

# Inteligencia estratégica, transdisciplinaria y sistemas complejos adaptativos

José Lorenzo-Penalva Lucas

## Resumen

El fracaso de la campaña Afganistán pone de manifiesto la necesidad de emplear aproximaciones diferentes a problemas como la insurgencia, el terrorismo o el extremismo violento. Estos fenómenos caen dentro de los problemas tipificados como interactivamente complejos no lineales.

La inteligencia asociada a la toma de decisiones, el planeamiento, la ejecución de operaciones, así como la valoración de la eficiencia de las acciones llevadas a cabo en la campaña deben emplear unas herramientas adecuadas al tipo de problema al que se enfrentan. Los sistemas complejos adaptativos y la transdisciplinaria son dos estrategias de afrontamiento necesarias en la actual lucha contra la insurgencia, el terrorismo y el extremismo violento.

## Palabras clave

Terrorismo, extremismo violento, sistemas complejos adaptativos, transdisciplinaria, toma de decisiones.

## Strategic intelligence, transdisciplinarity and complex adaptive systems

### Abstract

*The failure of the Afghanistan campaign highlights the need for new strategies to deal with problems such as insurgency, terrorism or violent extremism. These phenomena fall into the category of interactively complex non-linear problems.*

*The intelligence community involved in decision-making, planning and executing operations, as well as evaluating the effectiveness of actions taken during the campaign, must use tools appropriate to the nature of the problems they face. Complex adaptive systems and transdisciplinarity are two necessary coping strategies in the current fight against terrorism.*

### Keywords

Terrorism, violent extremism, complex adaptive systems, transdisciplinarity, counterterrorism, violent radicalization, decision making.



## 1. Introducción

Emplear las herramientas apropiadas al tipo de sistema, problema o entorno ayuda a resolverlo adecuadamente. Nadie con conocimiento de causa trataría de resolver un problema de mecánica cuántica con leyes de la mecánica clásica; sin embargo, para tratar de resolver el problema de la insurgencia, el terrorismo o el extremismo violento se están empleando las mismas herramientas que para hacer frente a un enemigo convencional, cuando las leyes que rigen el combate convencional distan mucho de las que rigen el conflicto asimétrico o irregular.

Tratar de resolver problemas complejos o caóticos con herramientas de resolución de problemas o de toma de decisiones de otro tipo, es una fórmula con una probabilidad de fracaso casi cierta. El fiasco de Afganistán es prueba de ello. Después de veinte años de conflicto violento, miles de millones de dólares gastados, cientos de miles de muertos (entre civiles, militares e insurgentes), cientos de miles de desplazados, se ha vuelto a la situación inicial: los talibanes en el gobierno y al-Qaeda con bases y santuarios en el país<sup>1</sup>.

Este artículo profundiza en los riesgos de no emplear las herramientas adecuadas al tipo de problema al que la inteligencia se enfrenta. En concreto, se trata de responder a qué tipo de problema es el terrorismo, el extremismo violento o la insurgencia y cuáles son las estrategias de afrontamiento más adecuadas desde el punto de vista de la inteligencia asociada a la toma de decisiones.

A pesar de que el terrorismo, la insurgencia o el extremismo violento son fenómenos muy diferentes, los tres tienen un común denominador: pertenecer a la misma categoría de problema, lo que hace que el marco general de resolución de estos tres fenómenos sea el mismo, aunque luego se emplee un remedio específico para cada uno de ellos.

## 2. Tipos de problemas

Por un lado, los problemas pueden sintetizarse en cuatro grandes grupos: simples, complicados, complejos y caóticos.

Los problemas o entornos simples se caracterizan por tener pocas partes constituyentes. Todos los parámetros son conocidos y además, en estos entornos, rige la lógica formal, el principio de causalidad y el principio de linealidad.

---

<sup>1</sup> El director de investigación del Instituto de Estudios Estratégicos del Colegio de Guerra del Ejército de los Estados Unidos, Metz (2017), exponía la necesidad de cambiar la aproximación de la táctica y la estrategia de Estados Unidos frente al fenómeno de la insurgencia y las organizaciones terroristas.

