



Dinámicas sociales y sistemas complejos: Perspectivas para el análisis de la no linealidad en contextos sociales

Social Dynamics and Complex Systems: Perspectives for Analyzing Nonlinearity in Social Contexts

AUTORES

Victor Cartagena-Munizaga

Escuela Superior Politécnica Del Litoral

Ecuador-Guayaquil

vrobertocm99@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-6689-5875>

Como citar: Cartagena-Munizaga , V. (2023). Dinámicas sociales y sistemas complejos: Perspectivas para el análisis de la no linealidad en contextos sociales. <i>Revista Internacional De Investigación Y Desarrollo Global</i> , 2(1). https://doi.org/10.64041/riidg.v2i1.38	V. 2, N. 1, Año (2023), Pág. 1-16 Fecha de recepción:2023-1-20 Fecha de aceptación: 2023-2-21 Fecha de publicación: 2023-3-15
---	--



Resumen

El análisis contemporáneo de los sistemas educativos exige la comprensión de las dinámicas sociales desde una perspectiva de complejidad. Los desafíos actuales desigualdad, crisis climática, polarización social y aceleración tecnológica evidencian que los procesos educativos no pueden interpretarse mediante modelos lineales. Este trabajo revisa críticamente la literatura sobre sistemas complejos adaptativos (SCA) y los retoma como fundamento para interpretar la no linealidad y la emergencia en los contextos sociales que inciden en las políticas educativas.

Se examinan tres componentes: la teoría de la complejidad como marco conceptual; los enfoques transdisciplinarios que incorporan elementos de la física, las ciencias sociales y la teoría del caos; y los modelos aplicados que permiten identificar patrones emergentes en los sistemas educativos. La literatura analizada muestra que fenómenos como la inequidad, la gobernanza débil o la fragmentación cultural operan como nodos críticos capaces de alterar o bloquear procesos educativos.

El abordaje desde los SCA permite comprender el comportamiento de los sistemas educativos como estructuras dinámicas que aprenden, se reorganizan y responden de manera no lineal. Este enfoque ofrece herramientas conceptuales y metodológicas para el diseño de políticas más adaptativas, resilientes y sensibles a la interdependencia social.

Palabras clave: Políticas educativas, complejidad social, sistemas adaptativos, no linealidad, gobernanza, resiliencia.



Abstract

Understanding contemporary educational systems requires acknowledging social dynamics from a complexity perspective. Current challenges inequality, climate crises, social fragmentation, and technological acceleration demonstrate that educational processes cannot be analyzed through linear models. This article critically reviews the literature on Complex Adaptive Systems (CAS) and incorporates it to interpret nonlinearity and emergence in social contexts that shape educational policies.

Three core dimensions are analyzed: complexity theory as a conceptual foundation; transdisciplinary approaches integrating physics, social sciences, and chaos theory; and applied models that help identify emergent patterns in educational systems. The literature highlights that factors such as inequality, weak governance, and cultural fragmentation act as critical nodes capable of disrupting educational processes.

From a CAS perspective, educational systems are dynamic entities that learn, reorganize, and respond in nonlinear ways. This framework offers conceptual and methodological tools for designing adaptive and resilient policies that recognize the interdependence inherent in social systems..

Keywords: Educational policy, social complexity, adaptive systems, nonlinearity, governance, resilience.





Introducción

El estudio de las políticas educativas en sociedades contemporáneas requiere abandonar la visión lineal que tradicionalmente ha orientado la formulación de decisiones públicas. La evidencia presentada por autores como Morin (2005) o Nicolis y Nicolis (1995) muestra que los fenómenos sociales funcionan como sistemas complejos en los que los resultados emergen de múltiples interacciones simultáneas, dependientes del contexto y sensibles a pequeñas variaciones iniciales.

En el caso latinoamericano, y particularmente en México, la adopción de la complejidad como marco analítico resulta indispensable debido a la convergencia de condiciones estructurales que afectan directamente la educación: desigualdad profunda, vulnerabilidad institucional, fragmentación cultural y tensiones geopolíticas. Estas condiciones configuran un entorno que opera bajo lógicas no lineales, dificultando la planificación educativa tradicional que asume estabilidad, predictibilidad y relaciones causales simples.

