



MATERIA: TALLER DE TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TEMA:

**Complejidad, incertidumbre y eficiencia en el diseño de
escenarios y toma de decisiones**

TÍTULO:

**Aportes al diseño de escenarios y toma de decisiones. La
trampa de la eficiencia y nuevas alternativas**

LLANA, Guillermo Gustavo

Año 2020

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo general identificar y analizar alternativas innovadoras que aporten al diseño de escenarios y al proceso de toma de decisiones en el ámbito operacional. Se parte desde la base que las herramientas y métodos de análisis reduccionistas o de base sistémica presentan limitaciones crecientes, en especial debido a la volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad que caracteriza al nivel operacional en el siglo XXI.

Por lo tanto, con el fin de obtener alternativas ante problemas cada vez más difíciles de afrontar a través de metodologías lineales, se analizan las características de robustez, resiliencia y antifragilidad. Estas nociones derivan de la teoría de los sistemas adaptativos complejos y se relacionan con la capacidad de este tipo de entes para auto-organizarse, aprender y evolucionar frente al ambiente de incertidumbre que los circunda.

En este sentido, si se considera que tanto las fuerzas armadas, como la guerra en sí misma, son organizaciones sociales y, como tales, pueden ser consideradas sistemas adaptativos complejos, la incorporación de conceptos y características de estos sistemas se tornan de especial interés para el análisis militar.

La hipótesis que finalmente se confirma es que la incorporación de los conceptos de resiliencia, robustez y antifragilidad al método de planificación de nivel operacional, podrían contribuir el proceso de toma de decisiones y la generación de escenarios en ambientes donde reinan la incertidumbre y la complejidad.

Algunos de los aportes que se obtienen de esta investigación son la incorporación a las fuerzas militares de los mecanismos que construyen adaptabilidad y supervivencia en los sistemas adaptativo complejos; la incorporación de metodologías de toma de decisiones robustas; el análisis del espectro frágil-antifragil para ponderar capacidades propias y del oponente; y la consideración al respecto de cómo la búsqueda excesiva de eficiencia puede derivar en estados de vulnerabilidad de las organizaciones.

Palabras clave

Incertidumbre, robustez, resiliencia, antifragilidad, nivel operacional.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	i
Palabras clave	i
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: ROBUSTEZ, RESILIENCIA, ANTIFRAGILIDAD Y EFICIENCIA ...	6
1.1. Robustez.....	8
1.2. Resiliencia.....	12
1.3. Antifragilidad.....	15
CAPÍTULO 2: APORTES A LA TOMA DE DECISIONES Y DISEÑO DE ESCENARIOS EN EL ÁMBITO OPERACIONAL	20
2.1. Toma de decisiones y diseño de escenarios.....	20
2.2. Robustez y resiliencia en la toma de decisiones	24
2.3. Antifragilidad, vulnerabilidades y aprendizaje	28
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA	34

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de los tiempos la raza humana ha intentado predecir el futuro, las civilizaciones antiguas recurrieron a oráculos, adivinadores o a la observación de los astros con el fin de obtener información sobre lo que va a ocurrir. El objetivo de este anhelo humano es prepararse lo mejor posible para evitar las crisis y aprovechar las oportunidades.

Pocos avances se hicieron en este sentido sino hasta la época moderna. El crecimiento y progreso del método científico durante el renacimiento y el iluminismo comenzaron a darle sentido al mundo que, hasta ese momento, parecía gobernado por el azar y los caprichos de los dioses.

Posteriormente, el desarrollo de herramientas analíticas basadas en metodologías de las ciencias exactas, tales como la matemática, la astronomía y la física, llevaron a la sociedad a una comprensión más acabada de la realidad.

En 1687 Isaac Newton publica *Philosophiae naturalis principia mathematica*, que puede considerarse como el apogeo de la visión mecanicista, determinista del mundo. La descripción de un universo similar al engranaje de un reloj ha sido por siglos la forma en que los humanos comprendieron y aún hoy interpretan la realidad. Según las ideas de la causalidad clásica, se debería entender “al estado presente del universo como el efecto del estado anterior y como la causa del estado que le siga” (Laplace, 1985, pág. 25). En otras palabras, el determinismo propone que todo se reduce a una relación causa-efecto establecida.

El determinismo se reflejó en casi todos los aspectos de la vida de la época, incluido el ámbito militar. En este sentido, son destacables las obras del Barón Antoine-Henri Jomini y Carl Von Clausewitz, quienes, con enfoques diferentes, adaptaron el estudio de los fenómenos naturales y sus leyes al ámbito de la guerra. Jomini intentó establecer principios universales que rigieran la guerra (Jomini, 2008) en una analogía a las leyes de la física; y Clausewitz utilizó definiciones obtenidas de la física, tales como centro de gravedad, fricción y punto de aplicación, entre otras (Clausewitz, 1976).

A principios del siglo XX es desarrollada la mecánica cuántica. Presentada inicialmente por Max Planck, y posteriormente ampliada en base a los aportes de Werner Heisenberg, Niels Bohr, Max Born y Erwin Schrodinger, esta rama de la física sentó las bases para un cambio total sobre cómo la humanidad entiende la composición de la realidad.

Finalmente, la teoría sobre sistemas complejos nace a mediados de la década de 1960 como una combinación de múltiples disciplinas, tales como el trabajo sobre estructuras disipativas de Ilya Prigogine, la teoría del caos y la teoría general de sistemas de Ludwig von Bertalanffy. Esta rama de la ciencia se encarga del estudio de sistemas adaptativos complejos (SAC), en otros términos, del comportamiento de sistemas compuestos por una gran cantidad de entidades interdependientes, pero aun así autónomas y que son capaces de cambiar y aprender de sus experiencias (Schneider & Sommers, 2006).

Estos avances en la física y en otras ciencias promovieron un cambio en la percepción del mundo. Fritjof Capra lo expresó de la siguiente manera:

La clásica visión mecanicista del mundo tuvo que ser abandonada a principios de este siglo [se refiere al siglo XX], cuando la teoría cuántica y la teoría de la relatividad -las dos teorías básicas de la física moderna nos obligaron a adoptar una visión mucho más "sutil" y orgánica de la naturaleza (Capra, 2000, pág. 22 comillas del original).

Los nuevos modelos científicos ya no explican el mundo como un reloj determinista, sino en base a características tales como: volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad, dando lugar al acrónimo VUCA,¹ (Bennett & Lemoine, 2014) de amplio uso en artículos e investigaciones.

Por otro lado, en una paradójica tendencia, al mismo tiempo que el ambiente se hace más volátil y incierto, las organizaciones e instituciones a nivel mundial han incorporado a la eficiencia² como un objetivo primordial. A este respecto, el problema que emerge es que si no se consideran otros factores, la búsqueda de eficiencia por sí sola puede acarrear peligrosas consecuencias a las organizaciones.

La eficiencia obliga por definición a prepararse sólo para aquello que es más probable que suceda, ya que de lo contrario se estarían desperdiciando recursos. Si se combina esta tendencia con un ambiente VUCA, se transforma en una trampa auto-impuesta ya que, ante una variación relativamente improbable del entorno, los sistemas quedan expuestos y sin capacidad remanente de respuesta. En otras palabras, los sistemas se vuelven frágiles.

¹ VUCA: por las siglas en inglés de *volatile, uncertainty, complexity, ambiguous*. Fue incorporado en 1987 por el Ejército de los Estados Unidos. En español: volátil, incierto, complejo, ambiguo.

² Eficiencia: capacidad de lograr un efecto con el mínimo de recursos o tiempo posibles.

En el ámbito operacional, la cuestión de la interpretación de la realidad se vuelve crucial. John Boyd en su descripción del *OODA loop*³ explica que la fase de orientación de este ciclo es la más importante, por cuanto es donde el decisor compara la información que recibe, con los modelos mentales propios y, de esta manera, construye una imagen de la realidad (Osinga, 2005). Si los mapas cognitivos o modelos mentales son inapropiados, el resultado de su orientación y posterior decisión serán erróneos:

Un mapa cognitivo es una imagen interna u otra representación mental de relaciones espaciales o de otro tipo de conocimiento que permite elegir entre caminos alternativos hacia los objetivos propios. Los modelos mentales consisten de ideas generales que dan forma a nuestros pensamientos y acciones y nos llevan a esperar ciertos resultados. Son teorías en uso, basados fundamentalmente en la observación y la experiencia. Forman sistemas de creencias. Dan sentido a los eventos. Interpretamos nuestra experiencia a la luz de ellos (Osinga, 2005, pág. 110).

Actualmente en el ámbito militar, con el objeto de generar modelos o mapas cognitivos que permitan conceptualizar la realidad y hacerla accesible al intelecto, se utilizan conceptos como la fricción y el centro de gravedad (PC-20-01, 2015). Si bien estas nociones tienen su origen en distintas ramas de la ciencia, han sido aplicadas con éxito en la resolución de problemas militares y para acercarse a la victoria en la guerra.

La interpretación estratégica de John Boyd es central en este aspecto ya que introduce la idea de reconocer la incertidumbre, la imprecisión y la discordancia como partes fundamentales de la realidad e incorporarlas a los modelos mentales de los decisores. El enfoque que incorpora tiene gran aporte científico ya que este “presenta un movimiento que se aleja de la visión científica newtoniana, determinista o mecánica y se acerca a conceptos centrados en el cambio, la diversidad, la complejidad y la incertidumbre” (Osinga, 2005, pág. 84).

La estructura de pensamiento de Boyd –sobre la cual se basa parte del arte operacional moderno– tiene en cuenta que las nuevas experiencias son asimiladas a través de los conceptos que un individuo dispone y que, de alguna manera, ha adquirido a través del uso del lenguaje. Por este motivo, cuando nuevas palabras o conceptos se suman a un sistema de lenguaje, se enriquece y a su vez influencia a los nuevos elementos incorporados.

Al analizar el método de planeamiento del nivel operacional (MPNO) utilizado en Argentina (PC-20-01, 2015), se observa que la incertidumbre y la complejidad están

³ OODA loop: en inglés para *Observation, Orientation, Decision, Action loop*. En español: Ciclo de Observación, Orientación Decisión, Acción.

presentes y son consideradas elementos inevitables dentro de la planificación. Sin embargo, los conceptos y modelos mentales utilizados son, en gran medida, de base mecanicista. En otras palabras, el MPNO emplea principalmente el paradigma metodológico del análisis reduccionista o de inferencias, con resultados limitados en ciertos aspectos. A su vez, resalta el arte y la creatividad del comandante y su estado mayor como puntos centrales de la búsqueda de soluciones militares, lo cual abre la oportunidad para plantear propuestas que mejoren el proceso.

En este sentido, parece necesario explorar nuevas ideas al respecto de las implicancias de la incertidumbre y la complejidad en el nivel operacional, y encontrar conceptos innovadores que podrían ayudar a afrontarlas.

Se plantea, entonces, el siguiente interrogante: ¿Qué alternativas innovadoras se podrían incorporar al MPNO para contribuir el proceso de toma de decisiones y la generación de escenarios en ambientes donde reinan la incertidumbre y la complejidad? La propuesta que se presenta como respuesta –hipótesis– es que la incorporación de los conceptos de resiliencia, robustez y antifragilidad pueden ser algunas de esas alternativas.