Los problemas complicados poseen más partes que los simples; se rigen también por el teorema de la causalidad, aunque a veces pueda estar separada en el tiempo y el espacio. En un problema complicado se sabe que hay parámetros desconocidos, pero también se sabe que este vacío de conocimiento se puede solucionar obteniendo los datos faltantes.

Los problemas complejos están compuestos por numerosas partes. En estos entornos o problemas se sabe que hay parámetros conocidos y desconocidos-conocidos, asimismo hay desconocidos-desconocidos. El vacío de conocimiento en este campo se puede solucionar en los desconocidos-conocidos, aunque no de manera sencilla o evidente; por definición, no se puede solucionar en los desconocidos-desconocidos. Generalmente existe multicausalidad, pero la causalidad solo es coherente y visible a posteriori.

En los entornos o problemas caóticos hay parámetros conocidos, desconocidos e incognoscibles. La causalidad no es detectable o no existe.

Por otro lado, los problemas también pueden dividirse en dos grandes grupos: los lineales y los no lineales. Un problema lineal es aquel que puede descomponerse en partes más sencillas y cada una de las partes puede resolverse por sí misma. El resultado final será equivalente a la suma de las partes constituyentes.

Los problemas no lineales pueden dividirse en partes componentes, pero no se les pueden aplicar las cuatro leyes que rigen la mecánica de sistemas lineales (la ley aditiva de elementos, la conmutativa, la asociativa y la distributiva). Es decir, no es posible solucionar el problema resolviendo de forma individual cada una de las partes constituyentes; no es factible realizar un reduccionismo metodológico. La resistencia de un material sometido a un estrés es un ejemplo de un sistema no lineal.

Por último están los problemas o entornos interactivos y no interactivos. Las partes constituyentes en un problema o entorno interactivo están relacionadas entre sí de tal forma que no es posible actuar sobre una sin influir o alterar a las demás. Un ecosistema o el cuerpo humano y sus órganos constituyentes son ejemplos de sistemas interactivos.

Desde René Descartes a Laplace se ha tenido plena confianza en el método científico basado en la relación causa-efecto, denostando cualquier otra aproximación al conocimiento científico. El método cartesiano fue un verdadero avance para desterrar especulaciones y creencias; sin embargo este método daba respuesta exclusivamente a problemas simples y complicados, que pertenecen al conjunto de aquellos en los que reina el principio de causalidad.

La astronomía, la física y la matemática asociada fueron las primeras disciplinas científicas que se enfrentaron a la resolución de problemas complejos, como el famoso problema de los tres cuerpos formulado por Isaac Newton en los Principia. Poincaré terminó con el determinismo laplaciano, cuando en 1890 escribió la versión corregida del problema de los tres cuerpos, donde exponía la creencia de que pequeños cambios en un sistema aparentemente estable pueden hacer que éste se desequilibre repentinamente. Era el nacimiento de la teoría del caos y la mecánica y dinámica de sistemas no lineales.

La comunidad científica tardaría más de tres cuartos de siglo en comprender los comportamientos caóticos, estocásticos, de un sistema dinámico como el descrito por Poincaré. Richard Feynman, Nobel de Física en 1965, apuntó que el indeterminismo no pertenece exclusivamente a la mecánica cuántica, sino que es una propiedad básica de muchos sistemas físicos.

De todos los tipos de problemas o entornos, los más difíciles de resolver son los caóticos y después los interactivamente complejos no lineales.

Hoy en día son muchas las ciencias que trabajan con sistemas indeterministas, sistemas interactivamente complejos o sistemas complejos no lineales como, por ejemplo: la medicina para el estudio del cerebro; la sociología en sus modelos predictivos de crecimiento de las ciudades y sociedades; la informática en la programación de inteligencias artificiales; la economía en la predicción de los mercados; la ingeniería en el control de procesos; la física y la astronomía, etc.

### 3. Transdisciplinariedad

Entrando un poco más en detalle, los problemas interactivamente complejos no lineales, como la insurgencia, el extremismo violento y el terrorismo, se caracterizan porque:

- Están compuestos por numerosas partes no homogéneas, siendo estas las que precisamente conforman, definen y dan carácter al problema o entorno.
- Sus partes constituyentes están interrelacionadas entre sí y no es posible actuar sobre una sin influir sobre otras (por ejemplo: el sistema de actores, el binomio seguridad-economía, política-religión, otros).
- La polemología del conflicto es multicausal (Fernández-Montesinos, 2013).
- Además, este tipo de problemas se caracterizan porque algunas de sus relaciones no obedecen al principio de causalidad. Muchas de las

decisiones de los seres humanos y grupos de estos, incluidos Estados, no son racionales. Así pues, muchas de las dinámicas del terrorismo, la insurgencia o el extremismo violento obedecen a otras relaciones diferentes a las causales, como emociones, sentimientos, estética, teoría del contagio u otras.

- El mismo estímulo puede causar reacciones muy diversas en un actor o sistema, cuantitativa y cualitativamente hablando.

Desde este punto de partida, como son muchas las causas y las partes componentes, son muchas las disciplinas que deben emplearse para analizarlas y tratarlas. Sin ánimo de ser exhaustivo, la política, el derecho, la psicología, la economía, la seguridad y defensa, obras públicas e infraestructuras, enseñanza, religión, son áreas o disciplinas que están directamente relacionadas con estos fenómenos. Así pues, para comprender bien estos tres problemas resulta necesario un análisis de inteligencia multidisciplinar y multinivel (macro, meso, micro, causas estructurales, causas superficiales, etc.).

Con el fin de la Guerra Fría y el paso a una realidad internacional multipolar, la OTAN empieza a tomar conciencia de la necesidad de emplear un enfoque integral en su aproximación a los conflictos; sin embargo, no será hasta el 2010 cuando la organización publica la primera directiva integral de planeamiento de operaciones, con un verdadero enfoque multidisciplinar<sup>2</sup>. España incorporará en su doctrina nacional de operaciones e inteligencia el enfoque integral<sup>3</sup>.

Los factores del PMESII-PT —acrónimo normalizado que hace referencia a *Political, Military, Economic, Social, Infrastructure and Informations-Physical Environment and Time*— son un buen punto de partida para analizar y comprender el conflicto o la crisis, pero hay que tener dos precauciones. Primero, estos factores no deben ser limitantes para el análisis del conflicto, es decir, como cada insurgencia, terrorismo o extremismo violento son únicos temporal y espacialmente, estos fenómenos deben analizarse empleando todas las disciplinas necesarias para alcanzar el enfoque integral y holístico, sin circunscribirse a un grupo cerrado. Segundo, no es posible que un único experto o analista produzca todo lo necesario para realizar un análisis completo del conflicto, área o actor, pues se necesitan varias disciplinas para abarcar con éxito la complejidad de estos problemas.

<sup>2</sup> Esta directiva se actualizó por la versión 2 en 2013, Allied Command Operations Comprehensive Operations Planning Directive. Recientemente se ha publicado la versión 3. Véase también OTAN (2019) AJP-03.

<sup>3</sup> El enfoque integral emana desde las doctrinas de más alto nivel, como las Publicaciones Doctrinales conjuntas PDC-01 *Empleo conjunto de las Fuerzas Armadas*, de febrero de 2018; o la PDC-2 *Doctrina de Inteligencia para las Fuerzas Armadas*, de marzo de 2020; hasta las de más bajo nivel como las tácticas, técnicas y procedimientos.

Siendo cierto todo lo anterior, la aproximación multidisciplinar no es suficiente y este es un aspecto que todavía no se ha interiorizado ni operativizado totalmente ni en la OTAN ni en España. Lo trascendente de este asunto es que, en el análisis, toma de decisiones y desarrollo de operaciones en ambientes complejos, lo que aporte cada una de las disciplinas no puede tratarse de manera aislada a lo que aporte el resto de las otras, porque las partes constituyentes están interrelacionadas entre sí y cuando se actúa sobre una de ellas se afecta o se desestabiliza al resto de las partes.

Transdisciplinariedad es cuando varias disciplinas trabajan de forma coordinada y subsidiaria para dar una solución holística, lo cual es lo que verdaderamente hace falta para abordar problemas complejos como la insurgencia, el extremismo violento y el terrorismo. Así pues, las diferentes disciplinas deben aportar soluciones consensuadas, en los diferentes niveles (macro, meso, micro), para hacer frente de forma holística a las diferentes causas constituyentes (profundas, superficiales y detonantes) del entorno, sistema o problema.

#### 4. Sistemas complejos adaptativos

Como se ha visto anteriormente, el terrorismo o el extremismo violento es un problema complejo compuesto por numerosas partes constituyentes heterogéneas y relacionadas entre sí, que no pueden resolverse de forma aislada. Desde este punto de vista, la aproximación más eficiente para hacer frente a este problema es la Teoría General de Sistemas<sup>4</sup>, es decir, ver el problema como un sistema compuesto por diferentes subsistemas. Analicemos dentro de la Teoría General de Sistemas cual es la subdisciplina que mejor se adapta a estos fenómenos.

Así como los problemas simples y complicados pueden abordarse con lecciones aprendidas del pasado, planeamiento y procedimientos, los problemas interactivamente complejos no lineales requieren interactuar, detectar hacia donde evoluciona la situación y actuar en consecuencia. No es posible resolver un problema interactivamente complejo no lineal exclusivamente con buenas prácticas o lecciones aprendidas o con el método de planeamiento y toma de decisiones actual, ya que está basado en sistemas complicados lineales.

Lo que funciona una vez y en un momento o lugar determinado, en un sistema de actores que se desenvuelve en un entorno complejo interactivo y no lineal, puede no funcionar con otro actor, o con el mismo actor en otro lugar o en otro momento, porque las relaciones que rigen en ese

---

<sup>4</sup> La Teoría General de Sistemas tuvo su origen en la biología, Bertalanffy (1950), aunque posteriormente se expandió al resto de disciplinas como la ingeniería, economía, sociología, etc.

dominio no son exclusivamente causales (linealidad). Así pues, en entornos y problemas interactivamente complejos no lineales no se producen siempre las mismas respuestas a los mismos estímulos. Aunque esta lección ha sido identificada por países y organizaciones en el plano teórico (OTAN AJP-3.4.4 2016: 2-11), no ha terminado de ser bien comprendida o aplicada adecuadamente, pues el fracaso de la campaña de Afganistán así lo demuestra.

Para complicarlo más, a lo anterior hay que sumarle que, para el problema del extremismo violento y terrorismo, tampoco funciona el teorema fundamental del bienestar económico, es decir, el sistema puede no alcanzar el equilibrio competitivo aunque las condiciones sean Pareto óptimas (Arrow, 1951; Debreu, 1959). Es decir, en esta relación competitiva es posible mejorar la situación de un actor, sin empeorar la situación del otro y viceversa.

En el caso del terrorismo y la radicalización violenta, el teorema del bienestar económico solo funciona en los subconjuntos de actores que tienen los mismos fines, por ejemplo: el conjunto de organizaciones violentas extremistas, insurgentes o terroristas, o bien el conjunto de aquellos que las combaten.

Cuando se estudia el conjunto general de actores, la dinámica que rige no es el principio de Pareto, sino el teorema de juegos, como los juegos competitivos de suma cero o los juegos diferenciales (Basar y Olsder, 1982), pues los intereses de los terroristas y de los que los combaten (ejecutivo, legislativo, judicial, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, defensa, etc.) tienen intereses encontrados e incompatibles.

Otro aspecto importante a la hora de decidir qué disciplina se adapta mejor al problema en cuestión, es ver cómo se comportan los elementos del sistema, porque a diferencia de otras disciplinas, como la astronomía, donde los problemas pueden ser complejos pero los elementos inanimados, en este sistema los elementos tienen voluntad y propósito; reaccionarán a los estímulos en su contra. De este modo se puede decir que un sistema, una estrategia o un actor es robusto y resiliente cuando es capaz de resistir al cambio, o bien cuando es capaz de reorganizarse eficientemente después del cambio (Holling, 1973; Levin, 1998; Levin y Lubchenco, 2008; Folke et al., 2010).

Saber para qué se va a emplear un sistema o disciplina ayuda también a escogerlo. En este sentido, los Estados y las organizaciones internacionales planean y establecen unas líneas de trabajo o esfuerzo, de forma que, partiendo de una situación indeseable se vayan realizando acciones que produzcan efectos que permitan lograr objetivos intermedios, y tras recorrer el camino planeado, se alcance la situación final deseada u objetivo final.



Las políticas o estrategias contraterrorismo o contra la radicalización violenta no pueden ceñirse, simplemente, a una fórmula magistral preplaneada o estudiada. Los elementos del sistema no son cuerpos exánimes. Las organizaciones violentas extremistas y terroristas tienen voluntad propia, se adaptan, reaccionan, evolucionan a las acciones de aquellos que las combaten (Jackson y Loidolt, 2013; Singh, 2017; Kettle y Mumford, 2017).

La lucha contra el terrorismo y la radicalización violenta requiere de una evaluación continua y particularizada para cada amenaza, pues cada actor se comporta de manera única temporal y espacialmente y no tiene por qué responder de idéntica manera a los mismos estímulos (Brock y Durlauf, 1999; Olsson et al., 2004). El objeto de esta evaluación continua es valorar si las acciones que realizan los poderes del Estado están alcanzando los efectos deseados, o si, por el contrario, son estériles, o incluso contraproducentes, y actuar en consecuencia<sup>5</sup>.

Los sistemas complejos adaptativos son parte de la dinámica de sistemas no lineales y están específicamente diseñados para entornos interactivos. Estos sistemas dan cabida a todas las peculiaridades del problema del terrorismo, radicalización y extremismo violento. Los sistemas complejos adaptativos permiten la teoría de juegos, son capaces de trabajar con condiciones Pareto óptimas y sin ellas y, asimismo, admiten retrasos entre los subsistemas (causalidad o correlación de Granger). Además, estos sistemas permiten interactuar, detectar y valorar constantemente la situación para ofrecer la «mejor solución posible» en el momento y lugar oportuno.

Los sistemas complejos adaptativos llevan aplicándose numerosos años en el campo de la ingeniería, como, por ejemplo, la centralita de inyección de un vehículo, que varía la mezcla de aire y combustible en función de la temperatura, altitud y demanda. Sin embargo, estos sistemas no se han aplicado para el análisis, planeamiento, toma de decisiones o valoración de la situación en el campo de la lucha contra el terrorismo, radicalización o extremismo violento.

## **5. Complementariedad entre la transdisciplinariedad y los sistemas complejos adaptativos**

Para hacer frente al extremismo violento o terrorismo la herramienta óptima son los sistemas adaptativos complejos complementados con un enfoque transdisciplinar y herramientas de medición adecuadas como, por ejemplo:

---

<sup>5</sup> Véase Jordán (2017), como ejemplo de ventaja, y Horowitz (2010), como ejemplo de acción-reacción por malas decisiones políticas o de gobernanza.

- El análisis de la evolución de sistemas dinámicos (Berglund y Gentz, 2003).
- El análisis de perturbación singular, que posibilita analizar la evolución de los sistemas dinámicos en marcos de avance lentos y rápidos (Wasow, 1965; Fenichel, 1979).
- Modelos basados en un agente o actor (Bonabeau, 2002; Couzin et al., 2005; Grimm y Railsback, 2005). Permiten modelizar las dinámicas de un actor individual en función de las acciones de otros actores. Esto facilita dos aspectos muy importantes en la lucha contra el terrorismo y extremismo violento. El primero, realizar el análisis de vulnerabilidades críticas del centro de gravedad de la organización violenta extremista o terrorista. El segundo, predecir y evaluar los efectos de segundo y tercer orden de las acciones de las políticas de la estrategia contraterrorista y de la estrategia del actor terrorista.
- Debe tenerse en cuenta que, debido a que el fenómeno del terrorismo y la radicalización violenta son problemas interactivamente complejo no lineales, los modelos basados en un agente no pueden interpretarse de forma aislada, deben estar enmarcados para poder interpretar las dinámicas heterogéneas del sistema de manera holística (Flierl et al., 1999; Couzin et al., 2011).
- Modelos de gestión del riesgo e incertidumbre (Biggs et al., 2009; Scheffer et al., 2009; Crépin et al., 2012). Relacionados con la robustez, la resiliencia y la precaución. La precaución es un principio que tiene aplicación directa en las políticas contra el terrorismo y extremismo violento, pero que mal empleado puede ser causante de conflicto prolongado.

## **6. Conclusiones**

Se hace necesario revisar los métodos de análisis de inteligencia, planeamiento y toma de decisiones empleados para abordar problemas interactivamente complejos no lineales como la insurgencia, el extremismo violento o el terrorismo.

Emplear métodos antiguos, o no adecuados al tipo de problema, aumenta la probabilidad de fracaso en el análisis de inteligencia, o en la toma de decisiones, lo cual pone en riesgo alcanzar la situación final deseada de la campaña o de la línea de esfuerzo operacional o estratégica.

Los sistemas complejos adaptativos, dentro de la teoría general de sistemas, en combinación con un enfoque holístico transdisciplinar, ofrecen un sistema probado y adecuado en otras disciplinas como la medicina, inge-

niería o biología, para afrontar problemas interactivamente complejos no lineales como la insurgencia, el terrorismo o el extremismo violento.

## Bibliografía

- Arrow, K. J. (1951). An extension of the basic theorems of classical welfare economics. *Proceedings of the Second Berkeley Symposium*. Berkeley: University of California Press.
- Basar, T. y G. J. Olsder. (1982). *Dynamic Non-Cooperative Game Theory*. New York: Academic Press.
- Berglund, N. y Gentz, B. (2003). Geometric singular perturbation theory for stochastic differential equations. *Journal of differential equations*, 191 (1), pp. 1-54. [Consulta: 28 de enero 2022]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0022-0396\(03\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0022-0396(03)00020-2)
- Biggs, R., Carpenter, S. R. y Brock, W. A. (2009). Turning back from the brink: detecting an impending regime shift in time to avert it. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (3), pp. 826-831. [Consulta: junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.0811729106>
- Bonabeau, E. (2002). Adaptive agents, intelligence, and emergent human organization: capturing complexity through agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99, pp. 7280-7287. [Consulta: junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.082080899>
- Brock, W. A. y S. N. Durlauf. (1999). A formal model of theory choice in science. *Economic Theory* 14, pp. 113-130. [Consulta: el 27 de enero 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s001990050284>
- Crépin, A. S. et al. (2012). Regime shifts and management. *Ecological Economics*, 84, pp. 15-22. [Consulta: en junio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.09.003>
- Couzin, I. D. et al. (2005). Effective leadership and decision-making in animal groups on the move. *Nature* 433, pp. 513-516. [Consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nature03236>
- Couzin, I. D., Ioannou, C. C y Demirel, G. (2011). Uninformed individuals promote democratic consensus in animal groups. *Science* 332 (6062), pp. 1578-1580. [Consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1210280>
- Debreu, G. (1959). *Theory of Value*. New York: JohnWiley.

- Fenichel, N. (1979). Geometric singular perturbation theory for ordinary differential equations. *Journal of Differential Equations* 31, pp. 53-98. [Consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0022-0396\(79\)90152-9](https://doi.org/10.1016/0022-0396(79)90152-9)
- Fernández-Montesinos, F. A. (2013). El terrorismo como narración. *Claves de razón práctica* (228), pp. 98-111. [Consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: [https://www.ieee.es/Galerias/fichero/OtrasPublicaciones/Nacional/F.Aznar\\_Articulo\\_TerrorismoNarracion\\_mayo2013.pdf](https://www.ieee.es/Galerias/fichero/OtrasPublicaciones/Nacional/F.Aznar_Articulo_TerrorismoNarracion_mayo2013.pdf)
- Flierl, G., Grünbaum, D. Levin, S. A. y Olson D. (1999). From individuals to aggregations: the interplay between behavior and physics. *Journal of Theoretical Biology* 196, pp. 397-454. [Consulta: 27 de enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1006/jtbi.1998.0842>
- Folke, C. et al. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15 (4), p. 20. [Consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: <https://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>
- Grimm, V. y Railsback, S. F. (2005). *Individual Based Modeling and Ecology*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, pp. 1-23. [Consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Jackson, B. A. y Loidolt, B. (2013). Considering al-Qa'ida's Innovation Doctrine: From Strategic Texts «Innovation in Practice». *Terrorism and Political Violence*, 25 (2), pp. 284-310. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09546553.2012.662557>
- Jackson, B. A. et al. (2005). *Aptitude for Destruction, Volume 2: Case Studies of Organizational Learning in Five Terrorist Groups* (vol. 2). Rand Corporation.
- Jordán, J. (2017). Un modelo explicativo de los procesos de cambio en las organizaciones militares: la respuesta de Estados Unidos después del 11-s como caso de estudio. *Revista de Ciencia Política* (Santiago), 37 (1), pp. 203-226. [Consulta: 27 de enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-090X2017000100009>
- Kettle, L. y Mumford, A. (2017). Terrorist learning: A new analytical framework. *Studies in Conflict & Terrorism*, 40 (7), pp. 523-538. [Consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1057610X.2016.1237224>
- Horowitz, M. (2010). Nonstate Actors and the Diffusion of Innovations: The Case of Suicide Terrorism. *International Organization*, 64 (1),