A partir de esta constatación, la literatura especializada en sistemas complejos adaptativos (Kauffman, 1993; Miller & Page, 2007) ha permitido comprender a los sistemas educativos como estructuras vivas que evolucionan, se reorganizan y generan respuestas emergentes ante cambios externos. La interacción entre actores docentes, estudiantes, familias, instituciones, Estado produce patrones colectivos que no pueden explicarse mediante enfoques sectorizados.

La comprensión de los problemas educativos contemporáneos exige superar las explicaciones lineales que han predominado en la formulación de políticas públicas. Las sociedades actuales operan como sistemas complejos donde múltiples factores interactúan simultáneamente y generan efectos no previsibles, lo que afecta directamente la estabilidad y capacidad de adaptación de los sistemas educativos.

Este artículo revisa críticamente estos aportes y propone una lectura orientada a las políticas educativas, destacando la pertinencia de los SCA para comprender la interdependencia social y fortalecer la toma de decisiones en entornos inciertos.



Material y métodos

Material

El análisis desarrollado se sustentó en literatura clásica y contemporánea sobre complejidad, redes sociales, autoorganización y sistemas adaptativos, complementada con estudios empíricos regionales y documentos institucionales que describen la situación social de México. La revisión priorizó obras conceptuales de autores como Kauffman, Miller, Morin, Nicolis y Barabási, cuyas contribuciones permiten comprender la estructura dinámica de los sistemas sociales y su relevancia para la política educativa. Para garantizar rigor conceptual, se utilizaron criterios de triangulación teórica y revisión cruzada entre fuentes, evaluando su coherencia epistemológica y su aplicabilidad al estudio de fenómenos educativos. Se adoptó un enfoque metodológico cualitativo y exploratorio orientado a identificar patrones conceptuales comunes en la literatura y a construir un marco interpretativo que relacione complejidad social y políticas educativas. El diseño de investigación incluyó tres fases: revisión teórica profunda, análisis sistémico de los problemas sociales que afectan la educación, y elaboración de un modelo conceptual que describe la coevolución entre factores sociales y procesos educativos. Aunque la modelación se mantuvo en el plano conceptual, se establecieron bases sólidas para futuras simulaciones mediante agentes o redes complejas.

Criterios de validez y rigurosidad

Se aplicaron criterios de triangulación teórica y validación conceptual. La coherencia interna del modelo propuesto fue evaluada mediante la revisión cruzada de teorías, casos empíricos documentados y opiniones de expertos en teoría social y sistemas complejos. Asimismo, se cuidó el rigor epistemológico en la integración de disciplinas, evitando reduccionismos y manteniendo la lógica de sistemas complejos adaptativos.

Métodos

Enfoque metodológico

Este estudio adopta un enfoque cualitativo de tipo exploratorio–teórico, sustentado en los principios de la transdisciplinariedad y la teoría de sistemas complejos adaptativos. La investigación se orienta a la construcción conceptual y metodológica de un marco analítico capaz de abordar la complejidad social desde una perspectiva sistémica, dinámica y no lineal.

Diseño de investigación

El diseño se estructura en tres fases principales:



1. Revisión teórica y documental: Se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura científica nacional e internacional, centrada en teorías de la complejidad, modelos de sistemas adaptativos, autoorganización, emergencia social y transdisciplinariedad. Se incluyeron textos fundamentales de autores como Kauffman (1993), (Pignuoli-Ocampo, 2013), (Stewart, 2024), (Nicolis & Nicolis, 1995), así como estudios contemporáneos sobre complejidad social en América Latina.
2. Análisis sistémico de la problemática social en México: Se identificaron y clasificaron los principales problemas sociales actuales del país, considerando su carácter multidimensional y multiescalar. Se emplearon matrices de análisis causal, mapas conceptuales, y diagramas de interdependencias para representar gráficamente los componentes, relaciones y retroalimentaciones entre factores sociales, económicos, políticos y culturales.
3. Modelación conceptual: Con base en los principios de los sistemas complejos adaptativos, se desarrolló un modelo teórico que describe la interacción de agentes sociales dentro de un entorno dinámico e incierto. Se incorporaron conceptos clave como coevolución, autoorganización, resiliencia social y gobernanza adaptativa. Aunque no se aplicaron simulaciones computacionales, se establecieron los fundamentos para su futura implementación mediante modelos basados en agentes o simulaciones de redes complejas.