Sin pretender una modificación del núcleo del método establecido de planeamiento, este trabajo tiene como objetivo general identificar y analizar alternativas innovadoras que aporten al diseño de escenarios y al proceso de toma de decisiones en el ámbito operacional. De este objetivo general se desprenden dos particulares: el primero, analizar los conceptos de robustez, resiliencia y antifragilidad; y el segundo, indagar de qué manera la robustez, la resiliencia y la antifragilidad podrían aportar a los procesos de toma de decisiones y diseño de escenarios.

El trabajo se circunscribe a la vinculación de la robustez, la resiliencia y la antifragilidad, con el método y arte del diseño operacional desde una perspectiva general y como aporte a los mapas cognitivos de los actores de este nivel.

La metodología adoptada es del tipo analítico-descriptivo, de carácter cualitativo. Se utilizan fuentes secundarias para revelar lo propuesto hasta el momento respecto del tema investigado. Sobre esta base se avanza en la búsqueda de vinculaciones con el ámbito militar y la comparación con la visión clásica sobre la resolución de los problemas militares, buscando aspectos que aparezcan innovadores. Se recurre a fuentes primarias para conceptualizar y verificar las visiones de los autores y contrastar ideas a través del análisis bibliográfico. Asimismo, siendo un área relativamente innovadora se recurre a la

búsqueda y análisis de artículos, trabajos de investigación e informes disponibles en internet considerados válidos por su contenido conforme a la temática.

El trabajo se estructura en tres capítulos. En el primero se analizan los conceptos de robustez, resiliencia y antifragilidad en el contexto de los SAC, con el fin de dar un marco teórico y establecer las bases respecto del tema a abordar.

En el segundo capítulo inicialmente se vincula la teoría de los SAC con el ámbito militar; luego se indaga de qué manera la robustez, la resiliencia y la antifragilidad podrían aportar a los procesos de toma de decisiones y diseño de escenarios y se presentan alternativas para aplicar los nuevos conceptos en el nivel operacional.

Finalmente, se presentan las conclusiones que confirman la hipótesis planteada, a la vez que resaltan los principales aportes que se obtienen de la investigación.

CAPÍTULO 1:

ROBUSTEZ, RESILIENCIA, ANTIFRAGILIDAD Y EFICIENCIA

En este capítulo se abordan la robustez, la resiliencia y la antifragilidad en el contexto de la teoría de los SAC. Inicialmente se presenta una definición de cada uno de los conceptos, para luego indagar sobre los mecanismos y procesos que los sistemas utilizan para desarrollar estas características. Además, en el desarrollo de cada uno de los conceptos, y dentro del contexto de ambientes de incertidumbre y ambigüedad, serán contrastados con la noción de eficiencia. El objetivo es comprender cómo los modelos mentales que priorizan sólo la eficiencia, pueden ser perjudiciales para la supervivencia de las organizaciones. Al analizar estos aspectos, se obtienen conclusiones que sientan las bases para indagar sobre cómo se pueden incorporar estos conceptos innovadores al pensamiento militar.

Como lo expresa Osinga, “John Boyd es el primero en hacer los procesos de pensamientos, aprendizaje y adaptación conceptos militares clave” (Osinga, 2005, pág. 283). Es interesante ver que el mayor aporte de este pensador estratégico quedó en gran medida oculto detrás del más simple concepto de *OODA loop* rápido. Boyd introduce la supervivencia, desde un punto evolutivo, como una parte fundamental para definir la estrategia y aplica la teoría sobre los SAC a las fuerzas militares. En este sentido, la flexibilidad, la adaptabilidad y la evolución son centrales en su trabajo y los aplica al pensamiento militar de manera práctica y conceptual.

Siguiendo con este razonamiento y teniendo en cuenta las características VUCA del ambiente operacional, es lógico pensar que algunos nuevos conceptos derivados de los SAC pueden ser de utilidad al pensamiento militar.

El primer escollo en este sentido aparece al intentar definir unívocamente lo que es un SAC, ya que su definición proviene en gran medida de la teoría de la complejidad y del caos, las cuales conforman un marco teórico relativamente nuevo. A los fines de este trabajo, se adopta la siguiente definición: un conjunto de entidades interdependientes, pero aun así autónomas, que son capaces de cambiar y aprender en base a sus experiencias (Schneider & Sommers, 2006). Los SAC exhiben un comportamiento no lineal, impredecible y emergente (Green, 2011).

Una distinción importante que se debe hacer es que, si bien la Real Academia Española define a complejo y complicado como sinónimos, en el marco de este estudio son dos

cosas diferentes. Un problema o sistema complicado se compone de causas que pueden ser distinguibles individualmente y encaradas paso a paso, su solución depende de reglas o normas que pueden ser conocidas o descubiertas y admite soluciones permanentes. En cambio, un problema o sistema complejo es el resultado de redes de causas que interactúan y que no pueden ser distinguidas de forma individual; por lo tanto, deben ser encarados como sistemas enteros, a los que no siempre les corresponde una solución. Un avión es complicado, una comunidad de hormigas es compleja.

En general, los SAC son sistemas orgánicos, aunque no se limitan a estos. Algunos ejemplos son, “organismos vivos, sistemas inmunológicos, ecosistemas, sociedades, sistemas políticos [...], la mayoría de ellos son de interés de una manera u otra para los militares” (Green, 2011, págs. 1-3).

La capacidad esencial de los SAC, y por lo cual son de interés para el análisis militar, es la de adaptación, en otras palabras, la habilidad de dichos sistemas para cambiar, auto-organizarse, aprender y evolucionar con el fin de hacer frente al ambiente que los circunda. La adaptación, por su parte, se concreta en base a mecanismos y propiedades de los SAC, entre los cuales se encuentran la robustez y la resiliencia. Otro concepto que ha sido introducido en este sentido es la antifragilidad, aunque polémico en su origen, la conceptualización que presenta aparece como una idea sobre la cual vale la pena indagar.

Una de las consideraciones importantes al respecto de estos tres conceptos es su relación con la eficiencia. Entendida como la capacidad de lograr un efecto con el mínimo de recursos o tiempo posibles, es uno de los objetivos organizacionales por excelencia. En general, la eficiencia es contrastada con la eficacia, la cual implica obtener un resultado o efecto sin tener consideración de los recursos o el tiempo empleados. Comparada de esta manera, la eficiencia aparece como la obvia mejor opción, sin embargo, la optimización de recursos y tiempo conlleva el refinamiento de procesos que puede producir fragilidad o vulnerabilidad.

Un ejemplo para ilustrar este punto es el sistema *just-in-time* o justo a tiempo. Este paradigma empresarial tiene por objetivo contar con la cantidad necesaria de materias primas o productos en el espacio justo y en el momento preciso. Es un sistema eficiente, ya que busca reducir los niveles de inventario, sus costos y el riesgo de obsolescencia, manteniendo los niveles de stock al mínimo. Las ventajas que ofrece el sistema *just-in-time* ocultan un factor fundamental; para que funcione, se debe conocer, qué, dónde, cuándo y cuánto se necesita en todo momento. En otras palabras, el nivel de incertidumbre

debe ser muy bajo; de lo contrario, un aumento repentino de la demanda o alguna interrupción de las líneas de comunicación pueden producir que el sistema quede desabastecido.

Este tipo de soluciones son viables en ambientes de baja incertidumbre, previsibles. Sin embargo, en ambientes VUCA, la búsqueda de la eficiencia por sí sola puede acarrear consecuencias indeseadas en las organizaciones. Un ejemplo al respecto es la crisis económica argentina de 2001. Uno de los factores contribuyentes al colapso financiero fue el bajo nivel –10%– de stock de divisas o encajes bancarios que los bancos estaban autorizados a mantener en sus arcas. Una metodología eficiente y lucrativa, pero frágil.

Las fuerzas armadas deben prestar especial interés al problema de la eficiencia, ya que una mala aplicación puede conducir a la fragilidad, especialmente en ambientes donde la incertidumbre y la volatilidad son dominantes. Una alternativa para evitar este tipo de vulnerabilidades podría ser pensar en términos de robustez, resiliencia y antifragilidad.

1.1. Robustez

El concepto de robustez ha sido objeto de creciente interés en diferentes ramas de las ciencias naturales y la ingeniería. En la actualidad, su ámbito de estudio se ha expandido hasta llegar a la economía y otras ciencias sociales en la búsqueda de nuevas maneras de pensar. Su aplicación se ha estudiado en temas tales como la arquitectura del control regulatorio, la flexibilidad y la evolución (Jen, 2005).

Parte de la especial atención que recibe este concepto es debido al entendimiento cada vez más generalizado de que los sistemas, en su mayoría, no son lineales y requieren de “robustez para afrontar ambientes que se caracterizan por su incertidumbre, adversidad y rápidos cambios” (Ponce Muñoz, 2012).

Para iniciar con el análisis del concepto de robustez, primero, se debe alcanzar una definición que sirva para dar un marco teórico general. En este sentido, la Real Academia Española identifica a robusto con un grupo de sinónimos: fuerte, vigoroso, firme. Al indagar sobre la palabra fuerte, se encuentran varias acepciones de las cuales se rescata la siguiente: “que tiene gran resistencia”. Si bien aclaratoria, esta definición es insuficiente ya que la interpretación es mucho más amplia en el marco de las diferentes ciencias que incorporan el concepto.

En el ámbito de la ingeniería, por ejemplo, la robustez es considerada un medio para lograr confiabilidad ante la ocurrencia de fallas (Jen, 2005). Se relaciona con el diseño de

partes físicas y sistemas tecnológicos capaces de resistir errores, fallos físicos o eventos adversos. Un enfoque particularmente interesante aparece en el contexto de la ingeniería de software, donde el diseño de redes robustas se enfoca en la incertidumbre. En palabras de Erica Jen, “representa un ejemplo del desafío que implica protegerse contra aquello que es inherentemente impredecible” (Jen, 2005, pág. 4).

En el contexto de la ingeniería de software, se hace una distinción entre el funcionamiento correcto y la robustez; se espera que un programa funcione en forma correcta dentro del ámbito de sus especificaciones, pero se considera que la robustez corresponde a situaciones que se encuentran fuera de sus especificaciones, por ejemplo, se espera que un programa falle sin provocar grandes consecuencias ante la falla de un disco duro. (Ponce Muñoz, 2012, pág. 574)

En biología, se la define como una de las características fundamentales de los sistemas biológicos, que les permite mantener sus funciones contra perturbaciones internas y externas (Kitano, 2007). Es lógico avanzar en este enfoque para su análisis ya que, al igual que los organismos biológicos, las organizaciones sociales –como las fuerzas armadas o la guerra misma– pueden ser consideradas SAC.

En todos los casos, la robustez está asociada a la capacidad o habilidad de los SAC para hacer frente a la incertidumbre, el cambio, la ambigüedad o las fallas. Si bien existen muchas otras diferentes aproximaciones a la definición de robustez, a los fines de este trabajo, se adopta la siguiente derivada del enfoque biológico: “La robustez es la habilidad [de un sistema] de mantener su desempeño al enfrentarse a perturbaciones e incertidumbre” (Kitano, 2007, pág. s/n).

