, el Instituto de Sistemas Complejos de Valparaíso y la Fundación Multiversidad Mundo Real han sido nodos clave en la articulación de redes académicas que vinculan matemática, biología, sociología, ecología, filosofía, inteligencia artificial y educación.

Uno de los avances más significativos ha sido el desarrollo de herramientas de análisis de redes complejas aplicadas a fenómenos sociales. Investigaciones recientes han utilizado técnicas de análisis de redes multilaterales para estudiar procesos de innovación, difusión de conocimiento, colaboración científica y gobernanza policéntrica. Por ejemplo, el estudio de la red global de colaboración científica en vacunas COVID-19 reveló patrones de centralidad, asimetrías de poder y dinámicas de coevolución entre actores institucionales, que resultarían invisibles desde una perspectiva lineal (Chen et al., 2021).

En el campo de la sostenibilidad, se han desarrollado modelos de sistemas socioecológicos que integran variables ecológicas, económicas, culturales e institucionales. Estos modelos permiten simular escenarios de gobernanza, resiliencia y colapso, ofreciendo herramientas para la toma de decisiones en condiciones de alta incertidumbre. Estudios de Elinor Ostrom y sus seguidores han mostrado cómo sistemas complejos pueden autogobernarse mediante reglas adaptativas, monitoreo comunitario y mecanismos de sanción locales, desafiando la dicotomía entre Estado y mercado (Ostrom, 2009).

En el ámbito educativo, la pedagogía de la complejidad ha sido retomada por movimientos como la educación ecosocial, la ecología de saberes (Santos, 2010), el aprendizaje transformador y el diseño sistémico. Estas corrientes promueven formas de aprendizaje dialógicas, contextualizadas, multisensoriales y orientadas a la acción. Se han desarrollado metodologías como los laboratorios ciudadanos, las aulas invertidas, los mapas sistémicos y las narrativas transmedia, que buscan activar la imaginación sistémica de los estudiantes y su capacidad de intervenir éticamente en el mundo.

Ha surgido una corriente crítica dentro del propio campo de la complejidad que advierte sobre los riesgos de su cooptación por discursos tecnocráticos, su

banalización conceptual y su uso como palabra vacía en políticas públicas. Autores como Cilliers (2005) y Urry (2016) han enfatizado la necesidad de una complejidad crítica, capaz de reconocer sus límites, reflexionar sobre sus supuestos y confrontar las relaciones de poder que atraviesan el conocimiento. Este giro reflexivo resulta esencial para que la complejidad se constituya como una epistemología plural, abierta y transformadora.

## **5. Ciencia de la complejidad y pensamiento complejo: convergencias y distinciones**

La ciencia de la complejidad y el pensamiento complejo, aunque frecuentemente usados como sinónimos, obedecen a genealogías distintas y ofrecen aproximaciones complementarias. La ciencia de la complejidad, tal como ha sido cultivada en instituciones como el Santa Fe Institute o en los trabajos de Mitchell (2009) y Holland (1995), se centra en la modelización matemática y computacional de sistemas no lineales, redes adaptativas y fenómenos emergentes. Su enfoque resulta formal, empírico y orientado a la simulación y predicción.

El pensamiento complejo, articulado principalmente por Edgar Morin (2007), es una epistemología crítica que cuestiona la fragmentación del conocimiento moderno y propone una racionalidad integradora, dialógica y contextualizada. Mientras la ciencia de la complejidad construye algoritmos y modelos para representar sistemas, el pensamiento complejo plantea un marco ético, filosófico y educativo para abordar la incertidumbre, la contradicción y la pluralidad.

Ambas perspectivas convergen en la crítica al reduccionismo, en la afirmación de la emergencia y en el reconocimiento de las interacciones no lineales. Divergen en su estatuto epistemológico: la ciencia de la complejidad se orienta a describir y explicar dinámicas, mientras que el pensamiento complejo se orienta a comprender y transformar realidades. La primera se expresa en lenguaje cuantitativo y diagramas computacionales, la segunda, en narrativas reflexivas y argumentos filosóficos.

Esta diferencia resulta complementaria. El pensamiento complejo requiere de la ciencia de la complejidad para evitar quedar en el plano de la intuición o la metáfora. La ciencia de la complejidad se enriquece del pensamiento complejo para evitar absolutizar sus modelos y reconocer la dimensión ética, política y cultural del conocimiento. En contextos como la planificación territorial, la salud pública o la gobernanza ambiental, esta articulación resulta vital, ya que se necesita tanto modelar escenarios mediante simulación computacional como comprender las subjetividades, los valores y las relaciones de poder que configuran las decisiones.

