



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,
Volumen 10, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2

**COMPLEJIDAD Y EDUCACIÓN: BRECHA
ONTOLÓGICA-METODOLÓGICA, CAPACIDAD DE
CAPTURA E ISOMORFISMO EN LA
INVESTIGACIÓN DEL CAMPO (1996–2025)**

COMPLEXITY AND EDUCATION: ONTOLOGICAL-
METHODOLOGICAL GAP, CAPTURE CAPACITY, AND
ISOMORPHISM IN FIELD RESEARCH (1996–2025)

Yoshua Haim Ovadiah

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2.23053

Complejidad y Educación: Brecha Ontológica-Metodológica, Capacidad De Captura e Isomorfismo en la Investigación del Campo (1996–2025)

Yoshua Haim Ovadiah¹yhaimo@udistrital.edu.co<https://orcid.org/0009-0004-0337-6967>

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Este artículo desarrolla un análisis sobre un corpus de 167 documentos del campo complejidad–educación (1996–2025), cartografiado mediante el Mapeamiento Informacional Bibliográfico (MIB). Su punto de partida es una brecha ontológica-metodológica previamente documentada: el 72.2% de los documentos empíricos que definen complejidad como propiedad de sistemas no emplea herramientas diseñadas para capturar las propiedades que sus definiciones invocan. El presente estudio constata esa brecha y la explica. Para ello, examina la distribución de herramientas metodológicas en el corpus, se explicitan sus supuestos operativos y se construye una matriz de capacidad de captura que cruza quince herramientas con seis propiedades de los sistemas complejos: emergencia, no-linealidad, autoorganización, retroalimentación, interacciones y adaptatividad. Los resultados muestran que las herramientas convencionales más frecuentes son estructuralmente incapaces de capturar las propiedades invocadas. Se concluye que la brecha es predecible a partir de los supuestos operativos de las herramientas empleadas, y se derivan cinco criterios mínimos: sensibilidad multinivel, resolución temporal, apertura a lo no anticipado, sensibilidad a la no-linealidad e isomorfismo metodológico, que cualquier diseño coherente con su objeto debería satisfacer

Palabras clave: sistemas complejos, metodología de investigación, investigación educativa, capacidad de captura, isomorfismo metodológico

¹ Autor principal

Correspondencia: yhaimo@udistrital.edu.co

Complexity and Education: Ontological-Methodological Gap, Capture Capacity, and Isomorphism in Field Research (1996–2025)

ABSTRACT

This article analyzes a corpus of 167 documents from the complexity-education field (1996–2025), mapped using the Bibliographic Informational Mapping method (BIM). Its starting point is a documented ontological-methodological gap: 72.2% of empirical documents that define complexity as a property of systems do not employ tools designed to capture the properties their definitions invoke. The study both confirms and explains this gap. To that end, it examines the distribution of methodological tools across the corpus, makes their operative assumptions explicit, and constructs a capture-capacity matrix crossing fifteen tools with six complex systems properties: emergence, nonlinearity, self-organization, feedback, interactions, and adaptivity. Results show that the most frequent conventional tools are structurally incapable of capturing the properties they invoke. The study concludes that the gap is predictable from the operative assumptions of the tools employed, and derives five minimum criteria—multilevel sensitivity, temporal resolution, openness to the unanticipated, sensitivity to nonlinearity, and methodological isomorphism—that any design coherent with its object should satisfy

Keywords: complex systems, research methodology, educational research, capture capacity, methodological isomorphism

*Artículo recibido 20 febrero 2026
Aceptado para publicación: 27 marzo 2026*



INTRODUCCIÓN

El siguiente artículo versa sobre las herramientas con las que se investiga la complejidad en educación. En un estudio previo (Ovadia, 2026), realizamos una cartografía sobre la configuración del campo que articula complejidad y educación, mediante un Mapeamiento Informacional Bibliográfico (MIB) de 167 documentos publicados entre 1996 y 2025. Este mapeamiento presentó, entre varios hallazgos, una brecha entre ontología y metodológica (*brecha ontológica-metodológica*) de carácter estructural: el 72.2% de los documentos empíricos que definen complejidad como propiedad de sistemas —es decir, que reseñan emergencia, no-linealidad, autoorganización y otras propiedades de los sistemas complejos— no emplea herramientas diseñadas o adecuadas para capturar tales propiedades. Esta brecha se documentó propiedad por propiedad, no se cierra con el paso del tiempo y no se explica exclusivamente por la influencia del pensamiento complejo moriniano, aunque este contribuye a configurarla.

Sin embargo, nombrar la brecha no equivale a explicarla. Señalar que los investigadores del campo definen en un registro y diseñan en otro es un diagnóstico descriptivo necesario, pero, podemos decir, insuficiente. La pregunta que queda abierta es sencilla de formular aunque difícil de responder. Esta es, a saber, *¿por qué las herramientas convencionales del campo resultan insuficientes para capturar las propiedades que las definiciones invocan?* La respuesta no es trivial, en tanto se comprenda que no se trata de una carencia técnica solucionable con cursos específicos o desarrollo de técnicas, ni de una mera preferencia paradigmática. Lo que está en juego —y es lo que intentaremos mostrar— es una incompatibilidad estructural entre los supuestos operativos de las herramientas y las características del fenómeno que se pretende investigar; esa incompatibilidad se vuelve visible cuando se examina, herramienta por herramienta y propiedad por propiedad, qué puede registrar cada instrumento y qué queda fuera de su campo de visión.

El presente artículo desarrolla este movimiento analítico. Nuestro objetivo central es por un lado, examinar la capacidad de captura de las herramientas metodológicas empleadas en el campo complejidad - educación frente a las propiedades de los sistemas complejos que el propio campo invoca en sus definiciones y, por otro lado, derivar de este análisis los criterios mínimos que un diseño metodológico debería satisfacer para ser coherente con su objeto de estudio.



Para ello trabajamos sobre un cuerpo investigativo de 167 documentos y extendemos el análisis desde la distribución de paradigmas —ya reportada (Ovadia, 2026), — hacia las herramientas específicas, sus supuestos operativos y su relación con las propiedades del objeto.

También, es importante aclarar qué no busca este artículo. No pretende descalificar la reflexión teórica como género académico: el ensayo epistemológico y la elaboración filosófica, lo mencionábamos en reflexiones anteriores, son formas legítimas de producción con criterios de rigor propios. Tampoco sostiene que solo las herramientas formales de las ciencias de la complejidad puedan investigar fenómenos complejos; la etnografía prolongada, el estudio de caso longitudinal y la investigación-acción ofrecen, bajo ciertas condiciones de diseño, capacidades parciales de captura que merece la pena reconocer. Lo que sí nos proponemos es demostrar que la distancia entre las propiedades que el campo atribuye a los fenómenos educativos y la capacidad de las herramientas que usa para investigarlos no es accidental o azarosa; esta distancia se hace predecible cuando se comparan, una a una, las demandas de cada propiedad con los supuestos de cada herramienta. En ese sentido, la cuestión no es la competencia de los investigadores, sino la adecuación de las herramientas que heredan de sus tradiciones disciplinares al tipo de fenómenos que declaran estudiar. Dicho de otro modo, la pregunta que nos planteamos no es si los investigadores del campo usan herramientas competentes, sino si las herramientas que heredan de sus tradiciones disciplinares están diseñadas para el tipo de fenómenos que declaran estudiar. La lógica que anima esta contribución responde a un principio que desde las ciencias de la complejidad resulta ineludible: la relación entre el objeto de estudio y el método de investigación no es neutral. Un sistema complejo —caracterizado por no-linealidad, emergencia, autoorganización, sensibilidad al contexto y retroalimentación— impone restricciones a los instrumentos que pueden capturarlo sin reducirlo. En este sentido, el problema de investigación en sistemas complejos no se resuelve por acumulación de datos desde distintas disciplinas, sino por la construcción de un marco conceptual que permita articular las múltiples dimensiones del fenómeno, como señala García (2006). En la misma línea, Maldonado (2014) insiste en que las ciencias de la complejidad no son solo un marco teórico, sino un programa de investigación con herramientas propias —simulación, modelado, análisis de redes, dinámica no lineal—



Por lo que, cuando un diseño se declara “complejo” pero prescinde de estas herramientas o de herramientas análogas, podemos decir que se abre, al menos, la sospecha de inconsistencia, en suma, plantea una tensión difícil de ignorar.