Un error común es confundir la robustez con rigidez o estabilidad, estas son características relacionadas con el mantenimiento de estados estáticos. La robustez, por el contrario, se basa en el mantenimiento de funciones por lo cual no implica necesariamente inmovilidad o inmutabilidad. En este sentido, es importante destacar que la robustez de un subsistema normalmente aporta estabilidad al sistema de nivel superior.

Otra forma en la que se puede describir la robustez de un sistema es en base a su habilidad para desempeñar múltiples funciones, sin necesidad de cambios en su estructura. En otras palabras, la robustez sería la habilidad de un sistema de cambiar entre diferentes opciones estratégicas para responder a perturbaciones (Jen, 2005).

Al analizar la robustez en referencia al contexto, se puede afirmar que todo sistema existe dentro de un determinado ambiente y, en mayor o menor medida, depende de valores de ingresos que recibe u obtiene de ese ambiente. Como norma general existe un rango de

estos ingresos dentro del cual el sistema puede mantener su funcionalidad o estructura; por fuera de dichos parámetros el sistema se desintegra o pierde su funcionalidad. La robustez puede medirse, entonces, en base a la independencia de un rango específico de valores de ingreso, o inversamente, por la capacidad de procesar un amplio rango de esos valores.

Para ilustrar el concepto se puede adoptar el ejemplo de un árbol que debe enfrentar el viento, cuanto mayor es el rango de vientos que este árbol puede soportar, mayor su robustez. Es interesante destacar que el sistema árbol posee dos formas de enfrentarse al viento, resistir o adaptarse. Resistir implica disponer de un filtro o límite que le permite prevenir que una alteración cambie su funcionalidad o estructura interna. En el ejemplo del árbol podría ser el desarrollo de un tronco firme que le permite oponerse a la fuerza del viento hasta un cierto valor.

Pero superado ese límite, la resistencia únicamente no será suficiente, para lo cual el sistema puede adaptarse, desarrollando la respuesta apropiada para contra-balancear la perturbación. En el caso del árbol, este podría ser capaz de doblarse de manera de amortiguar el efecto del viento. Este mecanismo tiene relación con la resiliencia sobre la que se profundizará en el próximo apartado.

La robustez ha sido una noción esencial para generar cambios conceptuales y metodológicos en la teoría de control. Esta rama interdisciplinar de la ingeniería estudia métodos para controlar variables y dar estabilidad a sistemas dinámicos de manera automática. La teoría de control clásica estableció algoritmos que permiten la optimización en términos de costo y rendimiento (Rollins L. , 1999). “Sin embargo los algoritmos de control óptimo no siempre son tolerantes a cambios en el sistema de control o en el entorno” (Rollins L. , 1999, pág. s/n). Dicho de otro modo, el control que está basado en estabilidad y optimización no siempre es robusto, puede colapsar de distintas maneras ante la presencia de incertidumbres, perturbaciones, errores y fallos.

Al analizar este aspecto, se observa que la robustez se contrapone con la eficiencia. Por definición, la eficiencia requiere gastar la menor cantidad de recursos y tiempo posible para lograr un objetivo. Sin embargo, esto conlleva el riesgo de colapsar ante fallos imprevistos o incertidumbres del sistema. Por esto, “los mecanismos evolutivos a menudo persiguen soluciones robustas más que soluciones abstractamente óptimas, sacrificando la eficiencia en aras de la fiabilidad en un rango más amplio de condiciones” (Bertolaso & Cerezo, 2017, pág. s/n).

La robustez es una característica que debe ser construida dentro del sistema. Los organismos vivos, por ejemplo, la tienen en gran medida incorporada en base a cómo funcionan y están distribuidos los órganos y subsistemas del cuerpo. Sin embargo, en otros tipos de SAC es necesario pensar y desarrollar maneras de lograr robustez. Algunas de las formas que un sistema utiliza para este cometido son: la redundancia, la intercambiabilidad y los ciclos distribuidos de retroalimentación.

Los sistemas biológicos poseen varios niveles de redundancia que construyen robustez. Por ejemplo, el cuerpo humano dispone de dos riñones y entre ambos superan ampliamente la necesidad de procesamiento normal de una persona. De hecho, ante la falla total de uno de ellos el cuerpo es capaz de continuar funcionando con regularidad. Otro caso de redundancia biológica es la capacidad de obtener “energía de una gran variedad de fuentes, [...] aun cuando el mecanismo de digestión y extracción de energía de cada una de estas fuentes es significativamente distinto” (Ponce Muñoz, 2012, pág. 578).

Estas soluciones, naturales en los organismos vivos, serían consideradas ineficientes en un análisis clásico de sistemas. En el mencionado sistema *just in time*, por ejemplo, disponer de capacidad de procesamiento ociosa o medios de comunicación duplicados significaría ineficiencia.

La redundancia, entonces, es una de las formas en que los SAC pueden afrontar rangos amplios de valores de ingreso sin el peligro de colapsar, lo cual no es eficiente, pero es robusto. En aviación este principio es ampliamente utilizado. La mayoría de los sistemas críticos de los aviones son redundantes, aunque eso implique mayor gasto de combustible y costo de producción.

Otro de los mecanismos mencionados por los cuales los SAC desarrollan robustez es la intercambiabilidad. Esto es, la capacidad que tienen los organismos complejos de reconfigurar dinámicamente su estructura en base a un gran potencial de partes intercambiables y reproducibles. De esta manera, si una parte es dañada, las células cercanas pueden tomar la función de la sección deteriorada. (Ponce Muñoz, 2012)

La intercambiabilidad y capacidad de remplazo de partes de los SAC se contraponen con la especificidad. Un alto grado de especialización es típico de la visión mecanicista, que prevé que el mejor desempeño se logra cuando cada parte realiza una función única muy eficientemente. La contrapartida es que las partes no son intercambiables, por lo tanto,

ante la falla o incapacidad de hacer frente al ambiente de un componente, todo el sistema queda vulnerable.

Por último, un complemento esencial de la intercambiabilidad –que por ende aporta a la robustez– son los ciclos distribuidos de retroalimentación. Este mecanismo de los SAC se basa en que varios componentes del sistema y sus interacciones –no un órgano centralizado– se encargan de controlar las respuestas del sistema a los ingresos del ambiente. Ponce Muñoz lo explica así:

La corrección de las fallas o errores en la salida de los sistemas se efectúa en base a un subsistema denominado realimentación, retroalimentación o feedback. Este subsistema mide la salida, la compara con una norma previamente establecida y envía una señal de realimentación a la entrada del sistema para anular o reducir la alteración detectada; este proceso se realiza iterativamente de manera de reducir progresivamente los errores y asegurar una salida cada vez más cercana a la norma. (Ponce Muñoz, 2012, pág. 573)

Se puede expresar entonces que, en el contexto de la robustez, la importancia de la retroalimentación radica en que, la recopilación de información y su consecuente señal de corrección es descentralizada. Esto permite una mejor respuesta a las perturbaciones y una menor posibilidad de un fallo generalizado, ya que el control del sistema es compartido por varias partes, y no unificado en un solo componente.

En resumen, la robustez le permite a un sistema mantener su funcionalidad a pesar de las perturbaciones, tanto internas como externas, que éste reciba. Se relaciona con la capacidad de resistir a una amplia gama de ingresos de su entorno manteniendo su estructura o función, en base a ciertos mecanismos entre los cuales se destacan la redundancia, la intercambiabilidad y la retroalimentación distribuida.

Además, los SAC, como en el caso del árbol mencionado, tienen la capacidad de adaptarse cuando las circunstancias del ambiente superan ciertos límites, lo cual deriva en el siguiente tópico, la resiliencia.

1.2. Resiliencia

La resiliencia tiene su origen en el latín de la palabra *resilio* que significa rebotar. Fue inicialmente utilizado en el marco de la ingeniería para referirse a la capacidad que tiene un material de absorber energía sin que implique una deformación permanente. En otras palabras, es la capacidad de algunos materiales de recuperarse o volver a su posición original una vez que han soportado cargas o impactos.

En las últimas décadas, la resiliencia ha sido objeto de interés especialmente en la psicología y la educación. En estos ámbitos, la resiliencia “se refiere tanto a los individuos en particular como a los grupos familiares o colectivos que son capaces de minimizar y sobreponerse a los efectos nocivos de las adversidades.” (Arciniega, 2005, pág. 66)

En ciber-seguridad y ciber-defensa la resiliencia es un tema en pleno auge al punto que figura como un objetivo fundamental en diferentes agencias de esta especialidad. En palabras de Mariano Gómez:

La ciber-resiliencia resulta fundamental para disminuir las debilidades que posee todo sistema informático y reducir la posibilidad de que las mismas se transformen en vulnerabilidades, generando estructuras más flexibles y adaptables y permitiendo reaccionar con mayor rapidez y eficiencia a la acción enemiga en el ambiente cibernético (Gómez, 2017, pág. 28).

Dentro de la teoría de SAC, se encuentran diferentes enfoques. Por ejemplo, una de las definiciones de este concepto, ofrecida por la ecología, es “la capacidad de un sistema de absorber alteraciones y reorganizarse mientras experimenta cambios para conservar esencialmente la misma función, estructura, identidad y retroalimentación” (Walker, Holling, Carpenter, & Kinzig, 2004, pág. s/n).

A los fines de este trabajo, se entiende a la resiliencia como “la habilidad de un sistema de recuperar o regenerar su desempeño después de un impacto inesperado que produjo una degradación en el mismo” (Cabri & Suri, 2014, pág. 70). En otras palabras, si se asumen dos sistemas iguales que son sometidos a un impacto que les genera una igual degradación de su desempeño, aquel que sea capaz de recuperarse más rápidamente será el de mayor resiliencia. Si bien existe una relación temporal en el concepto, la resiliencia no necesariamente debe ser medida en tiempo, ya que la capacidad de reponerse a una amplia gama y amplitud de impactos es fundamental en su determinación.

Si se retoma el ejemplo del árbol expresado en el apartado anterior, la resiliencia está dada por la capacidad de adaptarse –doblar– ante el efecto del viento y recuperar la posición original. La resiliencia es entonces otra forma en la que los sistemas pueden hacer frente al ambiente en el que se encuentran; las implicancias en este caso son que el sistema sufre una degradación y debe recuperarse, lo que representa la principal diferencia con la robustez, que prioriza evitar la degradación.

La resiliencia es intrínseca a los organismos vivos. Las capacidades de sanar, de regenerar tejidos, de adaptarse al ambiente, son características que se encuentran tanto en el más pequeño de los insectos como en el ser humano y están grabadas en el ADN. Sin embargo,

en otros tipos de SAC –tales como las sociedades humanas– la resiliencia puede ser desarrollada. Si bien existen diferentes aproximaciones respecto de cuáles son los mecanismos que los SAC utilizan para lograr resiliencia, en el marco de este estudio se analizan la complejidad y la colaboración entre elementos.

En este contexto, la complejidad es considerada desde el punto de vista del número de conexiones que existen entre las partes de un sistema. A mayor cantidad de conexiones o interacciones mayor complejidad. Aunque aparece como un requisito de los SAC, también es considerada un mecanismo por el cual los sistemas adquieren resiliencia. Al aumentar el número y heterogeneidad de las conexiones, le ofrecen al sistema más oportunidades para regenerar o recuperar el desempeño perdido. En otras palabras, al tener mayor cantidad de enlaces entre los elementos, el sistema puede reemplazar recursos y consecuentemente recuperar funciones perdidas. Por supuesto, para lograr dicha reconexión, el sistema debe ser capaz de tomar ventaja de esas oportunidades, lo cual deriva en el siguiente mecanismo: la colaboración entre elementos.