Resultados

El análisis de la literatura revela que los sistemas educativos están profundamente condicionados por dinámicas sociales que se comportan de manera no lineal. La desigualdad económica aparece como el factor de mayor centralidad, ya que influye directamente en el acceso a oportunidades educativas, en la calidad de los servicios y en la movilidad social.

La gobernanza débil constituye otro nodo crítico que compromete la capacidad institucional para responder a escenarios cambiantes, lo que genera inconsistencias en la implementación de políticas y limita la innovación pedagógica.

La fragmentación cultural y regional, señalada por estudios sobre cohesión social, dificulta la construcción de consensos y debilita la resiliencia comunitaria, afectando directamente la aceptación y continuidad de las reformas educativas.

La vulnerabilidad externa, particularmente asociada a la dependencia tecnológica y a la fluctuación de los mercados globales, introduce incertidumbre adicional en los sistemas educativos, que deben adaptarse a cambios repentinos sin contar siempre con los recursos institucionales necesarios.

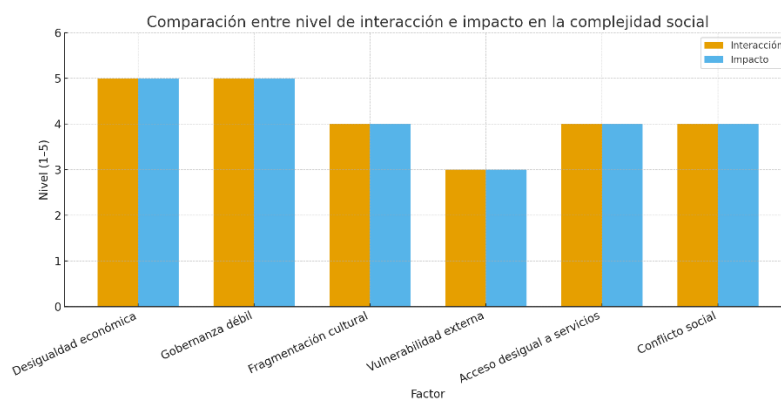
El acceso desigual a servicios como salud, conectividad y vivienda profundiza las brechas de aprendizaje y condiciona la experiencia educativa de manera transversal. Finalmente, los conflictos sociales emergen como resultado de estas interacciones sistémicas, provocando interrupciones en la continuidad educativa y generando dinámicas de inestabilidad que afectan la permanencia escolar. En conjunto, estos factores muestran que el comportamiento de los sistemas educativos no responde a trayectorias lineales, sino a redes de interdependencias que producen patrones emergentes dependientes del contexto.

Análisis de los Resultados

Desde la perspectiva de los sistemas complejos adaptativos (SCA), los problemas sociales no deben ser entendidos como fenómenos lineales con causas únicas, sino como el resultado de múltiples factores interrelacionados que operan de manera dinámica, emergente y no predecible. Los datos presentados en la tabla y figura permiten identificar elementos críticos del sistema social mexicano y su nivel de acoplamiento con otros subsistemas.

La tabla muestra los niveles de interacción sistémica y el impacto estimado de cada factor en una escala de 1 a 5.