- pp. 33-64. [Consulta: 27 de enero 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0020818309990233>
- Levin, S.A. (1998). Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems* 1, pp. 431-436. [Consulta: 27 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/3658676>
- Levin, S. A. y Lubchenco, J. (2008). Resilience, robustness, and marine ecosystem-based management. *Bioscience* 58 (1), pp. 27-32. [Consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1641/B580107>
- Ministerio de Defensa. (2018). Empleo conjunto de las Fuerza Armadas. Publicación Doctrinal Conjunta PDC-01. [Consulta: 30 de enero de 2022]. Disponible en: [https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/p/d/pdc-01\\_a\\_doctrina\\_para\\_el\\_empleo\\_de\\_las\\_fas.pdf](https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/p/d/pdc-01_a_doctrina_para_el_empleo_de_las_fas.pdf)
- Ministerio de Defensa. (2020). Doctrina de Inteligencia para las Fuerzas Armadas. Publicación Doctrinal Conjunta PDC-2.
- Olsson, P., Folke, C. y Berkes F. (2004). Adaptive comanagement for building resilience in social-ecological systems. *Environmental Management* 34 (1), pp. 75-90. [Consulta: 22 de enero 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-003-0101-7>
- Poincaré, H. (1890). Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique. *Acta mathematica*, 13 (1), pp. A3-A270. [Consulta: 8 de febrero 2022]. Disponible en: [https://ia600708.us.archive.org/view\\_archive.php?archive=/22/items/crossref-pre-1909-scholarly-works/10.1007%252Fbf02360180.zip&file=10.1007%252Fbf02392506.pdf](https://ia600708.us.archive.org/view_archive.php?archive=/22/items/crossref-pre-1909-scholarly-works/10.1007%252Fbf02360180.zip&file=10.1007%252Fbf02392506.pdf)
- OTAN. [Consulta: 19 de diciembre 2021] Disponible en: todas las publicaciones, previo registro, en: <https://nso.nato.int/nso/home/main/home>:
- . (2016). AJP-3.4.4 Ed A v.1 *Allied Joint Doctrine for Counter-Insurgency (COIN)*.
- . (2019). AJP-3 *Allied Joint Doctrine for the Conduct of Operations Edition C Version 1*.
- Singh, R. (2017). A Preliminary Typology Mapping Pathways of Learning and Innovation by Modern Jihadist Groups. *Studies in Conflict & Terrorism*, 40: 7, pp. 624-644. [Consulta: 27 de enero 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1057610X.2016.1237228>
- Scheffer, M. et al. (2009). Early-warning signals for critical transitions. *Nature*, 461 (7260), pp. 53-59. [Consulta: junio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nature08227>

Von Bertalanffy, L. (1950). An Outline of General System Theory, *British Journal for the Philosophy of Science* 1, pp.139-164. [Consulta: 5 de febrero 2022. Disponible en: [http://www.isnature.org/Events/2009/Summer/r/Bertalanffy1950-GST\\_Outline\\_SELECT.pdf](http://www.isnature.org/Events/2009/Summer/r/Bertalanffy1950-GST_Outline_SELECT.pdf)

Wasow, W. (1965). *Asymptotic Expansions for Ordinary Differential Equations*. New York: Dover Phoenix Editions.