La capacidad no planeada de cooperación, la posibilidad de compartir recursos y de trabajar de nuevas maneras es lo que se denomina cohesión o colaboración entre elementos. Son también medidas de la capacidad de auto-organización y se relacionan con otra característica de los SAC, la emergencia.

La colaboración a nivel local dentro del sistema produce, de manera no lineal, la emergencia de una nueva organización o comportamiento que no es producto de un diseño o planeamiento previo. Un requisito fundamental es que las partes integrantes del sistema colaboren, compartiendo información y recursos. De esta manera, se desarrolla una mejor respuesta al impacto que está produciendo el ambiente. Cabe destacar, que la capacidad de emergencia y auto-organización no es siempre en respuesta a una perturbación externa, sino que puede surgir de la interacción entre los componentes del sistema.

Debido a la capacidad de colaboración y de generar nuevas relaciones y conexiones no planeadas, el comportamiento en general del sistema no está implícito en el comportamiento de los elementos individuales. Es decir, el todo no es la simple suma de las partes, sino que es diferente a la suma de los componentes individuales, ya que depende además de las interacciones entre ellos y su adaptación. Esta capacidad le permite al sistema adaptarse a situaciones imprevistas y recuperar su funcionalidad, a pesar de haber sufrido un daño o degradación.

Al igual que con la robustez la resiliencia puede tener contrapuntos con la eficiencia. Alexander Kott y Abdelzاهر Tarek lo expresan así: “una red optimizada para el máximo desempeño puede experimentar mayor degradación bajo un impacto, y le puede ser más difícil y consumir más tiempo para restaurar su operación” (Abdelzاهر & Kott, 2014, pág. s/n).

Retomando el ejemplo el árbol, si se asume que propósito del árbol es obtener la mayor cantidad de luz solar posible, es probable que este “para ser eficiente” desarrolle una gran copa de hojas y un tronco solo lo suficientemente fuerte para sostener esa estructura en base a los vientos predominantes. Ahora, si apareciera una tormenta, con vientos muy superiores a los que normalmente soporta, lo más probable es que ese tronco “eficiente” no lo soporte y se quiebre. La recuperación de esa pérdida de desempeño le puede llevar años. En cambio, si posee un tronco más grueso –lo cual desde el punto de vista de la eficiencia no es lo óptimo– el árbol podrá perder sus hojas y algunas de sus ramas, pero el tronco se mantendrá firme y, por lo tanto, la recuperación será más rápida.

Una importante deducción se puede obtener a esta altura. Puede existir, por supuesto, un punto más allá del cual la recuperación del sistema es imposible; por lo tanto, hay una relación entre la robustez –que determina cuánto daño sufrirá el sistema debido a la perturbación inesperada– y la resiliencia –que determina que tan rápido se puede recuperar de tal daño. En definitiva, un sistema que no posee robustez alcanzará fácilmente condiciones más allá de su capacidad de recuperación, por consiguiente, su resiliencia será pobre. Por lo tanto, la robustez y la resiliencia deben considerarse en conjunto y generalmente ambas se contraponen con la eficiencia (Cabri & Suri, 2014).

Se puede resumir en términos simples que la robustez le permite a los sistemas resistir y la resiliencia recuperarse. Por consiguiente, la pregunta que se plantea es: ¿existe otro nivel de adaptación? ¿Existe algo más allá de la robustez y la resiliencia? Estas preguntas derivan en el próximo –y quizás polémico– concepto, la antifragilidad.

1.3. Antifragilidad

Antifragilidad es un término que fue acuñado por Nassim Taleb en su libro del mismo nombre. El planteo al respecto de este concepto puede ser cuestionable en algún aspecto, especialmente por su origen, pero aun así vale la pena su exploración. La antifragilidad otorga un marco sobre el cual indagar al respecto de capacidades y características de los SAC que no se presentan claramente en otros conceptos. Esta noción incorpora la mejora

o evolución al proceso de resistencia y recuperación descritas en la robustez y la resiliencia. Es un concepto que ha tomado preponderancia en diferentes ámbitos, tales como la ingeniería de sistemas y las ciencias sociales.

La antifragilidad nace derivada de la resignificación que Taleb hizo del cisne negro⁴ de Karl Popper. Para Taleb, un cisne negro es “un suceso altamente improbable, con tres características principales: es impredecible, conlleva un impacto masivo y es solamente explicable después del hecho” (Taleb N. , *The black swan: the impact of the highly improbable* , 2007, pág. s/n). Una de las ideas centrales de su trabajo es que la incertidumbre es un elemento inevitable de la realidad y mucho más común de lo que inicialmente se piensa. Debido a la necesidad humana a entender la realidad, se tiende a realizar explicaciones retrospectivas de los eventos imprevistos. De esta manera, la incertidumbre inevitable de la realidad parece consecuencia de errores, falta de información, visión, o una combinación de todo ello, y no lo que en realidad fueron, sucesos imprevisibles.

Sin embargo, existen ciertos sistemas que no solo son capaces de sobrevivir a eventos imprevistos, sino que tienen la capacidad de mejorar al enfrentarlos. Taleb lo explica de la siguiente manera:

Algunas cosas se benefician de los choques; prosperan y crecen cuando se exponen a la volatilidad, la aleatoriedad, el desorden y los factores estresantes y aman la aventura, el riesgo y la incertidumbre. Sin embargo, a pesar de la ubicuidad del fenómeno, no existe una palabra para exactamente lo contrario de frágil (Taleb N. , 2012, pág. 33).

Por lo tanto, para una mejor comprensión de la antifragilidad es mejor comenzar por definir la fragilidad. Según la Real Academia Española frágil es: débil, que puede deteriorarse con facilidad o quebradizo, y que con facilidad se hace pedazos. Algo frágil es altamente susceptible a las variaciones, a los estresores, a la volatilidad y a lo inesperado. Se puede tomar como ejemplo una copa de cristal; naturalmente se la considera frágil porque no soportaría una gran variación ni de temperatura, presión, ruido, esfuerzo, etc. y como consecuencia de cualquiera de estas variaciones podría derivar en la pérdida de su función o desempeño de forma permanente.

En contrapartida, aquello que es antifrágil se beneficia de la volatilidad, sale fortalecido del cambio y el estrés. “La antifragilidad está más allá de la resiliencia o la robustez. Lo

⁴ Karl Popper, utilizó el ejemplo de los cisnes negros que habitan en Oceanía, para representar su idea sobre el falsacionismo.

resiliente resiste impactos y se mantiene igual; lo antifrágil se vuelve mejor” (Taleb N. , 2012, pág. 25). Algunos de los ejemplos más simples de antifragilidad se encuentran en los sistemas orgánicos. Por caso, los músculos se fortalecen cuando se los somete a estrés a través de la actividad o el ejercicio y se atrofian cuando no son usados.

Si bien la antifragilidad nace del ensayo de Taleb, el concepto ha ganado relevancia en diferentes ámbitos ya que aporta nuevas formas de enfrentar problemas de diseño de sistemas y otras ingenierías.

La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) de los Estados Unidos, por ejemplo, se encuentra investigando alternativas antifrágiles en el diseño de naves y sistemas espaciales. Kennie H. Jones lo expresa de la siguiente manera:

Se necesita un cambio en la filosofía de diseño que produzca sistemas antifrágiles: sistemas capaces de aprender a funcionar frente a lo inesperado y mejorar el rendimiento más allá de lo previsto (Jones, 2014, pág. 875).

Las soluciones que propone la NASA parecen sacadas de una película de ciencia ficción: alas capaces de auto-transformarse, sistemas que aprenden a volar, sistemas autónomos basados en inteligencia artificial, materiales que pueden auto-curarse y otros.

Sin llegar al diseño de tecnologías de vanguardia como las de la NASA, la industria de la aviación se puede tomar como ejemplo de sistema antifrágil. La aeronáutica ha demostrado con el pasar de los años una constante reducción de fatalidades y mejora de la calidad de servicios, y debido a esto sigue siendo rentable y creciendo a nivel mundial (Verhulst, 2014). La industria de la aviación es un sistema que se ha convertido en el más seguro del mundo, no solo porque ha resistido o se ha recuperado de los innumerables accidentes y desafíos a los que se ha enfrentado, sino porque además ha aprendido de cada uno de ellos y mejorado de forma constante.

En la búsqueda por determinar cuáles son los factores que favorecen el desarrollo de antifragilidad se destacan dos: el primero es la sobre-reacción o sobre-compensación a los estresores y el segundo, la capacidad de aprender de los errores.

Para abordar la sobre-compensación, se retoma el ejemplo del músculo. Cuando los tejidos musculares son sometidos a un esfuerzo por encima de cierto límite, sufren microfisuras como consecuencia. Una vez superado el evento estresante, las microfisuras son reparadas –lo que implica resiliencia–, pero además el tejido es regenerado para soportar una carga por encima de los niveles originales. En otras palabras, los músculos no solo se recuperan, sino que lo hacen con una respuesta cuyo dimensionamiento es superior al

necesario. De esta manera, los sistemas adquieren la capacidad de responder mejor a un evento similar y además de resistir a uno de nivel superior.

En la industria aeronáutica se puede observar este mecanismo en funcionamiento. Cada vez que sucede un accidente y se descubre una manera de eliminar o mitigar la causa que lo propició, no se aplica sólo al lugar, aeronave o empresa que sufrió dicho evento, sino que se generan cambios que pueden llegar a afectar a toda el mundo de la aviación. Este tipo de modificaciones –suelen ser reglamentarias o tecnológicas– abarcan áreas mucho más amplias que las del evento sucedido y pueden ser consideradas como una sobre-compensación del sistema para anticipar eventos de mayor impacto.

Otro mecanismo de la antifragilidad es la capacidad de aprender de las fallas o errores. Es importante destacar que el aprendizaje al que se hace referencia no requiere auto-consciencia, sino la habilidad de cambiar en base a la confrontación con eventos no previstos en el diseño inicial del sistema.

Los SAC para poder aprender deben tener la habilidad de compartir información y tomar medidas para mejorar en relación a ésta. Por lo tanto, la información, en la medida de lo posible, debe ser pública dentro del sistema.

Una implicancia directa del perfeccionamiento a través del aprendizaje es que el diseño del sistema no termina una vez que entra en funcionamiento, sino que es un proceso continuo. En este sentido es “primordial considerar cualquier problema como una fuente valiosa de información para mejorar los procesos y el sistema” (Verhulst, 2014, pág. 846). Reconocer, aceptar y divulgar los errores en la organización se convierte en una prioridad si se busca desarrollar antifragilidad.

Según Taleb, la antifragilidad puede ser considerada como una medida de la capacidad de supervivencia de los sistemas frente a la incertidumbre. En otras palabras, en ambientes VUCA, donde predecir eventos futuros con exactitud es prácticamente imposible, la manera en que los sistemas deben prepararse no es a través del análisis de riesgos o proyección de escenarios, sino en base a desarrollar antifragilidad (Taleb N. , 2012).