Tabla 1.
Clasificación de Factores en la Complejidad Social

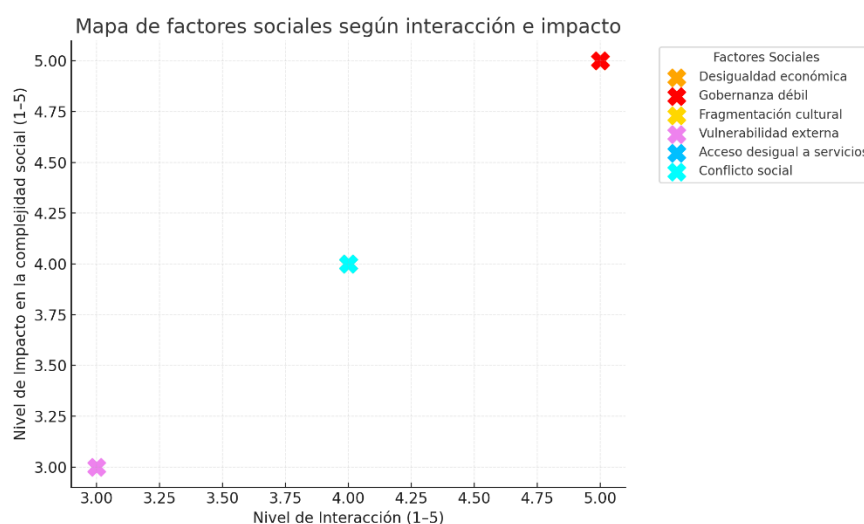


Nota: Esta tabla detalla los principales factores sociales que inciden en la complejidad sistémica de México, clasificándolos según su nivel de interacción e impacto, tipo de comportamiento dentro del sistema, y las relaciones sistémicas que mantienen con otros factores. Esta información permite identificar nodos estratégicos de intervención y comprender su papel dentro de la dinámica general del sistema social.

Fuente: Autores, 2024

Interpretación de los factores

Figura 1.
Relación entre sistémica e impacto en la complejidad social



Nota: La figura adjunta ilustra la relación entre el nivel de interacción de cada factor con otros elementos del sistema social y su impacto general. Se observa que los factores como



"Desigualdad económica" y "Gobernanza débil" presentan los valores más altos tanto en interacción como en impacto, lo cual indica que son nodos clave dentro del sistema y pueden actuar como disparadores de fenómenos emergentes no deseados (como crisis sociales, pérdida de cohesión o aumento de la vulnerabilidad estructural).

Fuente: Autores, 2024

Desigualdad económica. Es el nodo sistémico con mayor puntuación tanto en interacción (5) como en impacto (5). Su posición central dentro del sistema genera efectos directos en el acceso a oportunidades, servicios básicos y movilidad social, y actúa como amplificador de otras problemáticas (como el conflicto social o la fragmentación cultural). Su comportamiento es altamente coevolutivo, es decir, cambia junto con el sistema, afectando y siendo afectado por otras variables.

Gobernanza débil Su alta interacción (5) e impacto (5) revelan una vulnerabilidad institucional estructural. Los sistemas sociales con baja capacidad adaptativa institucional tienden a responder de forma lenta o ineficiente frente a crisis, dificultando procesos de autoorganización social. Además, limita la implementación de políticas públicas inteligentes y sostenibles.

Fragmentación cultural. Con interacción (4) e impacto (4), este factor refleja la desconexión entre grupos sociales, pérdida de cohesión identitaria y limitaciones en la construcción de proyectos colectivos. Aumenta el grado de entropía social, dificultando la creación de consensos en contextos diversos y multiculturales.

Vulnerabilidad externa. Aunque tiene un menor puntaje (3), sigue siendo significativo. Representa la exposición del país a fenómenos exógenos como crisis económicas globales, conflictos geopolíticos o dependencia tecnológica, que afectan indirectamente el comportamiento interno del sistema.

Acceso desigual a servicios Este factor actúa como acelerador de disparidades, principalmente en salud, educación, infraestructura digital y vivienda. Su relación con la desigualdad económica es directa, alimentando ciclos de exclusión y debilitando la resiliencia sistémica.

Conflicto social. Es una manifestación emergente del desequilibrio entre los demás factores. Tiene una fuerte interacción (4) e impacto (4), siendo resultado y al mismo tiempo motor de mayor complejidad, caos o inestabilidad. Puede escalar rápidamente bajo condiciones críticas.