METODOLOGÍA

El presente estudio emplea el Mapeamiento Informacional Bibliográfico (MIB), herramienta metodológica propuesta por Molina et al. (2015) para cartografiar campos conceptuales en contextos de alta producción documental. Su premisa central es que mapear los contenidos conceptuales más relevantes de una investigación, en el escenario actual de sobreabundancia informativa, implica una nueva competencia investigativa (Molina et al., 2015, p. 4). Una de las características más relevantes del MIB es su operabilidad inductiva, es decir, conforma un corpus y, a partir de su análisis sistemático, identifica patrones, tendencias y vacíos sin imponer categorías predefinidas; por lo que, nos resulta adecuada esta lógica para el campo de la complejidad–educación, que no es un dominio consolidado con preguntas estabilizadas, sino un espacio donde coexisten tradiciones teóricas diversas — pensamiento complejo moriniano, ciencias de la complejidad, cibernética, teoría de redes— sin articulación consensuada entre ellas.

El cuerpo investigativo analizado comprende 167 documentos publicados entre 1996 y 2025, mayoritariamente artículos de revista (aproximadamente 90%), complementados por tesis y disertaciones (4.2%), libros y capítulos (3.6%) y ponencias (1.8%). Se consultaron repositorios de cuatro universidades colombianas con trayectoria en educación —Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Nacional de Colombia y Pontificia Universidad Javeriana— así como bases adicionales: *ERIC*, *Universitat Autònoma de Barcelona*, Google Académico, entre otras. Las fuentes de publicación reflejan la doble inscripción del campo: revistas especializadas en complejidad y educación (*Complicity*, *Emergence*, *International Journal of Complexity in Education*) y revistas de educación general (*Enseñanza de las Ciencias*, *Educational Philosophy and Theory*), con presencia de producción latinoamericana (*Praxis Pedagógica*, *Folios*, *Revista Scientific*).

Los criterios de inclusión exigieron que cada documento abordara explícitamente la relación entre complejidad —en cualquiera de sus tradiciones teóricas— y procesos educativos, ya sea como objeto



central o como marco conceptual estructurante; se excluyeron textos en los que el término aparece en sentido coloquial o sin desarrollo conceptual. Por otro lado, en el proceso, cada documento fue registrado en una matriz de once campos: orden de publicación, fecha, referencia APA, palabras clave, resumen, enfoque metodológico, campo temático, enfoque conceptual, definición de complejidad, conceptos relacionales y conclusiones. El análisis siguió seis fases progresivas, de lo descriptivo a lo relacional e interpretativo, retomando y ampliando la secuencia de Molina et al. (2012): (1) registro y organización del corpus; (2) análisis de contenidos con tablas de frecuencia para identificar primeros patrones; (3) caracterización categorial en niveles macro, meso y micro; (4) agrupación por perspectivas teóricas de la complejidad, para detectar hegemonías y marginalidades; (5) análisis relacional mediante matrices de contingencia y coeficientes V de Cramér; y (6) síntesis cartográfica de tendencias, tensiones y vacíos, sin evaluar el campo contra ningún modelo normativo. Este procedimiento arrojó los hallazgos de base que orientan el presente análisis: predominio del pensamiento complejo moriniano (50.3%), producción mayoritariamente teórico-reflexiva (47.3%), hibridación retórica en las definiciones (59.3%), predominancia ontológica (53.3%) y una brecha central —el 72.2% de los documentos empíricos con definición ontológica no emplea herramientas de complejidad— que este artículo se propone explicar (Ovadia, 2026).

Sobre esta base, se introducen tres ramificaciones metodológicas orientadas a examinar la capacidad de captura de las herramientas del campo. La primera consiste en una reclasificación del campo *Enfoque metodológico* de la matriz: en lugar de registrar paradigmas generales (cualitativo, cuantitativo, mixto), se identificaron las herramientas específicas empleadas en cada documento —entrevista, encuesta, análisis de contenido, observación, estudio de caso, simulación, análisis de redes, entre otras— mediante indicadores léxicos en el texto de cada entrada. La segunda ramificación es la construcción de una matriz de capacidad de captura que cruza esas herramientas con las seis propiedades de los sistemas complejos más frecuentes en las definiciones del corpus (emergencia, no-linealidad, autoorganización, retroalimentación, interacciones y adaptabilidad), evaluando si cada herramienta captura la propiedad por diseño, de forma parcial bajo condiciones específicas o si es estructuralmente incapaz de hacerlo (Bar-Yam, 2003; García, 2006; Maldonado, 2011, 2014; Meadows, 2008; Strogatz, 2015).



Es importante mencionar aquello que entendemos por *captura*. En el presente análisis, capturar una propiedad significa que el diseño metodológico está construido para registrarla y analizarla como variable operativa del estudio —es decir, como dato que el diseño produce por su propia lógica—, no como mención en la interpretación de resultados ni como recurso retórico en la discusión. Así, por ejemplo, una narrativa etnográfica puede describir un fenómeno emergente, pero si la emergencia no fue registrada como variable del diseño —si no se operaron instrumentos para detectar el momento de su aparición, la relación entre niveles ni la novedad respecto al estado previo—, la descripción constituye una interpretación *post hoc*, no una captura metodológica. Esta distinción es relevante porque permite diferenciar entre estudios que investigan empíricamente las propiedades complejas y estudios que las invocan discursivamente. La tercera extensión aplica esta matriz a un análisis de desajuste, la cual se explica, concretamente así, para cada propiedad invocada en las definiciones, se cruzan las herramientas que esos mismos documentos emplean en sus diseños, lo que nos permite pensar sobre el paso de la constatación global (72.2%) de la brecha a la descomposición de su estructura interna, propiedad por propiedad y herramienta por herramienta.

RESULTADOS

Las herramientas del campo: distribución y supuestos operativos

En el análisis del campo Enfoque metodológico del MIB, profundizando desde el paradigma a la herramienta específica, se revelan un repertorio instrumental dominado por aproximaciones hermenéutico-interpretativas y documentales. El análisis conceptual y la reflexión teórica constituyen la herramienta más frecuente (56.3%), seguidos por la revisión documental y bibliográfica (21.6%), las encuestas y cuestionarios (13.2%), los estudios de caso (9.6%), las entrevistas (9.0%), el análisis de contenido (9.0%) y las narrativas (9.0%). En una escala menor aparecen la observación (6.6%), los diseños experimentales (4.8%), la etnografía (4.8%), los grupos focales (2.4%) y la investigación-acción (1.8%). La Figura 1 presenta esta distribución de forma comparativa, diferenciando herramientas convencionales de herramientas de complejidad.