Por ejemplo, el diseño de sistemas alimentarios resilientes exige modelar flujos de nutrientes, patrones de consumo y redes logísticas, al tiempo que requiere comprender los imaginarios culturales del alimento, las estructuras de exclusión y los saberes campesinos. La integración de ambas miradas permite una planificación más sensible, justa y adaptativa.

## **6. Ciencia abierta, conocimiento situado y epistemología de la complejidad**

Uno de los grandes aportes del pensamiento complejo contemporáneo consiste en problematizar los regímenes de verdad y las políticas del conocimiento. En lugar de concebir la ciencia como un proceso universal y neutro, la epistemología de la complejidad reconoce el carácter situado, relacional y condicionado del saber. Este giro epistemológico se ha nutrido de perspectivas como la ciencia postnormal propuesta por Funtowicz y Ravetz, la epistemología feminista de Haraway y los estudios decoloniales formulados por Mignolo. Desde esta mirada, el conocimiento se entiende como una construcción social, atravesada por intereses, valores, asimetrías de poder y contextos históricos. La complejidad se convierte en una condición del conocimiento mismo. Esta postura implica un compromiso ético con la pluralidad epistemológica, la inclusión de voces subalternizadas y el reconocimiento de saberes alternativos.

En este contexto, la idea de ciencia abierta adquiere un significado renovado. Se refiere a una apertura epistémica que impulsa la co-producción de conocimiento con actores diversos como comunidades locales, movimientos sociales, pueblos indígenas, artistas, niñas, ancianos. Esta apertura exige abandonar la soberbia del experto y asumir una posición dialógica, horizontal y reflexiva. Un ejemplo de esta orientación es la metodología de investigación-acción participativa, que busca producir conocimiento, empoderar a los sujetos, transformar realidades y democratizar la ciencia. En contextos como la gestión de cuencas hídricas, la recuperación de saberes ancestrales o la innovación social, esta metodología se presenta como una herramienta poderosa para materializar la epistemología de la complejidad en prácticas concretas.

La idea de conocimiento situado, propuesta por Haraway, ha sido retomada por pensadores de la complejidad como Morin para criticar la ilusión de la objetividad absoluta y proponer una ciencia más encarnada, afectiva y responsable. Reconocer que todo conocimiento surge de un lugar, un cuerpo y una historia invita a asumir una epistemología de la humildad, donde se valora el carácter incompleto y se fomenta el diálogo de saberes.

## **7. Educación, complejidad y transdisciplinariedad**

Uno de los terrenos más fértiles para aplicar la epistemología de la complejidad es la educación. La escuela moderna ha estado históricamente estructurada sobre el paradigma de la simplificación: separación de disciplinas, fragmentación del saber, evaluación cuantitativa, jerarquía del docente sobre el estudiante y exclusión de dimensiones afectivas, corporales y éticas. Esta estructura, eficaz para una sociedad industrial, resulta obsoleta ante los desafíos del siglo XXI.

El pensamiento complejo propone una reforma profunda del sistema educativo. Se plantea reconfigurar el modo en que concebimos el aprendizaje, la enseñanza y el conocimiento. Como plantea Morin, es fundamental enseñar la condición humana, la incertidumbre, la ética del diálogo, la comprensión mutua y la responsabilidad planetaria. La educación debe formar sujetos capaces de pensar críticamente, actuar éticamente y habitar el mundo con sensibilidad. Esta transformación exige una pedagogía de la transdisciplinariedad, donde los problemas reales como el cambio climático, la desigualdad o la inteligencia artificial se aborden desde múltiples perspectivas y con la participación activa de los estudiantes. La escuela se convierte en un laboratorio de ciudadanía, una comunidad de aprendizaje y una plataforma para imaginar futuros deseables. Se reemplaza la lógica de la respuesta correcta por el cuestionamiento creativo y la solución única por la exploración colectiva.

Metodológicamente, esta educación compleja se apoya en estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, el pensamiento sistémico, las narrativas emergentes, el teatro pedagógico, el diseño especulativo, los mapas conceptuales y los laboratorios ciudadanos. Estas metodologías fomentan el pensamiento relacional, la inteligencia emocional, la capacidad de adaptación y la conciencia ecosocial.

A nivel institucional, esta propuesta implica cambios profundos: currículos flexibles, formación docente transdisciplinar, evaluación formativa, arquitectura escolar adaptativa y políticas públicas sensibles a la diversidad. La educación deja de ser una fábrica de competencias individuales para un mercado global y se convierte en un ecosistema de cuidado, creatividad y transformación.

## **8. La ética de la complejidad y los desafíos civilizatorios**

El pensamiento complejo es más que una propuesta epistemológica o pedagógica, constituye ante todo una ética para tiempos inciertos. En un mundo caracterizado por la interdependencia, la aceleración tecnológica, la crisis ecológica y la

fragmentación social, resulta imperioso repensar nuestras formas de actuar, decidir y habitar. Edgar Morin ha insistido en que el conocimiento sin ética puede conducir al desastre, y que la complejidad constituye también una vía para reconfigurar nuestra responsabilidad como especie.

Esta ética de la complejidad trasciende un conjunto de normas y supone una actitud fundamental: el reconocimiento del otro, la apertura al diálogo, la aceptación de la incertidumbre y la disposición a transformar nuestras propias certezas. Se trata de una ética del cuidado, que articula lo cognitivo con lo afectivo, lo personal con lo planetario, lo local con lo global.

En este marco, los desafíos civilizatorios actuales requieren abandonar la lógica del control y la gestión tecnocrática. Crisis como la climática, la migratoria, la alimentaria y la de salud mental exigen respuestas que comprendan su carácter sistémico y multidimensional. La ética de la complejidad invita a renunciar a la ilusión de soluciones simples para problemas complejos y apostar por procesos deliberativos, adaptativos y colaborativos.

Este enfoque ético tiene implicaciones concretas en múltiples campos. En la economía, plantea la necesidad de transitar hacia modelos regenerativos que valoren los bienes comunes, la equidad y la sostenibilidad. En la política, impulsa formas de gobernanza basadas en la co-creación, la inteligencia colectiva y la escucha activa. En la ciencia, promueve una práctica reflexiva, humilde y comprometida con la vida. Y en la vida cotidiana, anima a cultivar la compasión, la escucha y el asombro ante la complejidad del mundo.

### **9. Complejidad y futuro: escenarios, imaginación y acción transformadora**

Pensar en clave de complejidad implica también concebir el futuro de manera diferente. Frente al determinismo tecnológico o la visión de colapso anunciado, el paradigma complejo reivindica la apertura, la posibilidad y la emergencia. Se busca prepararnos para múltiples futuros posibles, diseñar escenarios, aprender a navegar la incertidumbre y construir colectivamente mundos más justos, habitables y significativos.

Esta perspectiva se alinea con los estudios de futuros y la prospectiva crítica, que combinan análisis de tendencias con imaginación social. A diferencia de las proyecciones lineales, la complejidad propone una aproximación evolutiva y reflexiva, donde los escenarios se construyen como hipótesis abiertas que orientan

la acción. Como sugiere Ramos, se trata de articular futuros deseables con estrategias emergentes capaces de adaptarse a contextos cambiantes.

En este proceso, la imaginación desempeña un papel central. Imaginar futuros se convierte en un acto político, un ejercicio de resistencia y una forma de abrir posibilidades. La utopía, entendida como orientación ético-pragmática, contrarresta la parálisis del presente y moviliza voluntades hacia la transformación. El pensamiento complejo propone una práctica del futuro que combine intuición y análisis, arte y ciencia, emoción y razón. Se requieren nuevas narrativas complejas que integren la diversidad de voces, valores y conocimientos. También se necesitan espacios institucionales y comunitarios donde estas narrativas se traduzcan en decisiones, experimentos y aprendizajes.

### **10. Un llamado a habitar la complejidad**

La travesía por el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad resulta una invitación a reconfigurar nuestras formas de pensar, conocer, sentir y actuar. Es un llamado a salir del confort de la certeza, a desafiar la compartimentalización del saber, a abrazar la incertidumbre como condición de la vida y a construir con otros formas de habitar más cuidadosas, creativas y justas.

Habitar la complejidad implica reconocer la interdependencia de todos los fenómenos, asumir la responsabilidad de nuestras decisiones y aceptar que existen caminos que se construyen en la interacción, el diálogo y la experimentación. Es apostar por una racionalidad incluyente, una política de la escucha, una economía del cuidado, una ciencia con conciencia y una educación para la vida.

Este paradigma resulta indispensable para afrontar los desafíos del siglo XXI con integridad, lucidez y esperanza. Como señala Morin, necesitamos una metamorfosis, una transformación civilizatoria. La complejidad surge como posibilidad construida en cada acto, cada vínculo, cada decisión.

En un tiempo donde el saber se fragmenta, la política se polariza y el planeta se agota, el pensamiento complejo ofrece una brújula ética y epistemológica para reencontrarnos con la vida, con los otros y con nosotros mismos. Comprender la complejidad implica mucho más que entender el mundo: es comenzar a transformarlo desde dentro.

# **Teófilo Cuesta Borja**



# **Bibliografía**

## Bibliografía

- Abbagnano, N. (1963). Diccionario de filosofía. Fondo de Cultura Económica.
- Arthur, W. B. (1995). Increasing returns and path dependence in the economy. University of Michigan Press.
- Bateson, G. (1972). Steps to an ecology of mind. Chandler Publishing.
- Bertalanffy, L. von. (1968). General system theory: Foundations, development, applications. George Braziller.
- Capra, F., & Luisi, P. L. (2014). The systems view of life: A unifying vision. Cambridge University Press.
- Cohen, I. B. (1971). Introduction to Newton's "Principia". Harvard University Press.
- Cohen, I. B., & Koyré, A. (1972). Isaac Newton's "Principia": The mathematical principles of natural philosophy. University of California Press.
- De Rosnay, J. (1996). El macroscopio: Un enfoque sistémico de la humanidad. Gedisa.
- Descartes, R. (1977). Meditaciones metafísicas (Edición original 1641). Ediciones Orbis.
- Feyerabend, P. (1993). Against method (3rd ed.). Verso.
- Ferrater Mora, J. (1988). Diccionario de filosofía (Vols. 1-4). Alianza Editorial.
- Ferrer, J. (1998). Ciencias y sistemas: Una introducción al pensamiento sistémico. Gedisa.

Gell-Mann, M. (1994). *The quark and the jaguar: Adventures in the simple and the complex*. W. H. Freeman.

Hartmanis, J., & Stearns, R. E. (1965). On the computational complexity of algorithms. *Transactions of the American Mathematical Society*, 117, 285–306.

Heisenberg, W. (1927). Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik. *Zeitschrift für Physik*, 43, 172–198.

Holland, J. H. (1995). *Hidden order: How adaptation builds complexity*. Basic Books.

Kauffman, S. A. (1995). *At home in the universe: The search for laws of self-organization and complexity*. Oxford University Press.

Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press.

Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas (Versión en español)*. Fondo de Cultura Económica.

Laplace, P. S. (1814). *Essai philosophique sur les probabilités*. Courcier.

Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2), 130–141.

Mandelbrot, B. B. (1975). *Les objets fractals: forme, hasard et dimension*. Flammarion.

Maturana, H., & Varela, F. J. (1994). *El árbol del conocimiento: Las bases biológicas del entendimiento humano*. Editorial Universitaria.

Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.

Morin, E. (1992). *El método 1: La naturaleza de la naturaleza*. Cátedra.

Morin, E. (1995). *El método 2: La vida de la vida*. Cátedra.

Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.

Morin, E. (2000). El método 3: El conocimiento del conocimiento. Cátedra.

Morin, E. (2002a). El método 4: Las ideas: su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización. Cátedra.

Morin, E. (2004). La vía: Para el futuro de la humanidad. Paidós.

Morin, E. (2008). On complexity. Hampton Press.

Nicolescu, B. (2008). Transdisciplinarity: Theory and practice. Hampton Press.

Nicolescu, B. (2020). La transdisciplinariedad: Manifiesto. Anthropos Editorial.

Popper, K. R. (1994). The myth of the framework: In defence of science and rationality. Routledge.

Prigogine, I. (1980). From being to becoming: Time and complexity in the physical sciences. W. H. Freeman.

Prigogine, I., & Stengers, I. (1984). Order out of chaos: Man's new dialogue with nature. Bantam Books.

Salcedo, J. (2010). Determinismo y causalidad: Una aproximación epistemológica. Editorial Académica Española.

Simmons, G. F. (1996). Calculus gems: Brief lives and memorable mathematics. McGraw-Hill.

Spinoza, B. (2008). Ética demostrada según el orden geométrico (Obra original publicada en 1677). Alianza Editorial.

Stewart, I. (2001). Does God play dice? The new mathematics of chaos. Blackwell.

Von Foerster, H. (1981). Observing systems. Intersystems Publications.

Woodward, W. W. (1891). Napoleon and the scientists: The story of Napoleon's interest in science and scientists. Harper & Brothers.