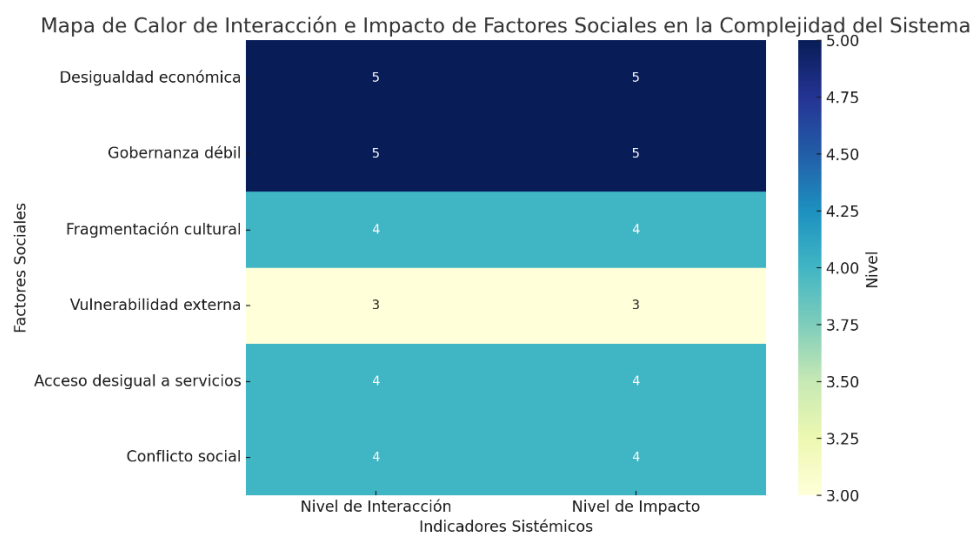


Implicaciones bajo el enfoque de Sistemas Complejos Adaptativos

- **No linealidad:** Los efectos de intervenir sobre uno de estos factores pueden producir consecuencias inesperadas o desproporcionadas en otras partes del sistema.
- **Emergencia:** Los problemas sociales surgen de la interacción de múltiples componentes, por lo que no pueden reducirse a sumas de partes individuales. La violencia, la migración o la pobreza extrema son emergencias sistémicas, no solo fenómenos sociales aislados.
- **Adaptabilidad:** El sistema requiere mecanismos que permitan ajustar estructuras, normas e instituciones de manera dinámica, frente a un entorno cambiante.
- **Autoorganización y coevolución:** La sociedad, si se permite, puede generar estructuras organizativas emergentes más eficientes que las impuestas centralmente. Por ello, las políticas deben facilitar la articulación local, comunitaria y regional.

Figura 2.