Los profesionales de la gestión de riesgos buscan información en el pasado sobre el supuesto *peor de los casos* y la utilizan para estimar los riesgos futuros; este método se denomina "prueba de estrés". Toman la peor recesión histórica, la peor guerra, el peor movimiento histórico en las tasas de interés o el peor momento en el desempleo como una estimación exacta del peor resultado futuro. Pero nunca notan la siguiente inconsistencia: este denominado *peor de los casos*, cuando sucedió, superó el peor de los casos de ese momento (Taleb N. , 2012, pág. 138; cursiva del original).

Al igual que en los casos de robustez y resiliencia, aparece una contraposición entre la eficiencia y la antifragilidad. En este sentido, la correlación se entiende mejor con respecto a la fragilidad. Si un sistema es eficiente, implica que gasta la mínima cantidad de recursos y tiempo para lograr su objetivo, pero al hacer esto se vuelve frágil. En otras palabras, el sistema está en riesgo de romperse, de perder su capacidad de ser funcional, ya que no dispone de capacidad remanente para resistir o adaptarse una vez superados los límites preestablecidos para los que fue diseñado. En definitiva, si se considera a la fragilidad y a la antifragilidad como dos extremos de un espectro, indefectiblemente todo movimiento hacia lograr optimización y eficiencia va en contra de la antifragilidad.

Existe otro aspecto interesante al respecto de la eficiencia. En términos económicos, un sistema eficiente debería ofrecer el máximo beneficio al mínimo costo, lo cual suena muy bien, pero oculta un problema. “Si algo es frágil, su riesgo de romperse hace que todo el esfuerzo por hacerlo eficiente sea inconsecuente” (Taleb N. , 2012, pág. 457). Para ejemplificar, se puede imaginar un vehículo muy eficiente, de manera que consume poco combustible y tiene una alta velocidad de desplazamiento. Esa eficiencia se logra en base a que tiene muy bajo rozamiento con la ruta, con el aire y es liviano. Sin embargo, esas mismas características hacen frágil al automóvil, ya que, con su bajo índice de rozamiento y su bajo peso, una pequeña discrepancia en la rugosidad del asfalto o un viento superior a lo previsto puede hacer que se salga de la ruta a alta velocidad y perderlo todo. La teórica ganancia de gastar poco y llegar rápido es intrascendente ante la posibilidad de no llegar y destruir el vehículo en el proceso.

En resumen, tanto las fuerzas armadas como la guerra en sí misma son organizaciones sociales y, como tales, pueden ser consideradas SAC. Por lo tanto, la teoría y la investigación al respecto del comportamiento y características de estos sistemas se tornan de especial interés para el análisis militar. Uno de los aspectos de mayor preponderancia al respecto de los SAC es la capacidad de adaptación y supervivencia que presentan, en otras palabras, la habilidad de dichos sistemas para cambiar, auto-organizarse, aprender y evolucionar con el fin de hacer frente al ambiente que los circunda.

En este sentido, la capacidad de adaptación y supervivencia de los SAC se cimienta principalmente en tres características destacadas; estas son la robustez, la resiliencia y la antifragilidad –aunque aún novedosa. Lo cual deriva en el próximo tópico, en el que se indaga sobre cómo se pueden aprovechar estos conceptos en el ámbito operacional.

CAPÍTULO 2: APORTES A LA TOMA DE DECISIONES Y DISEÑO DE ESCENARIOS EN EL ÁMBITO OPERACIONAL

En este capítulo se indaga sobre cómo los conceptos de los SAC analizados en el capítulo anterior –robustez, resiliencia y antifragilidad– pueden aportar a los procesos de toma de decisiones y diseño de escenarios en el ámbito operacional. Con el fin de contextualizar, inicialmente se describen los modelos utilizados para la toma de decisiones y diseño de escenarios en el MPNO y se identifican algunas de sus limitaciones. Finalmente, se indaga sobre cómo los conceptos propuestos pueden aplicarse prácticamente en el ámbito operacional como una forma innovadora de afrontar la incertidumbre y la complejidad.

2.1. Toma de decisiones y diseño de escenarios

Tomar decisiones no es una tarea fácil, especialmente en ambientes donde reina la incertidumbre. Desafortunadamente, el ámbito militar y especialmente el nivel operacional son áreas donde la complejidad, ambigüedad y la volatilidad son la norma y no la excepción.

Los métodos de planificación son, en gran medida, ayudas para la toma de decisiones. Ofrecen una manera con la cual interpretar el problema e identificar posibles respuestas acordes a las circunstancias que se deben enfrentar. Sin embargo, la cuestión subyacente que impulsa esta investigación es que pueden existir alternativas adicionales a las que normalmente se implementan para afrontarla.

En general, la metodología de planificación operacional utiliza un enfoque analítico, reduccionista de base sistémica, el cual tiene sus limitaciones. Roger Borgoñon citando a Milan Vego lo expresa así:

Milan Vego destaca las limitaciones de las herramientas y métodos analíticos científicos –mecanicismo newtoniano– al afrontar la complejidad dinámica de la realidad, las organizaciones, el caos, la incertidumbre y la fricción; los modelos teóricos que abordan el estudio de la realidad y del oponente como sistemas de sistemas padecen de idéntica discapacidad y no resuelven respecto de la complejidad, la incertidumbre, la aleatoriedad y la fricción (Borgoñon, 2017, pág. 4).

En gran medida, los modelos utilizados se basan en una visión lineal y determinista de la realidad. Expresado de otro modo, la incertidumbre es considerada consecuencia de una falta de información. Dicha carencia puede ser causada por la propia organización o por el enemigo. En el primer caso, se debe generalmente a imprecisiones del nivel estratégico;

o sea, la interacción con el nivel político y la dialéctica estratégica suelen ser mucho más ambiguas que lo requerido para operacionalizar sus intenciones. Por lo cual, la cantidad y calidad de información que se recibe para la planificación suele ser insuficiente. En el segundo caso, la falta de información se debe al actuar deliberado del oponente; quien no desea brindar información que iría en detrimento de sus propios intereses (PC-20-01, 2015). Sin embargo, según lo que se sabe en la actualidad, la incertidumbre es parte inseparable de la realidad y es físicamente imposible obtener suficiente información para mitigarla por completo.

En este sentido, aplicar demasiado esfuerzo en obtener información puede ser fútil o inclusive contraproducente. Es fundamental destacar que lo expresado no quiere decir que recopilar información, obtener inteligencia o realizar análisis sistémicos sea improductivo, sino que dichos métodos tienen limitaciones.

Existen diferentes metodologías que sirven de ayuda al proceso de toma de decisiones en condiciones de incertidumbre. Algunas de las más usadas son la planificación de contingencias, el análisis de sensibilidad, la simulación por computadora y el diseño o planificación de escenarios.

La planificación de contingencias es probablemente la más utilizada dentro del MPNO a través de la implementación de supuestos. Conceptualmente, esta metodología responde a una sola incertidumbre del tipo ¿qué pasa si...? En otras palabras, presenta un caso base y una excepción o contingencia –normalmente debido a falta de información– para la cual se debe diseñar un plan de alternativa (PC-20-01, 2015).

El otro modelo es el análisis de sensibilidad, el cual, examina el efecto de un cambio en una variable manteniendo constantes todas las demás (Helton, Johnson, Sallaberry, & Storlie, 2006). Esto tiene sentido cuando se intenta analizar pequeños cambios dentro de una situación relativamente estable. Por esa misma razón es de poca utilidad en la planificación operacional.

La simulación por computadora es una herramienta que ha ganado preponderancia debido a la creciente capacidad de procesamiento de información. Sin embargo, los ordenadores siguen reglas fijas precargadas en el software, por lo tanto, las variables inesperadas y la incertidumbre son difíciles de reproducir. No obstante, la simulación es una herramienta que también se utiliza en la planificación operacional. (JWC, NATO, 2020)

Finalmente, está el diseño de escenarios, que es una manera disciplinada de imaginar posibles futuros. A diferencia de los otros métodos mencionados, los escenarios pueden explorar el impacto conjunto de diversas contingencias o incertidumbres. Además, buscan identificar patrones y agrupaciones entre los millones de resultados que podría generar una simulación por computadora. A menudo, incluyen elementos que no pueden modelarse formalmente, tales como innovaciones o cambios drásticos de variables (Fitzsimmons, 2019). El diseño de escenarios simplifica una gran cantidad de información, la ubica dentro un número limitado de estados posibles y resume cómo varios elementos pueden interactuar bajo ciertas condiciones.

En resumen, la planificación de escenarios intenta capturar la riqueza y el rango de posibilidades, estimulando a los tomadores de decisiones a considerar cambios que de otro modo ignorarían. Al mismo tiempo, organiza esas posibilidades en narrativas que son más fáciles de captar y usar que grandes volúmenes de datos. Sin embargo, sobre todo, los escenarios están destinados a desafiar la mentalidad predominante. Por tanto, la planificación de escenarios se diferencia de las tres técnicas mencionadas en su nivel epistémico de análisis (Schoemaker, 1995, pág. 27).

Como expresa el PC-20-01, esta metodología se utiliza en el análisis del problema. Específicamente, se realiza un diseño del escenario operacional, a través del cual se evalúan una gran cantidad aspectos –las variables operacionales básicas son “político, militar, económico, social, información, infraestructura y consideraciones civiles” (PC-20-01, 2015, pág. 39)– y su posible interacción, a fin de lograr una idea clara de las implicancias para el logro del estado final. Además, al desarrollar las capacidades sistémicas del oponente, y en su posterior aplicación en la confrontación, se realiza una planificación de escenarios posibles, intentando predecir la manera en que el enemigo puede actuar.

Según el MPNO argentino, “las capacidades sistémicas del oponente son todas aquellas acciones que el oponente es capaz de ejecutar y que, de adoptarlas, afectarán el cumplimiento de la misión” (PC-20-01, 2015, pág. 60). Se utilizan con el fin de disminuir el nivel de incertidumbre, ya que sirven como referencia para el desarrollo, y posterior puesta a prueba, de los modos de acción. Es decir, en base a la información disponible del enemigo se intenta responder a las preguntas sobre qué, cuándo, dónde, con qué medios y apoyos, y cómo llevará adelante sus acciones militares.

Por otro lado, los modos de acción son las posibles formas en las que se pretende lograr el objetivo operacional y eventualmente contrarrestar las capacidades del enemigo. Los modos de acción se plantean como diferentes alternativas y se las confronta con lo que se

sabe del enemigo –en forma de capacidades sistémicas– para intentar predecir cuál tiene mayor probabilidad de éxito.

Esta metodología como las otras, tienen sus limitaciones. El mismo MPNO expresa, “las operaciones militares son cambiantes, los escenarios son dinámicos, y poseen una cantidad infinita de variables, por ello no es posible anticipar científicamente lo que va a ocurrir o resultar de una acción” (PC-20-01, 2015, pág. 35). Por lo tanto, a pesar de que el método utiliza inteligentemente una combinación de diferentes metodologías para lograr la mejor toma de decisiones, la incertidumbre es ineludible.

En su trabajo sobre planificación estratégica en el pentágono, Michael Fitzsimmons cita el ex secretario de defensa de Estados Unidos Donald Rumsfeld para ejemplificar este problema: “Cuando se trata de predecir la naturaleza y ubicación de nuestro próximo enfrentamiento militar desde Vietnam, nuestro historial ha sido perfecto. Nunca lo hemos hecho bien” (Fitzsimmons, 2019, pág. 1).

La principal limitación de estas metodologías es que se basan en la determinación de dos grandes áreas, aquello que se cree conocer y lo que se considera incierto o desconocido. En función de esta división, se pretende identificar opciones que se van refinando a lo largo del proceso, con el fin de establecer uno o varios caminos alternativos para enfrentar el problema previsto. Sin embargo, la mayor amenaza en este sentido es la existencia de cosas sobre las “que no se sabe que no se sabe” (Schoemaker, 1995, pág. 38). Por ejemplo, ¿fue posible imaginar que en 2020 se desataría una pandemia de nivel global que terminaría afectando a prácticamente todo ser humano del planeta? Probablemente no, por lo menos, no con la precisión necesaria para tomar decisiones eficientes al respecto. Este fenómeno, como muchos otros, es imposible de predecir o imaginar; no obstante, debe ser afrontado y –dentro de lo posible– superado con éxito.

Es cierto que la idea de que los planes deben ser flexibles y los comandantes capaces de adaptarse está arraigada en el pensamiento militar. Sin embargo, una declaración al respecto no es suficiente para que se haga realidad. Tanto es así, que “las instituciones militares reconocen la necesidad de líderes que puedan adaptarse, pero luchan con la manera de enseñarles o capacitarlos exactamente en cómo hacerlo” (Green, 2011, págs. 1-2).

Especialmente a partir del siglo XXI, las fuerzas armadas alrededor del globo enfrentan desafíos cada vez más complejos, dinámicos y cambiantes. Los militares de hoy deben

prevenir genocidios, brindar asistencia humanitaria, contrarrestar insurgencias, interactuar en ámbitos internacionales multidimensionales, ayudar en tareas de reconstrucción, apoyar a las autoridades civiles y otra gran variedad de misiones, que van desde la ayuda en casos de desastres naturales hasta el manejo de una pandemia global. Tales problemas requieren estrategias y capacidades adaptativas generalizadas (Green, 2011). Al respecto el PC 20-01 expresa:

El nivel operacional deberá afrontar problemas complejos, caracterizados por la incertidumbre y la contradicción, que requerirán que el método se adecue a la situación enfrentada. En este nivel, se presentan nuevos problemas en cualquier momento del proceso, irradiando influencias en todos los decisores que intervienen en el conflicto, lo que obligará a reconsiderar y adecuar cada opción que se presente (PC-20-01, 2015, pág. 31).

Por lo tanto, si bien el proceso de planeamiento argentino utiliza un enfoque analítico y sistémico como tantos otros, también abre la puerta a la incorporación de innovaciones que puedan aportar soluciones cuando así sea necesario.

En este sentido, en los próximos apartados se presentan formas de incorporar prácticamente los mecanismos y conceptos de robustez, resiliencia y antifragilidad en el ámbito operacional.

2.2. Robustez y resiliencia en la toma de decisiones

En este apartado se tratan la robustez y la resiliencia de manera conjunta, ya que aunque son características diferentes de los SAC, se encuentran íntimamente ligadas y el objetivo que persiguen es similar, mantener o recuperar el desempeño de la organización.

La forma más simple en la que estos nuevos conceptos pueden ser aplicados en el ámbito operacional es con su incorporación en los modelos mentales de los decisores. Por ejemplo, al analizar posibles soluciones con base en la robustez se debería priorizar aquellas que tengan un desempeño satisfactorio a lo largo de un amplio rango de posibles futuros y no aquella que responda mejor frente a la opción más probable o más peligrosa. Si se incorpora el concepto de resiliencia, se puede pensar en planes que se puedan adaptar a lo largo del tiempo según cómo se desarrollan los acontecimientos.

Se puede tomar como ejemplo el conflicto de Malvinas. Uno de los principales objetivos operacionales era evitar que las fuerzas británicas realizaran un desembarco y establecieran una cabecera de playa en las islas. El problema era determinar en qué lugar del territorio podría suceder dicho desembarco, ya que defender toda la zona era imposible. La solución que adoptaron las fuerzas argentinas fue establecer un dispositivo

defensivo en lo que se consideró la zona más probable de desembarco –en las cercanías de Puerto Argentino con orientación principal sur. El resultado es conocido, los británicos desembarcaron en el Estrecho de San Carlos a decenas de kilómetros al oeste de Puerto Argentino generando gran sorpresa y forzando a cambiar el frente del dispositivo defensivo argentino.

Una respuesta robusta a este problema hubiera sido diseñar las fuerzas, los medios y los planes para que, sin importar el lugar de desembarco, las defensas estuvieran en condiciones de movilizarse de manera rápida para atacar cualquier punto de las islas. Cabe destacar que no se pretende expresar que esto hubiera sido factible en las condiciones en que se llevó adelante dicha contienda, simplemente se busca ejemplificar un modo de pensar.

Además, comprender la robustez puede ser de utilidad en la relación del comandante operacional con el nivel estratégico. Como se expresa en el primer capítulo la eficiencia es un objetivo muy atractivo, especialmente para personas con antecedentes empresariales o administrativos, por lo que suele ser un punto de disputa en la interacción entre el nivel político y el militar. Como ejemplo se puede tomar la iniciativa del poder ejecutivo nacional durante el año 2018 que pretendía “eliminar redundancias” al centralizar el uso de todas las aeronaves militares únicamente en la Fuerza Aérea⁵. Una iniciativa muy loable desde la eficiencia administrativa, pero totalmente contraproducente desde la operatividad y, en este ejemplo, desde la robustez. En este sentido, explicar decisiones en el contexto de un plan que busca lograr sistemas robustos puede ser de gran utilidad.

Otra manera más avanzada sería la incorporación de uno o varios de los modelos y herramientas de toma de decisiones robustas –RDM⁶ por sus siglas en inglés. RDM es un “método para ayudar a la toma de decisiones en situaciones de profunda incertidumbre que utiliza modelos, no como predictores, sino como generadores de casos que exploran supuestos y resultados” (Popper, 2019).

Existe una sutil pero fundamental diferencia en la manera que se diseñan escenarios con un modelo RDM y uno tradicional. En el método tradicional se intenta determinar cuál es el escenario futuro más probable. Para esto, se recopila información sobre variables

⁵ El caso de las aeronaves es uno de varios ámbitos en los que se pretendía aplicar el mismo tipo de solución.

⁶ Robust Decision Making

esenciales, tendencias y otros factores que sirven de base para determinar cómo se desarrollará el ambiente. En el ámbito operacional, el área de inteligencia es la encargada de determinar la “probable evolución de una situación determinada” (Ponte, 2020, pág. 148).

En cambio, con la metodología RDM en lugar de buscar mejorar las predicciones, se utilizan modelos –generalmente con asistencia informática– como herramientas de exploración. De esta manera, se busca determinar qué acción podría resultar robusta, en el sentido de alcanzar los objetivos definidos en una amplia gama de futuros plausibles (Popper, 2019). En otras palabras, no se trata de determinar cómo va a ser el futuro, sino cuál modo de acción cumple con los objetivos previstos frente a la mayor cantidad de escenarios posibles.

La RDM es una línea de investigación en pleno desarrollo, que se está aplicando en diferentes áreas tales como planificación de recursos hídricos y adaptación al cambio climático, planificación de la resiliencia costera, gestión del riesgo climático, sostenibilidad global y seguridad nacional (Lempert, 2020).

Algunos de los modelos utilizados en RDM, son las políticas por caminos adaptativos dinámicos, (Haasnot, Kwakkel, Walker, & ter Maat, 2013), la toma de decisiones robustas (Popper, 2019) y la toma de decisiones robustas para objetivos múltiples (Hamarat, Kwakkel, Pruyt, & Loonen, 2014). Este tipo de herramientas generalmente requieren de sistemas informáticos y, en algunos casos, la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos avanzados. Si bien el análisis de estos modelos excede el alcance de este trabajo, vale la pena nombrarlos como posibles líneas de investigación futuras.

Otra forma de emplear los nuevos conceptos en el ámbito operacional sería aplicar los diferentes mecanismos de la robustez y la resiliencia explicados en el primer capítulo –redundancia, intercambiabilidad, ciclos locales de retroalimentación, complejidad y colaboración entre elementos– a diferentes aspectos de la planificación y ejecución de nivel operacional.

La redundancia es quizás el concepto que más incorporado se encuentra en el pensamiento militar; aun así, es importante destacarlo ya que normalmente genera conflictos cuando la eficiencia entra en juego. Por su parte, la intercambiabilidad es una noción que puede ser de mucha utilidad. Debido a la creciente especialización dentro de las fuerzas armadas, la capacidad de reemplazo de unidades unas con otras se ha resentido. Las estructuras y

organizaciones operacionales poseen cada vez mayor cantidad de comandos subordinados específicos. Los estados mayores, siguiendo la misma tendencia, tienen una cantidad creciente de áreas especializadas y un organigrama cada vez más complicado. Sin pretender entrar en detalles sobre cuestiones organizacionales, puede ser de utilidad al comandante comprender que una excesiva especialización atenta contra la robustez del sistema y lo hace frágil.

Los otros mecanismos que colaboran para generar robustez y resiliencia en los sistemas están íntimamente ligados con la gestión de información. Estos son los ciclos locales de retroalimentación, la complejidad y la colaboración entre elementos.

Las fuerzas armadas, en general, se rigen por el concepto de gestión de la información conocido como *necesidad de saber*. En otros términos, una persona, independientemente de su nivel de clasificación de seguridad, no recibirá acceso a información, a menos que tenga una necesidad específica de conocerla para poder llevar a cabo sus deberes. Esta concepción del manejo de la información crea barreras que reducen la retroalimentación, la complejidad –entendida como la cantidad de conexiones del sistema– y la capacidad de colaboración entre elementos. El General Stanley McChrystal lo expresa así:

¿Quién necesitaba saber? ¿Quién debía tener la información para hacer esas partes importantes del trabajo que necesitabas? En un mundo tan estrechamente vinculado, eso es muy difícil de predecir. Es muy difícil saber quién necesita tener la información y quién no. [...] Pero entendimos que teníamos que cambiar. Cambiar nuestra cultura sobre la información. Teníamos que derribar las paredes. Teníamos que compartir. Teníamos que pasar de quién necesita saber a quién no sabe y teníamos que decírselos lo más rápido posible. Fue un cambio cultural importante para una organización que llevaba lo secreto en su ADN. (McChrystal, 2014, pág. s/n)

Esto no quiere decir que la información debe ser liberada públicamente. Siempre se deben tener en cuenta las características del ambiente operacional y especialmente del oponente. Respetar los criterios de contrainteligencia es fundamental para la protección de las fuerzas. No obstante, un mejor y más rápido flujo de información dentro de la organización puede mejorar exponencialmente la capacidad de respuesta del sistema y, con esto, su habilidad para resistir o recuperarse de eventos inesperados.

Los otros mecanismos que colaboran en generar robustez y resiliencia son la colaboración entre elementos y la complejidad. Estas dos nociones están directamente relacionadas con evitar la estancidad en la información. Por ejemplo, la separación del estado mayor en numerosas áreas debería ser cuidadosamente equilibrada con un sistema de comunicación que comparte información de manera fluida. Esto puede ser tan simple como “no trabajar

en oficinas, derribando paredes y trabajando en lo que se llaman salas de conciencia situacional (McChrystal, 2014, pág. s/n)” o tan complejo como generar una cultura de trabajo que facilite la toma de decisiones y la ejecución descentralizada.

En resumen, con el fin de mantener el desempeño frente a situaciones o eventos imprevistos, las organizaciones militares podrían incorporar conceptos, mecanismos de los SAC, y enfoques RDM en la de toma de decisiones y el diseño de escenarios. Con lo cual se mejoraría la capacidad de resistencia y recuperación de los sistemas.

Sin embargo, para lograr la supervivencia muchas veces no es suficiente mantener el desempeño, especialmente en la guerra. Lo cual deriva en el siguiente apartado, en donde se indaga sobre la naturaleza de la mejora.

2.3. Antifragilidad, vulnerabilidades y aprendizaje

Al igual que con los conceptos de robustez y resiliencia, la forma más simple de aprovechar el concepto de antifragilidad es incorporándolo en los mapas mentales de los decisores. De esta manera, se lograría una forma de análisis operacional que tiene en cuenta variables diferentes a las tradicionales.

En esta línea de pensamiento, se debe tener en cuenta que el error es parte esencial de una estrategia antifrágil. En otras palabras, el sistema se alimenta y aprende si se lo expone el a estresores y errores de manera controlada. Por lo tanto, las fuerzas deben de manera regular adiestrarse en la búsqueda de vulnerabilidades, desafiando las capacidades operativas e inclusive el liderazgo. Si es aplicado correctamente, este modo de actuar, indefectiblemente, debería llevar a que en ocasiones se falle. Lo cual, facilitaría el aprendizaje y obligaría a la organización a adaptarse y mejorar (Thies, 2017). Sin embargo, este aspecto que parece relativamente natural, en las fuerzas armadas puede ser un desafío. Esto se debe a que las organizaciones militares –en general– tienen la tendencia a castigar el error y suprimir la iniciativa, en lugar de capitalizar y premiar respectivamente (Dixon, 1975). Por lo cual, la implementación de una noción que facilite el proceso de aprendizaje basado en el error podría ser de utilidad.

Otra forma en que sería aplicable este concepto es a través de un análisis de capacidades militares basado en un espectro que va de lo antifrágil a lo frágil. De esta manera, se puede medir respectivamente fortaleza y vulnerabilidad de una fuerza. Por ejemplo, en la primera categoría –antifrágil– estarían las fuerzas cuyas capacidades militares aumentan como consecuencia de participar en eventos estresantes –que bien puede ser un conflicto

o ataque—; y en el otro extremo, se ubicarían las fuerzas cuyas capacidades militares se reducen como consecuencia del estresor. En el centro de este espectro, podría existir una categoría denominada robusto o resiliente que describiría a las fuerzas que pueden reponer sus capacidades militares a su estado original.

La caracterización de una fuerza como antifrágil parece contra intuitivo, hasta imposible. ¿Cómo sería posible que una fuerza mejore luego de entablar combate? Sin embargo, existen casos históricos de antifragilidad en donde, incluso luego de daños devastadores infligidos a naciones u organizaciones, estas no fueron derrotadas. Por el contrario, se fortalecieron lo que luego resultó en su victoria. Un Estado nación que sufre un ataque inesperado, que posteriormente se moviliza y termina derrotando al atacante puede ser una forma de antifragilidad.

Ejemplos de este tipo incluyen Roma durante la segunda guerra púnica, las fuerzas soviéticas en respuesta a la operación Barbarroja alemana y los Estados Unidos después de Pearl Harbor (Albino, Friedman, Bar-Yam, & Glenney, 2016, pág. 12)

Otro caso de estudio son las fuerzas insurgentes. Este tipo de organizaciones militares o paramilitares, que son normalmente heterogéneas, irregulares y organizadas de manera descentralizada, han demostrado tener características antifrágiles a lo largo de la historia.

Un arquetipo de una fuerza antifrágil es una insurrección que gana miembros y apoyo como resultado de las condiciones del conflicto. Los ejemplos contemporáneos incluyen a los talibanes desde la época de la guerra afgano-soviética hasta la actualidad en Afganistán y Pakistán, así como a Al-Qaeda en todo el mundo islámico. Históricamente, la antifragilidad es un hilo conductor en las guerras de independencia nacional, incluida la Revolución Americana [también podría incluirse la guerra de independencia Argentina]. En estos casos, las acciones del ocupante alimentan la voluntad, la unidad y la organización de sus oponentes. (Albino, Friedman, Bar-Yam, & Glenney, 2016, pág. 12)

El espectro antifrágil-frágil puede ser una forma de analizar a las organizaciones militares para mejorar la toma de decisiones. De esta manera, se podrían evitar acciones militares que pudieran generar resultados contrarios al esperado; por ejemplo, que el enemigo se fortalezca luego de un ataque. El conflicto del Atlántico Sur es una dolorosa lección al respecto de esta circunstancia. Luego de la recuperación por parte de Argentina, Gran Bretaña se movilizó al Atlántico Sur, usurpó nuevamente las islas y fortaleció exponencialmente su posición en Malvinas.

En resumen, este análisis puede contribuir a desarrollar estrategias diferentes a las previstas con un enfoque tradicional. En este sentido, es importante tener en cuenta que “un sistema antifrágil debe ser enfrentado a través de otras dimensiones de actividad, por ejemplo, responder a un sistema militarmente antifrágil a través de la fragilidad política,

social o económica” (Albino, Friedman, Bar-Yam, & Glenney, 2016, pág. 12). Samuel Zilincik, propone una perspectiva muy interesante al respecto, usar la paz:

Es decir, abstenerse deliberadamente del uso de la violencia. En este escenario, la teoría de la victoria se basa en las consecuencias perjudiciales de la paz sobre las capacidades militares del adversario, así como en el uso complementario de instrumentos de poder no violentos. En general, la paz tiende a tener un impacto negativo en la cohesión de la sociedad, así como en las capacidades militares en particular. Las líneas de conflicto entre diferentes segmentos de la sociedad tienden a crecer y las fuerzas militares enfrentan una degradación gradual de la capacidad como consecuencia de no enfrentar desafíos apropiados. (Zilincik, 2020, pág. s/n)

En definitiva, una fuerza antifrágil puede ser difícil de derrotar. Por lo tanto, es esencial establecer criterios para determinar qué atributos le proporcionan esta característica a una organización militar. En este sentido, se puede evaluar la antifragilidad de una fuerza teniendo en consideración aspectos tales como: el costo de obtener información relevante; el tiempo necesario para obtener e incorporar información que sirvan a las tácticas y estrategias; la velocidad de caducidad de la información; la importancia de la nueva información y; la capacidad de evolución del sistema (Albino, Friedman, Bar-Yam, & Glenney, 2016).

Nótese que la información a la que se hace referencia en este contexto no es con el fin de determinar el estado de una situación o su posible evolución, sino para evaluar que tan apta es la organización para adaptarse y mejorar. A este respecto, la lentitud para incorporar nuevos aprendizajes es un indicador de la fragilidad del sistema. Por ejemplo, las Fuerzas Armadas argentinas demoraron más de 35 años en adoptar algunas de las lecciones aprendidas del conflicto de Malvinas, como la necesidad de una escuela de guerra conjunta y la potenciación del accionar militar conjunto.

Además, se pueden evaluar los elementos que generan fragilidad; entre estos se encuentran la dependencia de personal y material muy específicos; la dependencia del control de la iniciativa y de una posición ventajosa; la logística y disponibilidad de recursos limitadas; la rigidez y centralización de la toma de decisiones y; la vulnerabilidad psicológica debido al derrotismo (Albino, Friedman, Bar-Yam, & Glenney, 2016).

En resumen, el concepto de antifragilidad podría mejorar la toma de decisiones en base a catalogar a un enemigo dentro de un espectro antifrágil-frágil, así como también podría favorecer la capitalización del aprendizaje con medidas que promuevan la antifragilidad dentro de la propia organización. No obstante, estas son sólo algunas de las aplicaciones

posibles, ya que es una noción relativamente novedosa que se encuentra bajo estudio en diferentes instituciones militares del mundo.

CONCLUSIONES

Esta investigación tiene como objetivo general identificar y analizar alternativas innovadoras que aporten al diseño de escenarios y al proceso de toma de decisiones en el ámbito operacional. Para lo cual se plantea el siguiente interrogante: ¿Qué alternativas innovadoras se podrían incorporar al MPNO para contribuir el proceso de toma de decisiones y la generación de escenarios en ambientes donde reinan la incertidumbre y la complejidad? La propuesta que se presenta como respuesta –hipótesis– es que la incorporación de los conceptos de resiliencia, robustez y antifragilidad pueden ser algunas de esas alternativas.

En el capítulo 1 se aborda el primer objetivo particular, en el que se analizan los conceptos de robustez, resiliencia y antifragilidad como características distintivas de los SAC relacionadas con la capacidad de supervivencia, adaptación y evolución de dichos sistemas.

Como conclusiones de este análisis se puede resumir que, la robustez está ligada a la capacidad de los SAC de resistir variaciones, incertidumbre y perturbaciones, y aún así mantener el desempeño del sistema. La resiliencia se relaciona con la habilidad de los sistemas de recuperarse luego de un impacto o evento inesperado que produce una degradación, de tal manera de recuperar su funcionalidad original. La antifragilidad implica la capacidad de mejorar o evolucionar cuando se expone el sistema a la volatilidad, el cambio y el estrés.

Uno de los aspectos fundamentales que se extraen de este análisis es que las tres características abordadas presentan una solución a la trampa que representa un excesivo énfasis en el logro de la eficiencia. Los SAC normalmente persiguen opciones que construyen robustez, resiliencia o antifragilidad en lugar de soluciones óptimas. En otras palabras, sacrifican eficiencia en aras de fiabilidad frente a un amplio rango de condiciones desconocidas. La razón por la cual eligen este camino es que la eficiencia puede conducir a un alto grado de fragilidad, especialmente en ambientes VUCA, lo cual es indeseable para un sistema que busca sobrevivir.

Debido a que las organizaciones sociales, –tales como los Estados, las fuerzas armadas e incluso la guerra– pueden ser considerados SAC, en el capítulo 2 se aborda el segundo objetivo particular de este trabajo, donde se indaga acerca de cómo estos conceptos

pueden ser aplicados en el ámbito operacional a la toma de decisiones y el diseño de escenarios. Las conclusiones obtenidas son las siguientes.

Primero, se puede afirmar que la teoría de los SAC se utiliza actualmente para aportar enfoques innovadores, sobre la manera en que las organizaciones militares enfrentan la complejidad, la ambigüedad y la no linealidad en ambientes de alta incertidumbre.

Segundo, los métodos prospectivos y de toma de decisiones actuales presentan limitaciones y son especialmente vulnerables frente a aquello *que no se sabe que no se sabe*. En cambio, con los métodos RDM no se intenta determinar cuál será el futuro probable, sino que se busca aquella solución que cumple con los objetivos previstos, frente a la mayor cantidad de escenarios posibles. De esta manera, la RDM aparece como una forma alternativa en la investigación prospectiva para mitigar la incertidumbre y desarrollar escenarios.