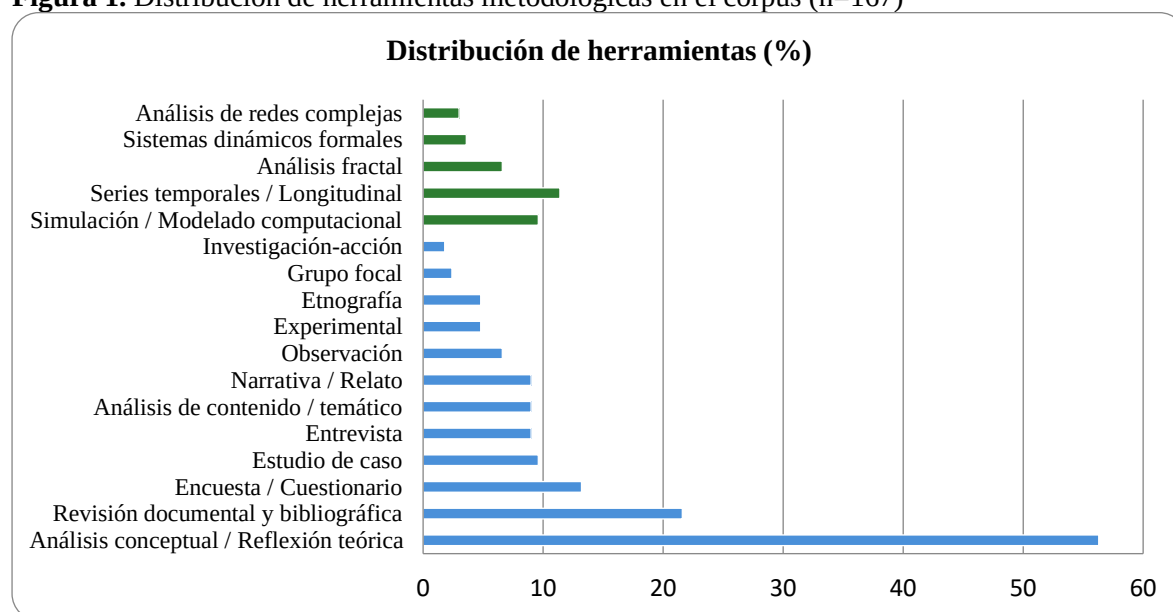
Frente a este repertorio, las herramientas derivadas de las ciencias de la complejidad presentan una frecuencia marcadamente inferior: simulación y modelado computacional (9.6%), series temporales (11.4%), análisis fractal (6.6%), sistemas dinámicos formales (3.6%) y análisis de redes complejas



(3.0%). Sin embargo, es importante señalar que estas cifras requieren una lectura atenta; la simple mención de un término en la descripción metodológica no equivale a su implementación, de los documentos que mencionan series temporales, una proporción significativa lo hace en sentido descriptivo —señalar que el estudio abarca un período— sin implementar técnicas de análisis temporal. Cuando se restringe el conteo a la implementación efectiva (Ovadia, 2026), las cifras se reducen a los 14 documentos que representan el 8.4% del corpus total.

Esta distribución no es simplemente una preferencia, sino, es una estructura de supuestos. Cada herramienta metodológica presupone ciertas características del fenómeno que investiga. La encuesta presupone que las variables son descomponibles y cuantificables independientemente; la entrevista semiestructurada presupone que la experiencia es narrable en términos de categorías estables; el análisis de contenido presupone que los significados son codificables en unidades discretas; el diseño experimental clásico presupone linealidad causal entre variables. Estos supuestos no son defectos —son las condiciones de su eficacia— pero configuran lo que denominamos su *horizonte de captura*: aquello que la herramienta puede registrar y aquello que, por diseño, le resulta invisible.

Figura 1. Distribución de herramientas metodológicas en el corpus (n=167)



Nota. Categorías no excluyentes. Un documento puede emplear varias herramientas.

Elaboración propia a partir del MIB (n=167). Las barras verdes corresponden a herramientas derivadas de las ciencias de la complejidad; las cifras de mención no equivalen necesariamente a implementación efectiva.

Para hacer explícitos estos horizontes examinamos brevemente los supuestos de las herramientas más frecuentes. Conviene, antes de examinar sus supuestos, situar el valor de estas herramientas. La

reflexión teórica constituye un género legítimo (Ovadia, 2026), con sus propios criterios de rigor; el ensayo teórico y la elaboración filosófica son formas válidas de producción académica y el campo se ha constituido, precisamente, como un espacio de reflexión teórica con base documental. Exigir a un ensayo epistemológico la implementación de simulación computacional carecería de sentido. Dicho esto, la revisión documental y bibliográfica opera sobre productos estabilizados —textos, artículos— que representan estados del conocimiento, no procesos dinámicos; resulta pertinente para cartografiar un campo —como el presente estudio, y el mapeamiento que lo antecede, lo hacen—, pero insuficiente para investigar un fenómeno que se define por su dinámica temporal. El análisis que sigue, por tanto, no evalúa las herramientas en abstracto ni cuestiona la legitimidad de la producción teórico-reflexiva; evalúa su capacidad de captura cuando se emplean en estudios que declaran investigar empíricamente fenómenos definidos como sistemas complejos. La encuesta con escala Likert, 13.2% del cuerpo investigativo, (Vázquez-Parra et al., 2023; Estrada García, 2018; Álvarez Monsalve et al., 2023, entre otros) solicita que el respondiente sitúe su experiencia en un punto de una escala ordinal. Este gesto, que constituye la condición de validez del instrumento, descansa sobre tres supuestos documentados en la literatura psicométrica (Sullivan & Artino, 2013): la descomponibilidad del constructo en ítems independientes, la aditividad —las respuestas a ítems individuales se suman para producir un puntaje global, lo que presupone linealidad entre las respuestas y el constructo medido— y la independencia contextual, es decir, la asunción de que las respuestas reflejan un atributo estable del respondiente y no dependen de las condiciones de su producción. Estos supuestos no constituyen defectos del instrumento, sino son las condiciones que lo hacen funcionar; sin embargo, cada uno contradice una propiedad de los sistemas complejos: la no descomponibilidad (el todo no es la suma de las partes), la no-linealidad (la relación entre componentes no es aditiva ni proporcional) y la sensibilidad al contexto (el comportamiento del sistema depende de las condiciones locales). La entrevista semiestructurada ocupa un lugar más matizado. Como instrumento de recolección, permite la emergencia de contenidos no anticipados y es sensible al contexto conversacional; en este sentido, posee una apertura que la encuesta no ofrece. Sin embargo, el paso del registro al análisis reintroduce los supuestos que la recolección había parcialmente suspendido: cuando el investigador codifica una entrevista en categorías predefinidas —análisis temático, codificación axial—, transforma un proceso dialógico en unidades



discretas y asigna significados fijos a lo que en su producción era fluido (Fenwick, 2012). Lo que se evalúa, entonces, no es la entrevista en sí sino la combinación entrevista-más-análisis-categorial, que es la configuración recurrente en el corpus.

El análisis de contenido fragmenta el texto en unidades, asigna códigos y calcula frecuencias; su potencia reside en su capacidad de reducir complejidad, pero esta reducción es, simultáneamente, su límite cuando el objeto de estudio es precisamente la complejidad misma.

El estudio de caso merece una consideración particular. De todas las herramientas convencionales, es la que ofrece mayor potencial para capturar propiedades complejas, a condición de que su diseño se ajuste: un estudio de caso longitudinal que registre interacciones, variaciones temporales y condiciones de contorno podría, en principio, capturar dinámicas emergentes. No obstante, el MIB muestra que los estudios de caso del corpus emplean predominantemente análisis temático o categorial —Hetherington (2012) analiza su estudio de caso mediante codificación cualitativa tipo bricolaje; Sands et al. (2022) emplean análisis temático exploratorio sobre el programa *Teacher Career Pathways*; Watanabe et al. (2022) combinan análisis de contenido con dimensiones de complejidad del grupo GRCCMPLEX—, lo que neutraliza esa potencialidad. También, las excepciones existen, ejemplo de ello son Geveke et al. (2020) y Wilkins et al. (2025) quienes diseñan sus estudios de caso con herramientas de sistemas dinámicos y series temporales, demostrando que la combinación es posible cuando se busca deliberadamente. No es el estudio de caso como estrategia lo que resulta insuficiente, sino la combinación recurrente de estudio de caso con técnicas de análisis que presuponen linealidad.

Por su parte, la investigación-acción, presente en apenas el 1.8% del corpus ($n=3$), ocupa un lugar paradójico. Es, entre las herramientas convencionales, la que mejor podría articular reflexión teórica e intervención práctica en contextos educativos reales, precisamente porque opera mediante ciclos recursivos de acción-reflexión que son, estructuralmente, procesos de retroalimentación. Que el campo complejidad-educación —que sostiene mayoritariamente la necesidad de transformar las prácticas educativas— se date con tres estudios con investigación-acción (Avella et al., 2019; Fabricatore & López, 2012), converge con un hallazgo del mapeamiento previo: el 21.6% del corpus refiere a propuestas concretas en sus conclusiones, pero solo el 12.0% las desarrolla en el diseño metodológico

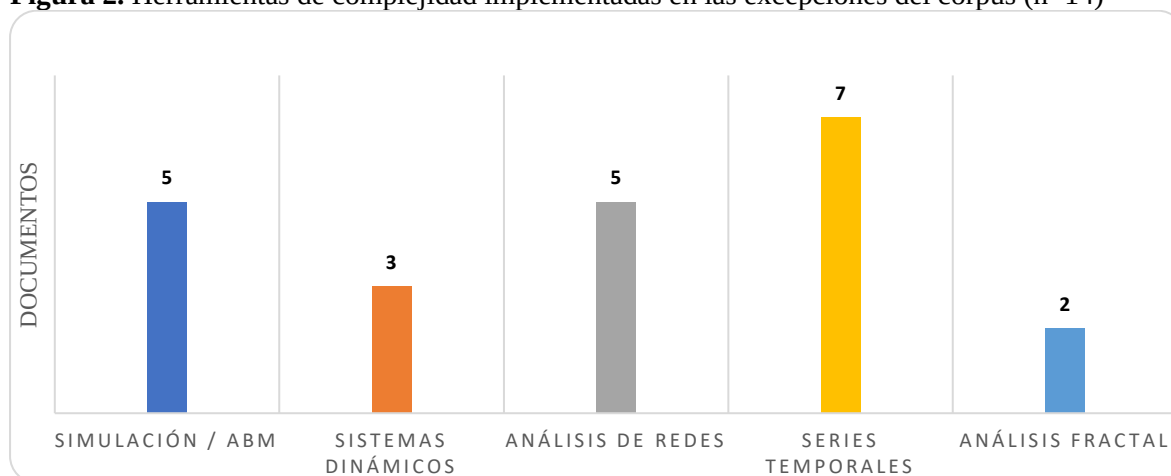


(Ovadia, 2026). En conjunto, ambos datos sugieren que la transformación se propone como horizonte discursivo pero no se investiga como proceso.

Las excepciones: perfiles de implementación

Frente al panorama anterior, los 14 documentos que implementan efectivamente herramientas de las ciencias de la complejidad (Calvo Muñoz, 2020; Cortés-Berrueco & Carreón-Vázquez, 2022; Davis et al., 2015; Geveke et al., 2020; Jacobson & Wilensky, 2006; Jörg, 2009; Koponen et al., 2022; Koopmans & Stamovlasis, 2021; Mallavarapu et al., 2021; Stella, 2020; Steenbeek & van Geert, 2013; Steenbeek et al., 2014; Sun et al., 2020; Wilensky & Jacobson, 2014; Wilkins et al., 2025) no son una curiosidad marginal del cuerpo investigativo, sino, al contrario son su excepción más informativa. Si la distribución general muestra un predominio de herramientas convencionales, las excepciones resultan tanto más significativas. Su análisis nos permite distinguir al menos cuatro líneas o grupos de abordaje, que la Figura 2 sintetiza.

Figura 2. Herramientas de complejidad implementadas en las excepciones del corpus (n=14)



Nota. Categorías no excluyentes: un documento puede implementar más de una herramienta.

Elaboración propia a partir del MIB.

El primer grupo reúne los trabajos de *modelado y simulación*, de los autores Jacobson y Wilensky (2006), Wilensky y Jacobson (2014), Cortés-Berrueco y Carreón-Vázquez (2022) y Mallavarapu et al. (2021). Estos estudios emplean modelado basado en agentes (ABM), frecuentemente implementado en NetLogo, para simular dinámicas educativas; el ABM permite especificar reglas de interacción entre agentes individuales y observar los patrones emergentes a nivel del sistema, lo que lo constituye en una herramienta diseñada específicamente para capturar emergencia, no-linealidad e interacciones.

El segundo grupo corresponde a los *sistemas dinámicos*, representada por la escuela holandesa (Geveke et al. (2020), Steenbeek y van Geert (2013) y Steenbeek et al. (2014)); estos trabajos conceptualizan la enseñanza-aprendizaje como trayectorias en un espacio de estados y emplean análisis de series temporales y modelización computacional para rastrear transiciones y bifurcaciones. El *análisis de redes complejas* agrupa los trabajos de Stella, 2020; Sun et al., 2020; Koponen et al., 2022; Calvo Muñoz, 2020, que opera con la premisa de que las propiedades del sistema emergen de la estructura de conexiones. Este último merece una atención particular, ya que, combina etnografía longitudinal de cuatro años con análisis de redes sociales y análisis fractal en educación básica, demostrando que es posible articular herramientas de complejidad con aproximaciones cualitativas en contextos escolares reales; es, en ese sentido, el trabajo más cercano a las condiciones de investigación habituales en América Latina. Por último, la cuarta línea o grupo comprende el *análisis no lineal y fractal* —presente en Stamovlasis et al. (2020), Koopmans y Stamovlasis (2021) y Wilkins et al. (2025)—, que busca patrones de cambio, transiciones de fase y discontinuidades, no relaciones lineales entre variables.

Ahora bien, la caracterización de estas excepciones refuerza, paradójicamente, el diagnóstico de la brecha; las refuerza con datos que deben resaltarse (Figuras 3): el 92.9% de estos documentos son publicaciones anglófonas, el 85.7% proviene del Norte Global y el 64.3% se concentra en la *International Journal of Complexity in Education* (Ovadia, 2026). No estamos ante esfuerzos aislados, sino ante comunidades de práctica consolidadas —la escuela holandesa de sistemas dinámicos, la red norteamericana de modelado basado en agentes, los simposios internacionales de complejidad y educación— que operan en circuitos académicos con los que la producción latinoamericana, mayoritariamente inscrita en el pensamiento complejo moriniano, mantiene un vínculo escaso; lo cual, se añade una capa al problema, a saber, la brecha ontológica-metodológica no solo refleja una tensión interna al campo, sino también una distribución desigual de los recursos epistémicos con los que ese campo se investiga.

DISCUSIÓN

Lo que el objeto demanda al método: la matriz de capacidad de captura

Hasta este punto, podemos señalar que sabemos qué herramientas emplea el campo, cuáles y bajo qué supuestos operan.



Por consiguiente, nuestro siguiente paso consiste en examinar qué les exige el objeto a esas herramientas. Desde las ciencias de la complejidad, podemos derivar los criterios que la naturaleza del objeto impone al método, e integrar ambos análisis en una herramienta evaluativa. Las propiedades que el cuerpo investigativo define con mayor frecuencia son, a saber, interacciones (65.3%), adaptatividad (49.1%), emergencia (46.7%), no-linealidad (37.1%), autoorganización (25.1%) y retroalimentación (15.0%). Cada una de estas propiedades impone condiciones al diseño de investigación y, por ello, se examinan a continuación.

La emergencia, es decir, la aparición de propiedades a nivel del sistema ausentes en sus componentes (Goldstein, 1999; Holland, 1998), exige que, para capturarla metodológicamente, se deba registrar simultáneamente el nivel de los componentes y el del sistema, disponer de instrumentos que detecten patrones no predefinidos, y operar con resolución temporal suficiente para distinguir el momento en que el patrón sistémico aparece. No es una exigencia menor: implica, en la práctica, que ningún instrumento de corte transversal puede capturarla por diseño.

Por otro lado, la no-linealidad plantea una condición más radical aún; que los efectos no son proporcionales a las causas, que pequeñas perturbaciones producen grandes cambios y viceversa (Strogatz, 2015). Esto excluye, por principio, los diseños que operan con lógica de variable independiente $\rightarrow$ dependiente y con los modelos de regresión lineal, es decir, es una incompatibilidad directa con estos modelos.

Otra propiedad, la autoorganización —la capacidad del sistema para generar orden interno sin dirección externa (Kauffman, 1993; Prigogine & Stengers, 1984)— requiere de diseños que permitan observar cómo se forman los patrones organizativos sin imponerlos mediante categorías previas, y que el instrumento sea sensible a escalas múltiples. La retroalimentación, por su parte, —bucles positivos y negativos que constituyen el mecanismo fundamental de la dinámica del sistema (Meadows, 2008)— necesita de datos longitudinales y técnicas que identifiquen bucles causales circulares, no lineales.

Las interacciones, condición de posibilidad de todas las demás propiedades (Bar-Yam, 2003), plantean una demanda de instrumentos que registren la interacción misma, no su reconstrucción retrospectiva. Y, por último, la adaptatividad implica que el sistema no puede comprenderse independientemente de su contexto y que las intervenciones modifican las condiciones del propio funcionamiento (Holland,



1995), lo que exige diseños capaces de acompañar al sistema en su transformación temporal, no de fotografiarlo en un instante.

Ahora bien, la articulación de estas demandas con las herramientas del campo permite construir la Figura 3. Una matriz que cruza 15 herramientas metodológicas con las seis propiedades, evaluando la capacidad de captura de cada cruce. Sin embargo, antes de presentar la matriz es necesario explicitar dos decisiones metodológicas que sostienen esta evaluación. La primera es de alcance: la matriz evalúa las herramientas tal como se implementan típicamente en el corpus, no en su potencial teórico máximo. Una entrevista semiestructurada podría, en abstracto, combinarse con análisis de trayectorias temporales y capturar dinámicas emergentes; pero el MIB muestra que las entrevistas del corpus se combinan consistentemente con análisis temático o categorial, lo que configura un horizonte de captura diferente. Lo que se evalúa es la herramienta en su implementación recurrente, no en una implementación ideal. La segunda es de fundamentación, a saber, cada evaluación se fundamenta en la correspondencia entre los supuestos operativos de la herramienta y las condiciones formales que cada propiedad impone, no en un juicio del autor. Por ejemplo, la encuesta se evalúa como estructuralmente incapaz (X) de capturar emergencia porque su unidad de análisis es el individuo —no el sistema—, opera con ítems predefinidos —no detecta novedad— y registra un corte transversal —no un proceso temporal—; condiciones que contradicen, una por una, las que la emergencia exige según Goldstein (1999) y Holland (1998). Esta fundamentación, propiedad por propiedad y herramienta por herramienta, busca evitar que la matriz funcione como un instrumento autorreferencial.

Figura 3. Matriz de capacidad de captura: herramientas metodológicas × propiedades de sistemas complejos

Herramienta	Emergencia	No-linealidad	Autoorganización	Retroalimentación	Interacciones	Adaptatividad
Encuesta / Cuestionario	X	X	X	X	X	X
Entrevista semiestructurada	X	X	X	○	○	X
Análisis de contenido	X	X	X	X	X	X
Revisión documental	X	X	X	X	X	X
Narrativa / Relato	○	X	X	○	○	X
Observación directa	○	○	○	○	○	○



Estudio de caso longitudinal	○	○	○	○	○	○
Etnografía prolongada	○	○	○	○	○	○
Investigación-acción	○	○	○	●	○	○
Experimental clásico	X	X	X	○	X	X
Simulación / ABM	●	●	●	●	●	●
Sistemas dinámicos	●	●	●	●	○	●
Análisis de redes	●	○	●	○	●	○
Series temporales	○	●	○	●	○	●
Análisis fractal	○	●	●	X	○	○

Nota. ● = captura la propiedad por diseño; ○ = captura parcial, dependiente de condiciones específicas de diseño;

X = estructuralmente incapaz de capturar la propiedad. Evaluaciones referidas a la capacidad inherente de la herramienta.

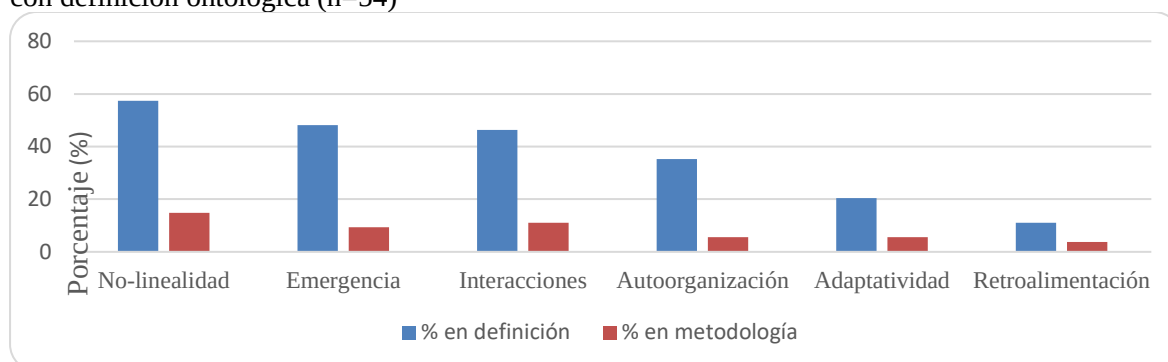
La lectura de la matriz permite tres observaciones sustantivas, que merecen desarrollarse. Ninguna herramienta convencional presenta capacidad plena de captura para ninguna propiedad de los sistemas complejos; las más favorables —observación, estudio de caso longitudinal, etnografía prolongada e investigación-acción— presentan capacidad parcial para todas las propiedades, o que significa que su capacidad no es inherente sino condicionada. La observación directa, por ejemplo, captura parcialmente emergencia solo si opera con resolución temporal microgenética —registro segundo a segundo, no sesión a sesión— y con instrumentos sensibles a patrones multinivel, como el EPCK Coding Scheme de Geveke et al. (2020). El estudio de caso longitudinal captura parcialmente no-linealidad solo si su análisis incorpora técnicas que no presupongan proporcionalidad causal —lo cual excluye el análisis temático estándar—. La investigación-acción captura retroalimentación por diseño (●) porque sus ciclos recursivos de acción-reflexión-replanificación constituyen, estructuralmente, bucles de retroalimentación; pero su capacidad frente a las demás propiedades depende de que los ciclos se registren como datos temporales, no solo como narrativa de proceso. En suma, la capacidad parcial (○) no es un atributo de la herramienta sino del diseño completo —herramienta de recolección más técnica de análisis—, y el corpus muestra que las condiciones que la activan raramente se cumplen.



El desajuste propiedad por propiedad

La brecha documentada en el mapeamiento previo (Ovadia, 2026) adquiere ahora una explicación precisa. La Tabla 6 de ese estudio mostró que, en los documentos empíricos con definición ontológica (n=54), la no-linealidad es invocada en el 57.4% de las definiciones pero presente en solo el 14.8% de los diseños metodológicos (42.6 puntos porcentuales de brecha); la emergencia, en el 48.1% frente al 9.3% (38.9 pp); las interacciones, en el 46.3% frente al 11.1% (35.2 pp); la autoorganización, en el 35.2% frente al 5.6% (29.6 pp). La Figura 4 presenta visualmente estas brechas.

Figura 4. Brecha definición VS metodología por propiedad de complejidad, en documentos empíricos con definición ontológica (n=54)

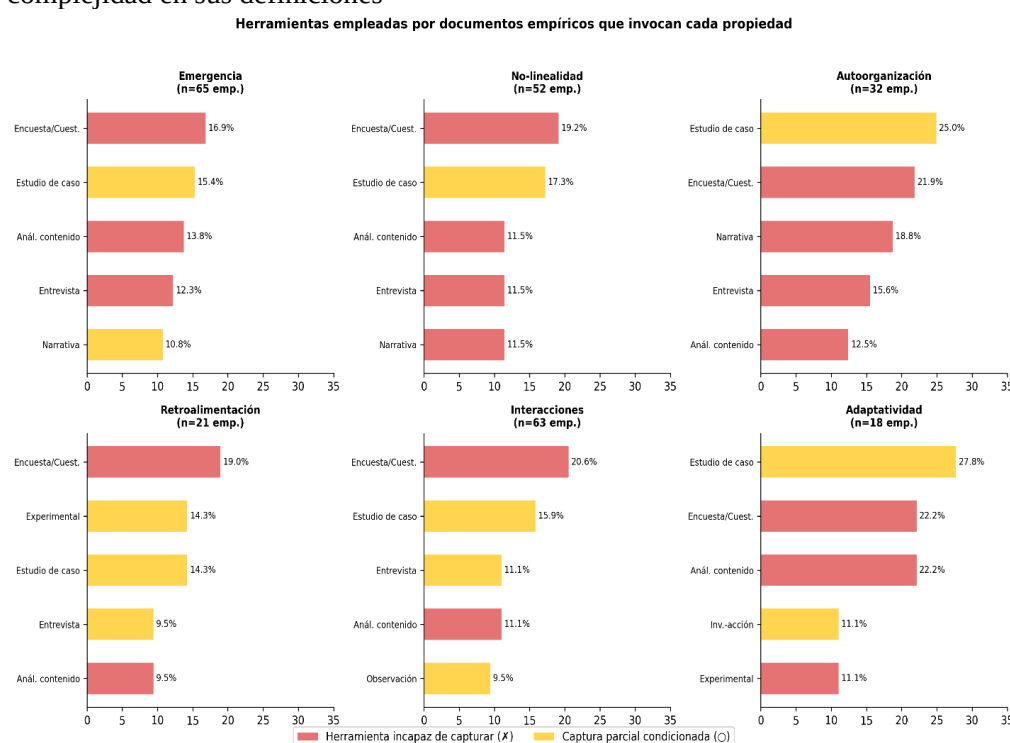


Nota. Datos del mapeamiento previo (Ovadia, 2026).

Elaboración propia.

El análisis desarrollado en este artículo añade una capa explicativa: la brecha no solo existe, sino que es predecible a partir de la capacidad de captura de las herramientas empleadas. Restringiendo el análisis a los documentos con componente empírico —124 de los 167 del corpus, una vez excluidos los trabajos exclusivamente teórico-reflexivos, cuya coherencia interna responde a criterios propios del género—, los datos adquieren precisión. De los 65 documentos empíricos que invocan emergencia en sus definiciones, el 16.9% emplea encuestas —instrumento estructuralmente incapaz de capturar emergencia según la matriz (X)—, el 15.4% recurre al estudio de caso (○, captura parcial condicionada), el 13.8% al análisis de contenido (X) y el 12.3% a entrevistas (X). El desajuste observable no es una anomalía: es la consecuencia esperable de emplear herramientas cuyos supuestos operativos contradicen la propiedad que se pretende investigar. La Figura 5 descompone este patrón para las seis propiedades.

Figura 5. Herramientas convencionales empleadas por documentos que invocan cada propiedad de complejidad en sus definiciones



Nota. Barras rojas = herramienta estructuralmente incapaz de capturar la propiedad (X en la matriz); barras amarillas = captura parcial (O). Porcentajes sobre el total de documentos que invocan cada propiedad.

Elaboración propia a partir del MIB.

El mismo esquema se repite con consistencia. Los que invocan no-linealidad pero emplean encuestas (19.2%) producen necesariamente diseños lineales: la escala Likert presupone proporcionalidad, el análisis factorial presupone relaciones lineales entre variables latentes. Los que invocan autoorganización emplean predominantemente estudios de caso (25.0%), cuya capacidad parcial (O) depende de condiciones de diseño —registro multinivel, resolución temporal, análisis no categorial— que el cuerpo investigativo muestra que raramente se cumplen. Los que invocan interacciones pero emplean encuestas (20.6%) recogen respuestas individuales sin registrar la interacción entre respondientes; y los que emplean entrevistas (11.1%) reconstruyen retrospectivamente experiencias relacionales en lugar de capturar la interacción en curso. En cada caso, no se trata de un error del investigador sino de una incompatibilidad de diseño entre lo que la definición promete y lo que la herramienta puede ofrecer.

Tabla 2. Desajuste entre propiedades invocadas y herramientas empleadas: herramienta más frecuente y su capacidad de captura

Propiedad invocada	# docs emp.	% docs emp.	Herramienta convencionales más frecuentes	% uso	Captura
Emergencia	65	52,4	Encuesta / Cuestionario	16,9	X
Interacciones	63	50,8	Encuesta / Cuestionario	20,6	X
No-linealidad	52	41,9	Encuesta / Cuestionario	19,2	X
Autoorganización	32	25,8	Estudio de caso	25	○
Retroalimentación	21	16,9	Encuesta / Cuestionario	19	X
Adaptatividad	18	14,5	Estudio de caso	27,8	○

Nota. Solo documentos con componente empírico (n=124 de 167). Se excluyen documentos teórico-reflexivos. Para autoorganización y adaptatividad, la herramienta más frecuente es el estudio de caso (○), cuya capacidad parcial depende de condiciones de diseño raramente cumplidas en el corpus.

Las posibles raíces de una incompatibilidad

¿Por qué persiste esta incompatibilidad? El análisis sugiere al menos tres factores que se entrelazan. El primero es epistemológico y está vinculado al predominio del pensamiento complejo moriniano (50.3% del corpus). El programa moriniano es, ante todo, una propuesta de reforma del pensamiento; la cual, busca transformar cómo pensamos, no cómo medimos. Sus principios —dialógico, recursivo, hologramático— operan como orientaciones para la reflexión, no como herramientas de investigación. Cuando un investigador moriniano define la complejidad con vocabulario ontológico, pero trabaja con herramientas reflexivas, no está traicionando al pensamiento complejo; está siendo fiel a un programa que no le ofrece instrumentos para capturar aquello que sus definiciones atribuyen al fenómeno. Ahora bien, podemos señalar que, la hibridación retórica documentada en el mapeamiento previo —59.3% del corpus articula simultáneamente vocabulario epistémico y ontológico— agrava esta tensión: las definiciones prometen propiedades sistémicas, pero el marco teórico disponible sigue anclado en principios de pensamiento. El segundo factor es institucional. La formación metodológica en los programas de posgrado en educación —particularmente en América Latina— sigue organizada en torno a un repertorio convencional: diseño experimental, encuesta, entrevista, análisis de contenido. Las herramientas provenientes de las ciencias de la complejidad exigen otros alfabetos —matemáticas,



programación, dinámica de sistemas— que rara vez forman parte de la formación regular de maestría y doctorado en educación. La brecha ontológica-metodológica es, en este sentido, también una brecha de formación. Y, el tercer factor remite a la estructura de la publicación académica. Muchas revistas de educación evalúan los manuscritos con criterios contruidos sobre paradigmas cualitativos y cuantitativos convencionales —validez interna y externa, credibilidad y transferibilidad, saturación teórica— y no siempre disponen de marcos para juzgar el rigor de un estudio basado en simulación de agentes o en análisis de redes complejas. En ese escenario, insistir en herramientas de complejidad implica, para los investigadores, no solo aprender un repertorio técnico distinto, sino también negociar su legitimidad en circuitos de evaluación que todavía no reconocen esos lenguajes como propios.

Coordenadas de una necesidad. Hacia un diseño isomórfico

Los análisis precedentes convergen en una conclusión que trasciende lo descriptivo: el campo complejidad-educación no dispone, en su configuración actual, de un repertorio metodológico proporcional a sus ambiciones teóricas. La brecha es predecible, estructural y persistente. Sin embargo, los 14 documentos que implementan herramientas de complejidad demuestran que la operacionalización es posible; su concentración en circuitos específicos indica que es una cuestión de difusión y formación, no de imposibilidad.

A partir del análisis, es posible derivar las coordenadas de la necesidad: criterios mínimos que cualquier diseño coherente debería satisfacer. El primero es la *sensibilidad multinivel*: si los fenómenos educativos son sistemas complejos, el diseño debe operar en al menos dos niveles simultáneamente —componentes y sistema— y registrar el tránsito de uno a otro. El segundo es la *resolución temporal*: las propiedades complejas se despliegan en el tiempo; un diseño que capture cortes transversales o dos puntos discretos congela lo que por definición es dinámico. El tercero es la *apertura a lo no anticipado*: la emergencia produce novedad; un diseño que opera exclusivamente con categorías predefinidas puede registrar lo que esperaba encontrar, pero es ciego a lo que emerge. El cuarto es la *sensibilidad a la no-linealidad*: los análisis estadísticos lineales no pueden detectar, por diseño, bifurcaciones ni efectos desproporcionados.



El quinto es el *isomorfismo metodológico*: la correspondencia estructural entre las propiedades del sistema estudiado y las del diseño de investigación; un diseño isomórfico no solo estudia la complejidad, opera complejamente —incorpora recursividad, retroalimentación y apertura—.

Estos criterios no constituyen una metodología, sino las condiciones que cualquier metodología debería satisfacer para ser coherente con la definición de los fenómenos educativos como sistemas complejos. Desde la Teoría de los Sistemas Complejos (García, 2006), el primer paso de cualquier investigación sobre un sistema complejo es la definición del sistema; desde las ciencias de la complejidad (Maldonado, 2014), el segundo paso es la selección de herramientas capaces de modelar las dinámicas identificadas; desde la perspectiva de Davis y Sumara (2006), el tercero es la disposición del investigador a operar *dentro* del sistema, no sobre él. El campo dispone de los recursos teóricos; las herramientas formales existen y se han implementado con éxito en los 14 documentos identificados. Lo que falta es el tránsito.

CONCLUSIONES

El análisis desarrollado en este artículo permite concluir que la brecha ontológica-metodológica documentada en el campo complejidad-educación (Ovadia, 2026) no es un déficit corregible por acumulación de herramientas, sino una incompatibilidad estructural entre los supuestos operativos de las herramientas empleadas y las propiedades del fenómeno que se pretende investigar. La matriz de capacidad de captura muestra que las herramientas más frecuentes del corpus —análisis conceptual, revisión documental, encuesta, análisis de contenido— presuponen descomponibilidad, linealidad, estabilidad y representabilidad categorial: propiedades que son, precisamente, las que los sistemas complejos no exhiben. El desajuste es consistente para las seis propiedades examinadas; en todos los casos, la herramienta convencional más frecuente entre los documentos que invocan cada propiedad es estructuralmente incapaz de capturarla.

Esta conclusión no descalifica las herramientas convencionales; cada una tiene su ámbito legítimo de aplicación. En este sentido, la encuesta es eficaz para registrar percepciones individuales; el análisis de contenido es útil para mapear campos discursivos. Lo que sí establece es que usar estas herramientas en investigaciones que definen sus fenómenos como sistemas complejos produce una incoherencia que el campo ha sostenido durante tres décadas sin resolver.



Los 14 documentos que implementan herramientas de complejidad demuestran que la coherencia es posible y que las herramientas formales como la simulación, el modelado basado en agentes, el análisis de redes, las series temporales, los sistemas dinámicos, capturan, por diseño, las propiedades que las definiciones invocan.

De esta manera, señalamos que los cinco criterios derivados —sensibilidad multinivel, resolución temporal, apertura a lo no anticipado, sensibilidad a la no-linealidad e isomorfismo metodológico— configuran las coordenadas de la necesidad. No prescriben un diseño, sino las condiciones que cualquier diseño debería satisfacer para no reproducir la brecha documentada. Desde estas coordenadas, el desafío que se abre es construir un abordaje metodológico que, para investigar la enseñanza como fenómeno complejo, opere él mismo como un proceso complejo: multinivel, temporal, abierto, no lineal e isomórfico con su objeto. En última instancia, podemos sugerir que la cartografía del campo nos revela que su desafío central no es teórico sino metodológico; no se trata de pensar más complejamente sobre educación, sino de investigar más complejamente la educación. Los recursos conceptuales existen, las herramientas formales están disponibles, los referentes empíricos, aunque minoritarios, son identificables. Lo repetimos, lo que falta es el tránsito (Ovadia, 2026)

Ahora bien, conviene ser explícito sobre los límites de este análisis. La clasificación de herramientas se realizó mediante indicadores léxicos en los campos textuales del MIB, procedimiento que captura presencia pero no matices de uso; un análisis hermenéutico de cada documento produciría clasificaciones más finas. La matriz de capacidad de captura es un instrumento construido en este estudio, no un estándar externo preexistente; el desajuste que documenta se mide, por tanto, contra criterios que el propio análisis establece. Esta circularidad potencial se buscó mitigar fundamentando cada evaluación en la correspondencia entre supuestos operativos documentados en la literatura metodológica y las condiciones formales de cada propiedad, y evaluando las herramientas en su implementación recurrente en el corpus, no en su potencial teórico máximo. La validación externa de la matriz —mediante juicio de expertos o aplicación a otros corpus— queda como línea de trabajo pendiente. Asimismo, un investigador podría diseñar una entrevista que capture cierta dimensión de emergencia combinándola con técnicas de análisis no categoriales; pero lo que se evalúa aquí es la configuración típica del campo, no las posibilidades de un diseño excepcional.



Por último, debemos decir que los criterios derivados son condiciones necesarias, pero no suficientes; su satisfacción no garantiza por sí sola investigación rigurosa sobre fenómenos complejos, es el mismo fenómeno el que determinará el tránsito, las herramientas y sus marcos.

Para finalizar, afirmamos que los recursos conceptuales existen. Las herramientas formales están disponibles. Los referentes empíricos, aunque minoritarios, son identificables. Lo que resta es recorrer ese tránsito de manera más deliberada y, sobre todo, más sistemática.

Declaración de conflicto de intereses

El autor declara que no tiene ningún conflicto de interés de tipo personal, académico, financiero o institucional relacionado con la realización de la investigación, la interpretación de los resultados o la publicación del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Monsalve, E., Collado Ruano, J., & Orefice, C. (2023). Pensamiento complejo para mejorar el aprendizaje del inglés como lengua extranjera. *Revista Scientific*, 8(27), 297–316. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2023.8.27.14>
- Avella, G. N., Chamucero Ayala, M. A., Gómez Benítez, L. N., & García Donato, A. del P. (2019). Elementos del pensamiento complejo y la experiencia de sí en la transformación de la práctica docente. *Nodos y Nudos*, 6(47), 63-78. <https://doi.org/10.17227/nyn.vol6.num47-9700>
- Bar-Yam, Y. (2003). *Dynamics of complex systems*. Westview Press.
- Calvo Muñoz, C. (2020). Complejización de los procesos educativos y complicación de los procesos escolarizados. En C. Calvo Muñoz et al., *Necesidades y posibilidades de educación en complejidad* (pp. 17-51). Universidad El Bosque.
- Cortés-Berrueco, L. E., & Carreón-Vázquez, G. (2022). On the use of agent-based modeling in education. *International Journal of Complexity in Education*, 3(1), 1-25.
- Davis, B., & Sumara, D. (2006). *Complexity and education: Inquiries into learning, teaching, and research*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Davis, B., Sumara, D., & Luce-Kapler, R. (2015). *Engaging minds: Cultures of education and practices of teaching* (3.^a ed.). Routledge.



- Estrada García, A. (2018). El pensamiento complejo y el desarrollo de competencias transdisciplinares en la formación profesional. *Revista Publicando*, 5(15), 98–107.
- Fabricatore, C., & López, X. (2012). Fostering student learning using a complexified educational strategy. *International Journal of Learning*, 18(7), 1–14.
- Fenwick, T. (2012). Complexity science and professional learning for collaboration. *Journal of Education and Work*, 25(1), 141-162.
- García, R. (2006). Sistemas complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Gedisa.
- Geveke, C., Steenbeek, H., Doornenbal, J., & van Geert, P. (2020). How to measure expressed pedagogical content knowledge. *International Journal of Complexity in Education*, 1(1), 1-35.
- Goldstein, J. (1999). Emergence as a construct: History and issues. *Emergence*, 1(1), 49-72.
- Hetherington, L. E. J. (2012). *Walking the line between structure and freedom: A case study of teachers' responses to curriculum change in a science department*. [Tesis doctoral] University of Exeter.
- Holland, J. H. (1995). Hidden order: How adaptation builds complexity. Addison-Wesley.
- Holland, J. H. (1998). Emergence: From chaos to order. Addison-Wesley.
- Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11-34.
- Jörg, T. (2009). Thinking in complexity about learning and education. *Complicity*, 6(1), 1-22.
- Kauffman, S. A. (1993). The origins of order: Self-organization and selection in evolution. Oxford University Press.
- Koopmans, M., & Stamovlasis, D. (2021). Breaking new ground in complexity and education. *International Journal of Complexity in Education*, 2(1), 1-8.
- Koponen, I. T., Vuola, K., & Nousiainen, M. (2022). Constructing and analyzing understanding through network analysis. *International Journal of Complexity in Education*, 3(1), 1-30.
- Maldonado, C. E., & Gómez, N. A. (2011). El mundo de las ciencias de la complejidad: Una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Universidad del Rosario.
- Maldonado, CE, (2014). ¿Qué es un sistema complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 14 (29), 71-93.



- Maldonado, C. E. (2020). Condiciones y modos de aprendizaje de complejidad en la universidad. En C. Calvo Muñoz et al., *Necesidades y posibilidades de educación en complejidad* (pp. 53-90). Universidad El Bosque.
- Mallavarapu, A., Uzzo, S., & Lyons, L. (2021). Formative fugues: Reconceptualizing feedback. *International Journal of Complexity in Education*, 2(1), 1-35.
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea Green Publishing.
- Molina, A., Martínez, C. A., Mosquera, C. J., & Mojica, L. (2012). Diversidad cultural e implicaciones en la enseñanza de las ciencias: Reflexiones y avances. *Revista Colombiana de Educación*, (63), 103–128.
- Molina, A., Martínez, C. A., Mosquera, C. J., & Mojica, L. (2015). Enfoques e campos temáticos sobre contexto e diversidad cultural. En A. Molina (Ed.), *Enseñanza de las ciencias y cultura* (pp. 1-42). Universidad Distrital.
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.
- Ovadia, Y. H. (2026). *Entre pensar la complejidad e investigar convencionalmente: Paradojas del campo complejidad-educación* (1996-2025) [Manuscrito no publicado]. Facultad de Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Prigogine, I., & Stengers, I. (1984). *Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*. Bantam Books.
- Sands, S., Margolis, J., & Murphy, M. (2022). Understanding teacher leadership in New York City through the lens of complexity theory. *International Journal of Complexity in Education*, 3(2), 1-28.
- Sullivan, G. M., & Artino, A. R. (2013). Analyzing and interpreting data from Likert-type scales. *Journal of Graduate Medical Education*, 5(4), 541–542. <https://doi.org/10.4300/JGME-5-4-18>
- Stamovlasis, D., Stavropoulou, G., & Karastergiou, E. (2020). Performance in language: A catastrophe theory approach. *International Journal of Complexity in Education*, 1(1), 1-25.
- Steenbeek, H., & van Geert, P. (2013). The emergence of learning-teaching trajectories. *International Journal of Complexity in Education*, 1(1), 1-30.



- Steenbeek, H., van der Aalsvoort, D., & van Geert, P. (2014). Collaborative play in young children. *International Journal of Complexity in Education*, 1(1), 1-25.
- Stella, M. (2020). Mapping the perception of complex systems. *International Journal of Complexity in Education*, 1(1), 1-20.
- Strogatz, S. H. (2015). *Nonlinear dynamics and chaos* (2.^a ed.). Westview Press.
- Sun, H., Yen, P., Cheong, S. A., Koh, E., Kwek, D., & Tan, J. P.-L. (2020). Network analysis approaches for education. *International Journal of Complexity in Education*, 1(1), 1-30.
- Vázquez-Parra, J. C., Cruz-Sandoval, M., & Suárez-Brito, P. (2023). Perception of the level of competence in complex thinking in university students. *Education Sciences*, 13(5), 469. <https://doi.org/10.3390/educsci13050469>
- Watanabe, G., Calafell Subirà, G., & Rodríguez Marín, F. (2022). Cómo incorporamos la complejidad en las propuestas educativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(2), 199-218.
- Wilensky, U., & Jacobson, M. J. (2014). Complex systems and the learning sciences. En R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2.^a ed., pp. 319-338). Cambridge University Press.
- Wilkins, J. L. M., Jones, B. D., & Fenerci, H. (2025). Investigating the motivational dynamics of students in complex learning environments. *International Journal of Complexity in Education*, 6(1), 1-28.