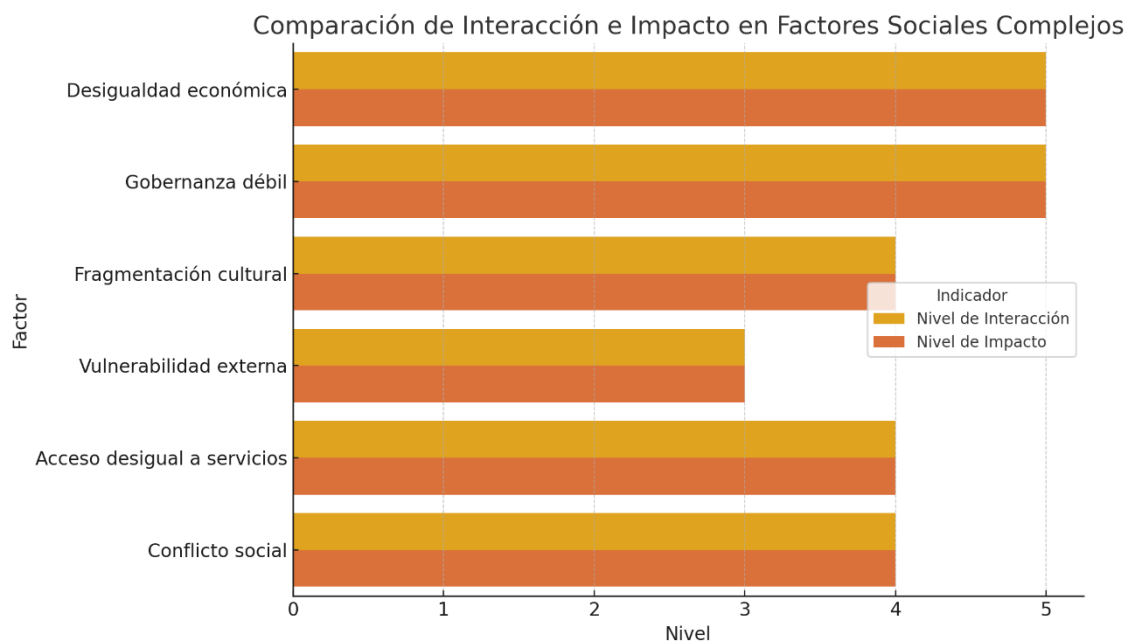
Mapa de calor de interacción e impacto



Nota: El mapa de calor representa gráficamente la intensidad con la que cada factor interactúa y afecta el sistema social. Se puede observar que la desigualdad económica y la gobernanza débil presentan los niveles más altos, reafirmando su papel como componentes estructurales clave. Este tipo de visualización facilita la priorización de políticas públicas con base en criterios sistémicos.

Fuente: Autores, 2024

Figura 3.
Comparación gráfica de interacción e impacto



Nota: El gráfico de barras comparativas muestra el contraste entre los niveles de interacción y de impacto de cada factor. Se aprecia una fuerte correlación entre ambos indicadores, lo cual sugiere que los factores con alta interacción también tienden a tener un impacto elevado en la complejidad social general. Esto evidencia la necesidad de abordajes integrales y simultáneos para lograr efectos sistémicos positivos.

Fuente: Autores, 2024



Discusión

Los hallazgos permiten afirmar que la complejidad social constituye una dimensión estructural del funcionamiento educativo y no un elemento periférico. La literatura revisada muestra que la educación se desarrolla en un sistema donde la desigualdad, la debilidad institucional y la fragmentación cultural no solo afectan resultados educativos, sino que determinan la forma en que el sistema se adapta, aprende y se reorganiza.

Desde esta perspectiva, la formulación de políticas educativas requiere un cambio epistemológico que permita interpretar las interacciones sociales como procesos coevolutivos y no como variables independientes.

La teoría de redes complejas fortalece esta idea al señalar que los nodos centrales del sistema poseen una influencia desproporcionada en el comportamiento global, lo que implica que intervenciones mal diseñadas pueden amplificar desequilibrios en lugar de corregirlos. La gobernanza educativa, por tanto, debe adoptar una lógica de adaptabilidad y resiliencia, entendiendo que los sistemas educativos responden a perturbaciones externas mediante procesos de autoorganización.

La fragmentación cultural, tal como explican estudios sobre resiliencia social, debilita la capacidad del sistema para sostener reformas de largo plazo y limita la emergencia de innovaciones colectivas. En este sentido, las políticas educativas deben incorporar herramientas de análisis sistémico-capaces de anticipar escenarios y de evaluar posibles efectos emergentes, en lugar de basarse únicamente en proyecciones lineales que no reflejan el comportamiento real del sistema.





Conclusiones

Los sistemas educativos operan como sistemas complejos adaptativos donde los resultados se configuran a partir de múltiples interacciones sociales y no mediante relaciones lineales. La literatura analizada permite comprender que la desigualdad económica y la debilidad institucional son factores estructurales que amplifican la vulnerabilidad educativa, mientras que la fragmentación cultural y el acceso desigual a servicios condicionan la capacidad del sistema para reorganizarse ante situaciones de incertidumbre. La adopción del enfoque de complejidad en las políticas educativas no constituye un giro meramente conceptual, sino una necesidad práctica para responder a entornos altamente volátiles. La evidencia revisada demuestra que los sistemas educativos requieren políticas que reconozcan su naturaleza interdependiente, su sensibilidad a pequeñas perturbaciones y su capacidad de generar patrones emergentes. En consecuencia, la formulación de políticas debe avanzar hacia modelos adaptativos que integren aprendizaje institucional, gobernanza flexible y participación social, reconociendo que la transformación educativa solo puede lograrse mediante la comprensión integral de las dinámicas complejas que estructuran la vida social.