Tercero, desde un punto de vista organizacional, existe la posibilidad de implementar intencionalmente en las fuerzas militares los mismos mecanismos que utilizan los SAC, con el fin de ganar robustez y resiliencia y, de esta manera, lograr una mejor capacidad de supervivencia y adaptabilidad.

Por último, se pueden aprovechar estos conceptos como base para un análisis comparativo de las organizaciones militares. De esta forma, utilizando los parámetros descritos en el capítulo 2, se podría determinar la capacidad de una fuerza militar para sobrevivir y adaptarse. La caracterización se podría efectuar a través de un espectro que va desde la fragilidad en un extremo, la robustez y resiliencia en el centro, a la antifragilidad en el otro extremo. Lo cual, significaría un enfoque adicional a la forma en que se decide al respecto de una solución militar o de una estrategia a seguir para enfrentar a un oponente.

Como conclusión final se confirma la hipótesis planteada. Los conceptos de resiliencia, robustez y antifragilidad se podrían incorporar al MPNO como alternativas innovadoras para contribuir al proceso de toma de decisiones y al diseño de escenarios en ambientes donde reinan la incertidumbre y la complejidad. De la manera más sencilla, estas nociones pueden enriquecer los mapas mentales de los decisores; de una forma más compleja, podrían incorporarse para efectuar diseño de opciones y análisis de capacidades militares desde un punto de vista novedoso.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdelzaher, T., & Kott, A. (2014). *Resiliency and Robustness of Complex, Multi-Genre Networks*. New York, Estados Unidos: Taylor & Francis Group.
- Ahmed, E. &. (2005). *An Overview of Complex Adaptive Systems*. MJM.
- Albino, D. K., Friedman, K., Bar-Yam, Y., & Glenney, W. G. (18 de marzo de 2016). *Military Strategy in a Complex World*. Recuperado el 29 de septiembre de 2020, de www.researchgate.net:
https://www.researchgate.net/publication/301857446_Military_Strategy_in_a_Complex_World
- Arciniega, J. d. (2005). La resiliencia. Una nueva perspectiva en psicopatología. *Revista de Psicodidáctica* , 61-80.
- Baretto, J. (2001). Los sistemas de simulación en el Ejército Argentino: su empleo en forma integral en el desarrollo de la capacidad operacional de la fuerza. Buenos Aires.
- Bennett, N., & Lemoine, G. J. (enero de 2014). What VUCA Really Means for You. *Harvard Business Review Home* . EEUU.
- Bertolaso, M., & Cerezo, M. (2017). *Robustez biológica*. Recuperado el 23 de agosto de 2020, de Diccionario Interdisciplinar Austral:
http://dia.austral.edu.ar/Robustez_biológica
- Borgoñon, R. M. (2017). *La antifragilidad – Esquema de su aplicación en el arte y método de diseño operacional*. Buenos Aires, Argentina: Escuela Superior de Guerra Conjunta.
- Bray, D. A. (5 de agosto de 2013). *Collective Intelligence and Knowledge Ecosystems: The Future of the U.S. Intelligence Community*. Recuperado el 21 de septiembre de 2020, de SSRN.COM: <https://ssrn.com/abstract=1303211> or
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1303211>
- Cabri, G., & Suri, N. (2014). *Adaptive, Dynamic, and Resilient Systems*. New York: CRC press.
- Capra, F. (2000). *El Tao de la física*. Chile: Sirio.
- Centro de Estudios para la Defensa Nacional Universidad de Belgrano. (2016). *Conflictos del Siglo XXI*.
- Clausewitz, C. P. (1976). *On war*. Princeton: Princeton University Press.
- Dixon, N. F. (1975). *Sobre la psicología de la incompetencia militar*. Londres: Anagrama.
- Fernandez Alfaro, J. A. (2011). El concepto de conciencia intercultural. *Ejército de tierra español* .
- Fidelis de Araujo, J. J. (2004). La simulación empleada en la evaluación de desempeño operacional y el adiestramiento para el combate. Rio de Janeiro, Brasil.
- Fitzsimmons, M. (enero de 2019). *Scenario planning and strategy in the Pentagon*. Estados Unidos: U.S. Army War College Press.
- Gómez, M. O. (2017). *La resiliencia aplicada al nivel operacional en el ambiente cibernético*. Buenos Aires, Argentina: Escuela Superior de Guerra Conjunta.

- Green, K. L. (mayo de 2011). Complex Adaptive Systems in Military Analysis. *IDA Document D-4313*. Alexandria, Virginia, Estados Unidos: Institute for Defense Analyses.
- Grisogono, A.-M., & Ryan, A. (2007). Operationalising Adaptive Campaigning. *ADAPTING C2 TO THE 21st CENTURY*. Edinburgh, Australia: Australian Department of Defence.
- Haasnot, M., Kwakkel, J. H., Walker, W. E., & ter Maat, J. (diciembre de 2013). Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world. *Global Environmental Change*. Holanda: Elsevier Ltd.
- Hamarat, C., Kwakkel, J. H., Pruyt, E., & Loonen, E. T. (Agosto de 2014). An exploratory approach for adaptive policymaking by using multi-objective robust optimization. *Simulation Modelling Practice and Theory*. Holanda: Science Direct.
- Helton, J., Johnson, J., Sallaberry, C., & Storlie, C. (2006). Survey of Sampling-Based Methods for Uncertainty and Sensitivity Analysis. *SANDIA REPORT*. California, Estados Unidos: Sandia National Laboratories.
- Hoffman, F. (2007). *Conflict in the 21st century. The rise of hybrid wars*.
- Jen, E. (2005). *Robust Design: A Repertoire of Biological, Ecological, and Engineering Case*. New York: Oxford University Press.
- Jominí, A. H. (2008). *The art of war: restored edition*. Ontario: Legacy Books Press.
- Jones, K. H. (2014). Engineering Antifragile Systems: A Change In Design Philosophy. *Procedia Computer Science 32*. Langley, Estados Unidos: NASA Langley Research Center.
- JWC, NATO. (2020). Recuperado el 23 de 09 de 2020, de The Joint Warfare Centre: <https://www.jwc.nato.int/>
- Kenny, A., Locatelli, O., & Zarza, L. (2017). *Arte y diseño operacional*. Buenos Aires: Escuela Superior de Guerra Conjunta de las Fuerzas Armadas.
- Kiesling, E. C. (septiembre-octubre de 2001). On war without the fog. *Military Review*, 85-87.
- Kitano, H. (18 de septiembre de 2007). Towards a theory of biological robustness. *National Center for Biotechnology Information*.
- Laplace, P. S. (1985). *Teoría de las Probabilidades*. Madrid: Alianza.
- Lempert, R. (2020). *Applying RDM Methods*. Recuperado el 25 de septiembre de 2020, de RAND Corporation: <https://www.rand.org/methods/rdmlab/research/applications.html#national-security->
- Lichtman, M., Vondal, M. T., Clancy, T. C., & Reed, J. H. (marzo de 2012). Antifragile Communications. *IEEE Systems Journal*.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina de España. (2010). *Concepto de conciencia cultural*. Granada.
- McChrystal, S. (2014). *TED*. Recuperado el 23 de septiembre de 2020, de www.ted.com: https://www.ted.com/talks/stanley_mcchrystal_the_military_case_for_sharing_knowledge/transcript

- Murphy, E. M. (2014). Complex Adaptive Systems and the Development of Force Structures for the United States Air Force . *Drew Paper No. 18* . Estados Unidos: Air Force Research Institute.
- Núñez, D. R. (2015). Trabajo final integrador. *Nuevos tipos de agresión en los conflictos armados* . Buenos Aires.
- Osinga, F. (2005). *Science, Strategy and War*. Amsterdam: Eburon Academic Publishers.
- PC 00-01 . (2012). *Doctrina Basica para la Acción Militar Conjunta*. Buenos Aires: Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas.
- PC 00-02. (2010). *Glosario de términos de empleo militar para la Acción Militar Conjunta*. Buenos Aires: Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas.
- PC 10-01. (2010). *Estado Mayor Conjunto del Comando de un Teatro de Operaciones*. Buenos Aires: Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas.
- PC 17-01 . (2012). *Adiestramiento Militar Conjunta*. Buenos Aires: Estado Mayor Conjunto de las Fuerza Armadas.
- PC 20-01 . (2017). *Planeamiento para la Acción Militar Conjunta*. Buenos Aires: Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas.
- PC-20-01. (2015). Planeamiento para la Acción Militar Conjunta. *Estado Mayor Conjunto de las Fuerzas Armadas* . Argentina: Ministerio de Defensa.
- Ponce Muñoz, P. (2012). Sistemas Robustos. *Revista de Marina* , 570-587.
- Ponte, G. E. (21 de abril de 2020). Inteligencia “Conjunta”. diapositiva 117. Buenos Aires, Argentina.
- Popper, S. W. (10 de septiembre de 2019). Robust decision making and scenario discovery in the absence of formal models. *Futures and Foresight Science* . Santa Mónica, Estados Unidos: RAND Corporation.
- Rollins, L. (1999). Robust Control Theory. *Dependable Embedded Systems* . Carnegie Mellon University.
- Safonov, M. G. (2 de abril de 2012). Origins of robust control: Early history and future speculations . *Annual Reviews in Control* . Los Ángeles, California, Estado Unidos: Elsevier.
- Schneider, M., & Sommers, M. (2006). Organizations as complex adaptive systems: Implications of Complexity Theory for leadership research. *The Leadership Quarterly* . Newark, New Jersey, Estados Unidos: Elsevier.
- Schoemaker, P. J. (1995). Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking. *MIT Sloan management Review* , 25-40.
- Schwarz, J. O. (20 de junio de 2013). Business wargaming for teaching strategy making. Wiesbaden, Alemania: Institute for Futures Studies and Knowledge Management.
- Tainter, J. A. (1998). *The Collapse of Complex Societies*. New York: Cambridge University Press.
- Taleb, N. (2012). *Antifragile: things that gain from disorder*. New York: Random House.

Taleb, N. N., & Douady, R. (6 de agosto de 2012). Mathematical Definition, Mapping, and Detection of (Anti)Fragility. *Quantitative Finance > Risk Management* . Ithaca, New York, Estados Unidos: Cornell University.

Taleb, N. (2007). *The black swan: the impact of the highly improbable* . New York: Random House.

Thies, D. (6 de marzo de 2017). *Shaw Air Force Base*. Recuperado el septiembre de 20 de 2020, de <https://www.shaw.af.mil/News/Article-Display/Article/1103971/the-necessity-of-failure-in-building-a-better-air-force/>

Ullman, D. G. (marzo de 2001). Robust Decision-Making for engineering. *Journal of Engineering Design* . Oregon, Estados Unidos: Department of Mechanical Engineering.

Verhulst, E. (2014). Applying systems and safety engineering principles for antifragility. *Science Direct* . Linden, Belgium.

Vigo, J. A. (6 de junio de 2001). Tesis de Maestría Historia de la Guerra. *La asistencia al Comandante desde el antiguo Egipto hasta el Estado Mayor Prusiano de 1870* . Buenos Aires.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (16 de septiembre de 2004). *Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems*. Recuperado el 29 de agosto de 2020, de Ecology and Society: <https://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>

Zilincik, S. (2020). Antifragile Adversaries: How to Defeat Them. *Military Strategy Magazine* , 32-38.