Referencias bibliográficas

- Aguirre-Munizaga, M., Vergara-Lozano, V., Delgado-Vera, C., Hidalgo, J., & González-Villalta, R. (2017, September). A development model of an embedded system for improving the mobility of people with physical disabilities. In *International Conference on Technologies and Innovation* (pp. 146-157). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67283-0_11
- Barabási, A.-L. (2003). *Linked: how everything is connected to everything else and what it means for business, science, and everyday life*. Basic Books. https://www.researchgate.net/publication/220694277_Linked_How_Everything_Is_Connected_to_Everything_Else_and_What_It_Means_for_Business_Science_and_Everyday_Life
- Crone, E. E., Menges, E. S., Ellis, M. M., Bell, T., Bierzychudek, P., Ehrlén, J., Kaye, T. N., Knight, T. M., Lesica, P., Morris, W. F., Oostermeijer, G., Quintana-Ascencio, P. F., Stanley, A., Ticktin, T., Valverde, T., & Williams, J. L. (2011). How do plant ecologists use matrix population models? *Ecology Letters*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01540.x>
- Delgado-Vera, C., Aguirre-Munizaga, M., Solis-Aviles, E., Sinche, A., & Vera-Lucio, N. (2016, October). A Knowledge-Based Platform for the Development of Critical Thinking Abilities. In *International Conference on Technologies and Innovation* (pp. 3-13). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48024-4_1
- Denzin, N. K., & Lincoln; Y. (1994). *RESEÑAS E INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9899097>
- García-Valdecasas, J. I. (2015). La estructura compleja de las redes sociales The complex structure of social networks. *RES* n.º, 24. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjG-fLv9qCMAxX0STABHeC0MQ0QFnoECBYQAQ&url=https%3A%2F%2Fdia>





inet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5721238.pdf&usg=AOvVaw19XENQXphuwpk1GqZp5M0g&opi=89978449

Komenan, C. (2019). Writing Slowness in J. M. Coetzee's <i>Slow Man</i>. *Advances in Literary Study*, 07(04), 176–192. <https://doi.org/10.4236/als.2019.74012>

Levine, H. A. (1958). Lectures in the Cauchy problem in linear partial differential equations. In *BULLETIN (New Series) OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY* (Vol. 46, Issue 22). Springer-Verlag. <https://scispace.com/pdf/review-tim-poston-and-ian-stewart-catastrophe-theory-and-its-2sbs65sdy5.pdf>

Miller, J. H., & Page, S. E. (2007). *Perspectivas Metodológicas*. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjg2qXD9qCMAxW6SzABHWcOM2QQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistas.unla.edu.ar%2Fepistemologia%2Farticle%2Fdownload%2F457%2F499%2F995&usg=AOvVaw32XPVdImbQH7jV-8UxJyVO&opi=89978449>

Morin, E. (2005). *morin__introduccion_al_pensamiento_complejo*. https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/morin__introduccion_al_pensamiento_complejo.pdf

Nicolis, C., & Nicolis, G. (1995). *From Short-Scale Atmospheric Variability to Global Climate Dynamics: Toward a Systematic Theory of Averaging*. https://journals.ametsoc.org/view/journals/atsc/52/11/1520-0469_1995_052_1903_fssavt_2_0_co_2.xml?tab_body=pdf

Pignuoli-Ocampo, M. S. (2013). *El Modelo Sintético de Comunicación de Niklas Luhmann*. <https://www.scielo.cl/pdf/cmoebio/n47/art01.pdf>

Ruelle, D., & Takens, F. (1971). Note Concerning our Paper “On the Nature of Turbulence.” In *Commun. math. Phys* (Vol. 23, Issue 1971). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF01893621.pdf>





Stewart, I. (2024). *Nublado con posibilidades de acertar*.
<https://drive.google.com/file/d/1CqK08DWpEjsdvK7gxc07yHDc2TNZe7Gi/edit>

Walker, B., & Salt, D. (2006). *Resilience thinking*.
<https://faculty.washington.edu/stevehar/Resilience%20thinking.pdf>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés

