

# Equilibrio de Nash y estimaciones de las posibilidades de ocurrencia de eventos futuros

*Nash balance and estimates of the chances of future events occurring*

*Equilíbrio de Nash e estimativas das chances de ocorrência de eventos futuros*

Luiz Maurício de Andrade da Silva <sup>I</sup>

Eduardo Xavier Ferreira Glaser Migon <sup>II</sup>

Gabriel Brandello de Oliveira Haguenaer Moura <sup>III</sup>

## RESUMEN

Las decisiones se toman en entornos dinámicos o estables, en situaciones de mayor o menor riesgo. Los problemas se resuelven entonces aplicando la razón, la subjetividad de la persona que toma la decisión, o combinando ambos enfoques, siempre en función anticipada del contexto de la decisión contra la disponibilidad de tiempo para tal decisión. Este artículo presenta una propuesta para aplicar la teoría del Equilibrio de Nash en situaciones de decisión rápida. A partir de dos casos hipotéticos, se presentan adaptaciones, ajustes y complementos a la teoría del equilibrio que dilucidan la viabilidad de aplicar esta teoría en situaciones de toma de decisiones rápidas, en entornos dinámicos del sector de Defensa. En conclusión, las adaptaciones y propuestas con potencial para perfeccionar las decisiones en el sector de defensa se hacen en situaciones que requieren este tipo de deliberación.

**Palabras clave:** Decisiones rápidas. Incertidumbres. Sector de Defensa. Equilibrio de Nash.

## ABSTRACT

*Decisions are made in dynamic or stable environments, in situations involved in greater or lesser risk. The problems are then solved with the application of*

*reason, subjectivity of the decision-maker, or the combination of both approaches, always depending on anticipations about the context of the decision in the face of time availability for such a decision. This article presents a proposal for the application of the Nash Equilibrium theory in situations of quick decisions. Based on two hypothetical cases, adaptations, adjustments and complements to the theory of balance are presented that elucidate the feasibility of applying this theory in situations of quick decision-making, in dynamic environments in the Defense sector. In conclusion, adaptations and proposals with potential for improvement of decisions in the Defense sector are made, in situations that require this type of deliberation.*

**Keywords:** Quick decisions. Uncertainties. Defense Sector. Nash Equilibrium.

## RESUMO

*As decisões são tomadas em ambientes dinâmicos ou estáveis, em situações envoltas em maior ou menor risco. Os problemas são, então, resolvidos com a aplicação da razão, da subjetividade do decisor, ou com a conjugação de ambas as abordagens, sempre em função de antecipações sobre o contexto da decisão defronte à disponibilidade de tempo para tal decisão. Este artigo apresenta uma proposta de*

I. Academia de la Fuerza Aérea – (AFA) – Pirassununga/SP – Brasil. Doctor en Administración por la PUC-SP. Email: lma28@uol.com.br

II. Escuela de Comando y Estado Mayor del Ejército – (ECEME) – Rio de Janeiro/RJ – Brasil. Doctor en Administración por la FGV-RJ. Email: eduardomigon@gmail.com

III. Universidad de la Fuerza Aérea – (UNIFA) – Río de Janeiro/RJ – Brasil. Máster en Ciencias Aeroespaciales por la UNIFA. Email: brandello@gmail.com

Recibido: 07/08/18

Aceptado: 28/11/18

Las siglas y abreviaturas contenidas en el artículo corresponden a las del texto original en lengua portuguesa.

*aplicação da teoria do Equilíbrio de Nash em situações de decisões rápidas. A partir de dois casos hipotéticos, apresentam-se adaptações, ajustes e complementos à teoria do equilíbrio que elucidam a viabilidade da aplicação dessa teoria em situações de tomadas de decisões rápidas, em ambientes dinâmicos no setor de Defesa. Concluindo, são realizadas adaptações e propostas com potencial para aperfeiçoamento das decisões no setor de Defesa, em situações que exijam esse tipo de deliberação.*

**Palavras-chave:** *Decisões rápidas. Incertezas. Setor de Defesa. Equilíbrio de Nash.*

## 1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo reforzar los argumentos a favor de ampliar el uso de la teoría del equilibrio de John F. Nash en las estimaciones de las posibilidades de ocurrencia de eventos futuros, especialmente en situaciones en las que hay escasez de tiempo para la decisión y donde el Sistema 1 (pensamiento intuitivo) (STANOVICH; WEST, 2000) puede incorporarse al método de decisión utilizado (KAHNEMAN, 2011).

Este refuerzo a favor de la teoría del Equilibrio de Nash se iniciará mediante dos hipotéticos experimentos, a saber: el Caso SISFRON (MOURA; SILVA, 2006), siendo esta una adaptación del caso Boeing versus Airbus (BESANKO; DRANOVE; SHANLEY, 2000), y el “Caso Abbottabad” (FRIEDMAN; ZECKHAUSER, 2014).

Es importante señalar que el caso Boeing versus Airbus presenta soluciones para elecciones en las que el beneficio es la base de la decisión, mientras que los casos utilizados en este trabajo como experimentos de la metodología (Caso SISFRON y Caso Abbottabad) cambian la dirección del análisis, apuntando más en la dirección de la defensa nacional.

Una vez expuesto en la siguiente sección, el problema en la pantalla, sus objetivos y la hipótesis orientadora, comienza el fundamento teórico pertinente, a saber: (i) la teoría de las decisiones, centrándose en el interés inmediato del presente trabajo y (ii) la teoría del Equilibrio de Nash. El primer punto tratará las ramificaciones de las teorías de decisión, como los árboles de decisión rápida. Después de la revisión de la literatura, los dos hipotéticos experimentos, discusiones y conclusiones se presentan.

## 2 PROBLEMA, OBJETIVOS Y HIPÓTESIS

El problema que se aborda en este artículo es el de las decisiones rápidas. Decisiones rápidas (GIGERENZER; GOLDSTEIN, 1996) forman parte de la rutina de una de las profesiones relacionadas con los asuntos de defensa, la profesión militar. Uno de los corolarios de las decisiones

rápidas es la necesaria combinación, en serie o en paralelo, de sistemas de pensamiento intuitivos (sistema 1) y estructurado (sistema 2).

El objetivo principal de este trabajo es poner de relieve la aplicación plausible de la teoría del Equilibrio de Nash en situaciones como las enumeradas en el párrafo anterior. Los objetivos secundarios son aumentar las estrategias para el perfeccionamiento de las decisiones, lato sensu, mediante la calibración de los métodos de decisión clasificados como híbridos (VIANNA 1982, 1989; SILVA, 2000), cuando las estimaciones de las probabilidades subjetivas son iguales o mayores que las distribuciones de probabilidades objetivas (STEVENSON, 1986).

El presupuesto de este trabajo es que la teoría del Equilibrio de Nash, además de presentarse como una aplicación plausible en situaciones de decisión rápida, debe clasificarse también como un instrumento preferente para la solución de árboles de decisión rápida, en los que las incertidumbres deben cuantificarse de manera consistente, aunque no hay suficiente tiempo de decisión para una estructuración total, es decir, para estimar las probabilidades de todas las variables implicadas en la decisión y las debidas distribuciones de probabilidad. Así pues, incluso antes de la discusión de los resultados de los trabajos, y aún lejos de sus conclusiones, es necesario afirmar que la definición coherente del término aplicabilidad, utilizada anteriormente, se refiere únicamente a las indicaciones iniciales sobre el mejor curso de acción a seguir en la decisión rápida que se adopte.

## 3 REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 3.1 Teoría de la decisión y su vertiente de decisión por vía rápida

La teoría de la decisión puede clasificarse en dos grandes ramas: la rama de las decisiones tomadas en condiciones de mayor control y mayor previsibilidad, y la rama de las decisiones tomadas en condiciones de menor control y mayor incertidumbre. La incertidumbre - o el grado de desconocimiento en su sentido más fuerte - siendo una de las características del entorno en el que las operaciones contemporáneas de Defensa se llevan a cabo, es bajo la segunda rama que este trabajo se presenta.

De modo que las decisiones en condiciones de incertidumbre implican el estudio de las probabilidades de reducir el grado de desconocimiento sobre el origen de las amenazas. Probabilidades objetivas y subjetivas.

En cuanto a las probabilidades objetivas tomaremos como referencia la tradición “frecuencialista” – estimativas de futuro con base en frecuencias pasadas – específicamente la teoría de decisión bayesiana (STEVENSON, 1986; SILVA, 2004).

La teoría de decisión bayesiana, La teoría de la decisión de Baysean, publicada después de la muerte de su autor Thomas Bayes en 1763, es un criterio de estimación de la probabilidad en el que las estimaciones se renuevan sobre la base de nuevas evidencias relacionadas con el acontecimiento estimado. Un médico puede revisar las estimaciones de probabilidad de que un paciente - incluso siendo miembro de un grupo de riesgo específico para un cierto tipo de cáncer- realmente tienen cáncer, después de presentar los resultados negativos en las pruebas de imagen para la enfermedad.

En cuanto a las probabilidades subjetivas, tomaremos como referencia las decisiones rápidas, en las que el peso de las opiniones subjetivas es relevante y debe ser calibrado coherentemente (VIANNA, 1982, 1989; SILVA, 2000). Todo ello bajo el pretexto de un corto tiempo de decisión e información limitada disponible para la toma de decisiones.

Las decisiones rápidas se definen como las que se toman en situaciones de escasez de tiempo, incertidumbre en cuanto a las mejores elecciones y consecuencias resultantes de elecciones con potencial para un impacto positivo/negativo de grado significativo (KLEIN, 2000; GIGERENZER, 2002; GAWANDE, 2010; KAHNEMAN, 2011).

Presentamos como marcadores de nuestras elecciones dos sistemas de pensamiento (STANOVICH; WEST, 2000). El sistema 1, intuitivo, que es más rápido y próspero para todos nosotros, pero se basa en nuestro repertorio de experiencias anteriores. Cuanta más experiencia, mayores son las posibilidades de aplicar con éxito el sistema 1. Y el sistema 2, estructurado y basado en los postulados de la lógica instrumental, que depende de más tiempo para una ejecución exitosa. Es importante reforzar que para un uso más coherente del sistema 1, el agente de decisión debe tener suficiente experiencia en el tema, para que pueda decidir basado en su intuición (GIGERENZER, 2009).

Los entornos estables no son aquellos que carecen de incertidumbres y riesgos (amenazas), sino aquellos en los que tales amenazas son bien conocidas. Podemos ejemplificar estos ambientes como los que forman parte de las actividades de los médicos y pilotos de aviones, esto porque, aunque inicialmente transmiten la idea de inestabilidad, se

tiene conocimiento de las numerosas amenazas y riesgos rutinarios. Y en estos entornos, donde las decisiones deben tomarse a corto plazo, los árboles de decisión rápida<sup>1</sup> se presentan como la herramienta más prometedora.

Una de las ramas más aceptadas de la teoría de la decisión, para el delineamiento de árboles de decisión rápida, donde la nueva información puede alterar el “diseño” de futuras estimaciones, es la teoría de decisión bayesiana (GIGERENZER, 2002)

### 3.2.3.2 Teoría del Equilibrio de Nash

La teoría del Equilibrio de Nash presenta como eje principal del argumento la idea de que dos agentes no alcanzarán el nivel ideal en sus variables objetivo si cada uno mantiene la estrategia de maximizar sus preferencias.

Uno de los experimentos más recurrentes utilizados para ilustrar tal situación es el llamado “el dilema del prisionero”<sup>2</sup>.

La teoría del equilibrio de Nash presenta la siguiente notación matemática: considera un juego  $(S, f)$  con  $n$  participantes donde  $S_i$  es el conjunto de alternativas posibles para cada participante  $i$ ,  $S=S1X S2...X Sn$  y  $f=[f1(x), ..., fn(x)]$  es la función de *payoff*, o de consecuencias posibles. De manera que el equilibrio previsto por Nash se daría en el conjunto  $x^* \in S$  es decir a  $\forall i, xi, \in Si, xi \neq x^*i : fi(x^*i, x^*-i) \geq fi(xi, x^*-i)$ .

Besanko et al. (2000) presentaron un ejemplo hipotético muy interesante sobre la aplicación de la teoría del Equilibrio de Nash en una disputa entre los dos mayores fabricantes de aviones de pasajeros, Boeing y Airbus. La decisión básica que debe tomarse en este caso se resume en dos entradas<sup>3</sup>, que es lanzar o no lanzar el avión de gran capacidad, lo que resulta en una matriz de cuatro entradas. Ejemplo donde se demostró que el equilibrio se produciría en la situación en que los dos fabricantes lanzaran sus aviones *wide-bodies*, que de hecho se produjo unos años después de que se presentara el hipotético ejemplo. La tabla 1 presenta los *payoffs* de la situación hipotética sugerida por Besanko et al. (2000), en que en el cuadrante marcado aparece el equilibrio de Nash.

**Cuadro 1:** Caso Boeing versus Airbus.

	AIRBUS NO LANZA	AIRBUS LANZA
BOEING NO LANZA	\$18, \$18	\$15, \$20
BOEING LANZA	\$20, \$15	\$16, \$16

**Fuente:** Adaptado de Besanko et al. (2000). Valores en millones de dólares anuales, siendo con las primeras cifras en la línea correspondiente a los beneficios netos de Boeing, las segundas cifras correspondientes a los beneficios netos de Airbus.

<sup>1</sup> Para más detalles sobre los fundamentos teóricos y la aplicación de los árboles de decisión rápida, véase: SILVA, 2013.

<sup>2</sup> El autor fue el profesor de John Nash, Albert William Tucker (1905-1995).

<sup>3</sup> La lógica matricial respeta el axioma  $n^2$ , en que  $n$  es el número de opciones existentes para la decisión básica.

## 4 EXPERIMENTOS HIPOTÉTICOS

Como dijimos antes, la metodología de este trabajo se desarrollará a través de dos experimentos hipotéticos, el Caso SISFRON (MOURA; SILVA, 2006) y el Caso Abbottabad (FRIEDMAN; ZECKHAUSER, 2014).

### 4.1 Caso SISFRON

El Caso SISFRON (MOURA; SILVA, 2006) es una adaptación del Caso Boeing versus Airbus (citado anteriormente) en que se utilizan la teoría de Equilibrio de Nash, agregada del método *rollback* de decisión<sup>4</sup>, cuya principal estrategia es optimizar las posibles elecciones del oponente antes de que cada parte haga sus propias elecciones. Esto se hace mediante la resolución de un árbol rápido de decisiones al revés para anticipar las decisiones del oponente, y no es necesario discutir sobre su aplicabilidad práctica en el sector de defensa. También es importante señalar el carácter reductor de las opciones de decisión, sin tener que recurrir a recursos estadísticos como el análisis de factores (HAIR et al., 1987). El método también permite la identificación de la dominancia<sup>5</sup> entre las alternativas, sin necesidad de ninguna notación matemática o de preferencia (GOODWIN; WRIGHT, 2009).

Otro aspecto importante de la adaptación realizada por los autores es el hecho de que se había elaborado para ilustrar una situación hipotética de conflicto entre dos países, el “País Alfa” y el “País Bravo”, que tendría como alternativas una matriz de tres entradas, y no dos más, lo que da lugar a un cuadro con una gama de nueve alternativas. La decisión básica implica las alternativas de “no invertir en las fuerzas armadas”; “invertir en la protección de las fronteras”; e “invertir en las fuerzas armadas”.

El País Alfa tiene frontera con el mar, por lo que posee un gran potencial marítimo, como la exploración de petróleo en aguas profundas y el acceso a importantes mercados de exportación. El País Bravo limita con el País Alfa, pero no tiene acceso al mar. El País Bravo tiene en la exploración de petróleo su principal fuente de riqueza y podría reducir sustancialmente sus costos de flete, si el flujo de su producción se produce por mar. Ambos países están endesarrollado, y tienen un historial de naciones

pacíficas. No tienen fuerzas armadas, sólo una fuerza central, con un papel de policía y responsable de mantener la soberanía.

Aunque no hay historia de conflicto armado entre los países Alfa y Bravo, estas naciones han comenzado a presentar una actitud más agresiva de relación, debido a los intereses estratégicos que cada uno tiene en los recursos naturales del otro.

A partir de este contexto, el País Alfa comienza a analizar la necesidad de hacer inversiones en la creación de sus fuerzas armadas, anticipando una posible escalada de las relaciones con su vecino o incluso posibles conflictos bélicos. País Bravo, a través de sus servicios de inteligencia, ha encontrado pruebas de posibles decisiones de inversión en armamento del País Alfa.

Así pues, una vez agotadas todas las posibilidades de negociación directa entre los países, incluso a través de organismos multilaterales, los gobernantes de ambos países se enfrentan a una compleja decisión, que presenta – al menos – las siguientes alternativas para ambas partes: (i) no invirtiendo en las fuerzas armadas, pero tratando de mantener buenas relaciones diplomáticas con el vecino; (ii) invertir sólo en una mayor protección de sus fronteras, demostrando precauciones y una fuerte voluntad de defender su soberanía; (iii) invirtiendo masivamente en el desarrollo de las fuerzas armadas, preparándose para los conflictos abiertos.

La tabla 2 presenta una estimativa – realizada por el País Alfa – de los porcentajes de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de cada país, en cada una de las alternativas discutidas anteriormente.

Es importante destacar dos aspectos clave que intervienen en la solución de este árbol de decisiones rápidas. Primero, tenemos en el cuadrante central, marcado en gris, el punto en el que el equilibrio de Nash se daría. En segundo lugar, es necesario aclarar algunas cuestiones relativas a la decisión óptima para el “País Alfa”, utilizando el método *rollback*. Para ello, considere el árbol de decisiones (Figura 1).

Cabe señalar que la mejor opción estratégica para el País Alfa sería invertir en las Fuerzas Armadas, ya que esta alternativa tiene el mayor valor de PIB (4,8%) para el país, descartando las alternativas más débiles para el País Bravo.

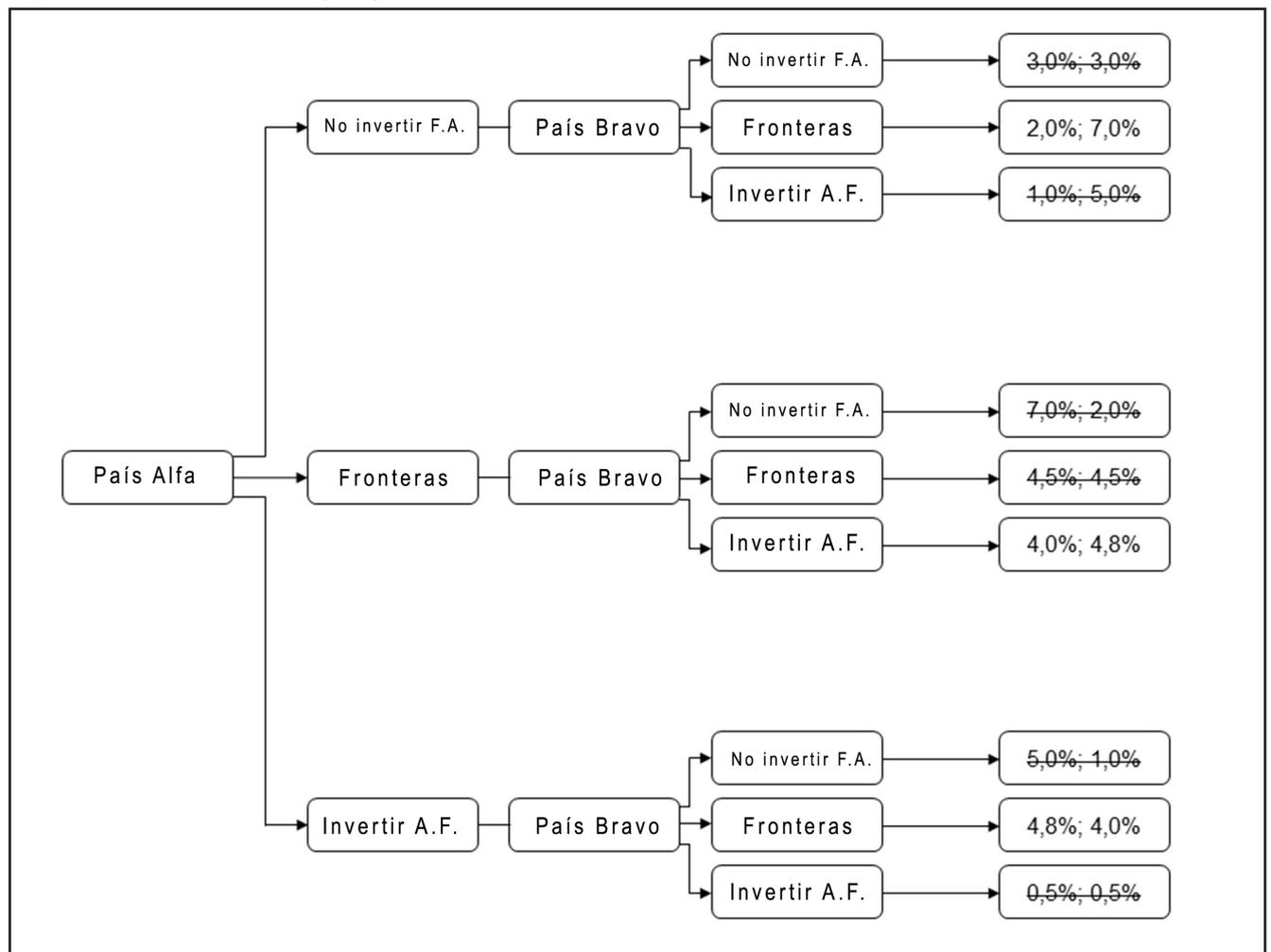
<sup>4</sup> Aun que el método *rollback* se elucida en esta sección, para su estudio posterior sugerimos el trabajo de Goodwin y Wright (2009).

<sup>5</sup> Se observan en la figura 1 los valores rayados, que representan su sumisión a los valores dominantes. En este caso, los valores dominantes para País Bravo, una vez aplicado el método *rollback*.

**Cuadro 2** – Estimativas realizadas por el País Alfa.

	<b>País Bravo:</b> No invertir en Fuerzas Armadas	<b>País Bravo:</b> Invertir en la protección de las fronteras	<b>País Bravo:</b> Invertir en Fuerzas Armadas
<b>País Alfa:</b> No invertir en Fuerzas Armadas	3,0%; 3,0%	2,0%; 7,0%	1,0%; 5,0%
<b>País Alfa:</b> Invertir en la protección de las fronteras	7,0%; 2,0%	4,5%; 4,5%	4,0%; 4,8%
<b>País Alfa:</b> Invertir en Fuerzas Armadas	5,0%; 1,0%	4,8%; 4,0%	0,5%; 0,5%

**Fuente:** Los autores (2017). Valores porcentuales de crecimiento del PIB, siendo los primeros valores de cada línea referidos al país Alfa y los segundos valores referidos al país Bravo.

**Figura 1** – Árbol de decisión rápida por el método rollback.

**Fuente:** Los Autores (2017).

A nuestro entender, estas herramientas, tanto la teoría del Equilibrio de Nash, se desarrolló a partir de árboles de decisión rápida, en cuanto al método de optimización *rollback* deberían, por su simplicidad y empirismo, ser incluidas en la lista de técnicas de estimación de probabilidad utilizadas en las operaciones militares en el Brasil. O, como se acuerda en el título de este trabajo, las técnicas de estimación de las posibilidades de ocurrencia de eventos futuros en los escenarios preparados por nuestras fuerzas armadas.

Pasemos al segundo de los hipotéticos experimentos propuestos para este trabajo.

**4.2 Caso Abbottabad**

Friedman y Zeckhauser (2014), refiriéndose a la operación de captura y muerte de Osama Bin Laden, ocurrida en Abbottabad, en abril de 2011, dicen que el entonces presidente de los EE.UU. Barack Obama había expresado su incomodidad con la situación en la oficina de crisis justo antes de que la misión militar se llevara a cabo.

Esa incomodidad se derivaría de las diferentes estimaciones de probabilidades que están haciendo los distintos miembros de la oficina de crisis con respecto a las posibilidades de que el terrorista estuviera incluso viviendo en la residencia pakistaní que iba a ser invadida. Y cuya decisión final dependería del presidente.

Aun así, según Friedman y Zeckhauser (2014), la oficina de crisis era entonces compuesta (i) por Red Team de la Casa Blanca, un equipo que hizo el papel de “abogados del diablo”; (ii) por el Director de Inteligencia del Congreso norteamericano, Diputado Michael Morell; (iii) por el líder de la CIA, Mark Bowen; y (iv) por los demás integrantes de la oficina de crisis, como la secretaria de Estado y otros agentes de defensa nacional.

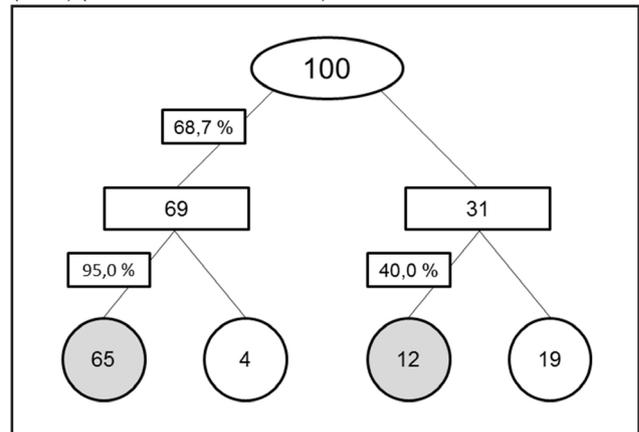
Las estimaciones de probabilidad elaboradas con respecto a las posibilidades de que Bin Laden viviera realmente en esa residencia habrían sido: el 40% en la opinión de Red Team; el 60% en la opinión del Diputado Director de Inteligencia; el 95% en la del líder de la CIA; y el 80% en la de los demás integrantes de la oficina de crisis. Entonces el presidente habría declinado confundirse al no saber qué hacer con todas esas estimaciones. ¿Tomar un promedio simple o un promedio ponderado? ¿Y qué hay de los matices detrás de cada una de las ponderaciones realizadas, dados los diferentes perfiles profesionales en esa oficina? ¿Cómo comparar la estimación más fiable con las nuevas evidencias?

Exactamente en el sentido de contribuir a estas preguntas, si no ayudar a encontrar las respuestas, al menos al destacar la aplicabilidad práctica de algunas herramientas, como el Equilibrio de Nash y los árboles de decisión

rápida, entendemos que estos hipotéticos experimentos están justificados. Esta vez, en esta sección, proponemos una variante de la teoría del Equilibrio aplicado a los árboles de decisión rápida, como las frecuencias naturales de Gigerenzer (2002). Se utiliza para renovar las estimaciones de posibilidades basadas en nuevas pruebas, dentro del marco teórico de la tradición Bayesiana.

Para ello sugerimos la figura 2, que debe ser interpretada según los postulados de las frecuencias naturales de Gigerenzer (2002 apud SILVA, 2004). Según la teoría de las frecuencias naturales, tendríamos el promedio de las opiniones de los miembros de la oficina de crisis como tasa básica de referencia, el 68,7%. La estimación más favorable, que Bin Laden estaba en la casa - y más fundamentada en términos de probabilidad subjetiva (VIANNA, 1982, 1989) – se toma como una declaración positiva para la decisión que se tome (95%). Y la estimación más pesimista (40%) se toma como el falso positivo (Bin Laden no estaría en la casa).

**Figura 2 -** Árbol de decisión rápida por el método de Gigerenzer (2002) (de frecuencias naturales).



**Fuente:** Los autores (2017).

Explicando la Figura 2, se tiene el 68,7% el promedio de las opiniones que, para ajustes de cálculo, será considerado el 69%. De esa manera, tendríamos el 69% de posibilidades de que Bin Laden estuviera en el lugar y el 31% de que no lo estuviera. Por lo tanto, según el postulado, usaremos el 95% (estimación más favorable) para el promedio de las opiniones y el 40% (estimación más pesimista) para la probabilidad de que Osama no esté en la casa. El resultado encontrado sería a=65 (95% de 69) y b=12 (40% de 31).

Así, para llegar a la estimación que se presentaría al presidente de los EE.UU. sobre las posibilidades de que Bin Laden estuviera en la residencia en el momento de la invasión, sin hacer caso omiso de las opiniones de cualquiera de los miembros de oficina de crisis, según los postulados de Gigerenzer (2002), sería dada por la fórmula (a/a+b). Se considera a=65 e b=12 (las más altas probabilidades encontradas en cada sesgo, positivo y pesimista), resultando

en una única estimación única que se presentaría al Presidente, del 84,4% ( $a / a+b$ ) de probabilidad de que Osama Bin Laden estuviera en la residencia del objetivo. En otras palabras, la probabilidad de que se transmita a la persona que toma las decisiones, en el caso del Presidente de los EE.UU., sería del 84,4% de que Osama Bin Laden esté en la casa que se está ocupando. Friedman y Zeckhauser (2014) se refieren a la importancia de proporcionar estimaciones únicas a los responsables de la toma de decisiones.

## 5 DISCUSIÓN

La cuestión central, sobre la que se pretende reflexionar, es la de la toma rápida de decisiones, con el propósito colateral de introducir posibles enfoques en el proceso de toma de decisiones asociado a las cuestiones de Defensa y las operaciones militares. Se asumió que las decisiones militares se toman rutinariamente tanto bajo restricciones ambientales (entorno de incertidumbre) como de tiempo (escasez de este). Esto se debe a que, considerando una situación de necesidad de uso de las fuerzas militares, los responsables de la toma de decisiones pueden no conocer en detalle el alcance de las amenazas en paralelo con la necesidad de respuesta en un corto espacio de tiempo. Se estimó que la adopción de técnicas específicas para modelar el proceso de decisión puede favorecer la toma de decisiones en sí misma, ya que cooperan con una mejor integración de los procesos cognitivos involucrados. En otras palabras, se estimó que ciertas técnicas favorecen la integración del proceso de decisión basado en la experiencia personal y profesional con el proceso basado en la lógica y el cálculo racional.

También se constató brevemente que las técnicas son factibles, es decir, que pueden utilizarse en contextos de decisión típicos del ámbito de Defensa, y con el apoyo de éstas es posible llegar a soluciones estructuradas. Esta afirmación se ratifica observando los casos estudiados, en los que se demostró que se puede resolver eficazmente con el uso de las técnicas propuestas en este trabajo.

También se constató que las técnicas brevemente descritas son de posible interés para la labor de planificación, en particular a nivel táctico, que es a la vez menos complejo y exige decisiones más rápidas, o a cualquier nivel cuando la cuestión central es la adopción de decisiones con insuficiente conocimiento y rapidez.

Al reflexionar sobre la base de los breves estudios de casos, es posible ver que la complejidad analítica crece exponencialmente. Cada nueva variable intermedia añadida al proceso aumenta significativamente el proceso de estimación y, en consecuencia, la toma de decisiones. Esto significa que hay una necesidad de mantener reducir el número de variables que se examinan para aprovechar mejor el potencial de las técnicas sin perder de vista el elemento central que se estudió: las decisiones rápidas.

## 6 CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron algunas aplicaciones hipotéticas de la teoría del equilibrio de Nash, con adaptaciones que demostraron su aplicabilidad práctica a las operaciones y decisiones tácticas en el sector de Defensa.

Inicialmente se presentaron como un problema y como una aclaración y comprensión inicial algunas cuestiones relativas a las decisiones rápidas, destacando la diferenciación entre los sistemas de decisión 1 y 2, intuitivos y estructurados, respectivamente, así como comentando las aplicaciones de estos sistemas en las decisiones sobre cuestiones militares.

Como objetivo principal de demostrar la aplicación práctica de la teoría del Equilibrio de Nash en decisiones rápidas en materia de Defensa, se observa que, debido a situaciones simuladas, dicha teoría ha demostrado su eficacia, contribuyendo al estudio continuo y a las posibles aplicaciones reales por parte de las Fuerzas Armadas y los responsables de la toma de decisiones en el ámbito de Defensa.

Se nota la confirmación de los presupuestos de que la teoría del Equilibrio de Nash, además de presentarse como plausible de aplicar en situaciones de decisión rápida, debería también clasificarse como un instrumento preferente para la solución de los árboles de decisión rápida. En el caso SISFRON, Aplicando la teoría del Equilibrio de Nash en una hipotética disputa entre dos países, se comprueba el acierto de la aplicación de la teoría y su simulación, ya que las Fuerzas Armadas Brasileñas comenzaron a invertir en la protección de sus fronteras, lo que se confirma con las inversiones en el programa SISFRON y las crecientes operaciones militares en las zonas fronterizas. Esta decisión de invertir en la protección de sus fronteras fue también la indicación más probable señalada por la teoría del Equilibrio de Nash.

Por otra parte, el Caso Abbottabad contribuyó a poner de relieve la aplicabilidad práctica de las herramientas de apoyo a la decisión, presentando las frecuencias naturales de Gigerenzer (2002) como una variante de la teoría del equilibrio aplicada a los árboles de decisión rápida. Así, analizando los resultados propuestos y conociendo la historia real relacionada con el hecho narrado, se puede ver que esto podría haber sido una herramienta más efectiva para ayudar a la toma de decisiones.

Así pues, podemos considerar que el análisis de las estimaciones de las posibilidades de acontecimientos futuros, basado en las teorías y supuestos presentados en este trabajo, puede ser de gran valor para los responsables de la toma de decisiones en el ámbito de Defensa, debido a las características y la importancia de las cuestiones implicadas.

## REFERENCIAS

BESANKO, D.; DRANOVE, D.; SHANLEY, M. **Economics of strategy**. New York: John Wiley & Sons, 2000.

FRIEDMAN, J. A.; ZECKHAUSER, R. Handling and mishandling estimative probability: likelihood, confidence and the search for Bin Laden. **Intelligence and National Security**, v. 30, n. 1, p. 77-99, 2014. DOI: 10.1080/02684527.2014.885202.

GAWANDE, A. **The checklist manifesto: how to get things right**. New York: Picador, 2010.

GIGERENZER, G. **O poder da intuição: o inconsciente dita as melhores decisões**. Rio de Janeiro: Best Seller, 2009.

GIGERENZER, G. **Reckoning with risk: learning to live with uncertainty**. London: Penguin Books, 2002.

GIGERENZER, G.; GOLDSTEIN, D. G. Reasoning the fast and frugal way: models of bounded rationality. **Psychological Review**, v. 103, n. 4, p. 650-669, 1996. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199744282.003.0002.

GOODWIN, P.; WRIGHT, G. **Decision analysis for management judgment**. 4 ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2009.

HAIR, C.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis with readings**. New York: Macmillan, 1987.

KAHNEMAN, D. **Thinking, fast and slow**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

KLEIN, G. **Sources of power: how people make decisions**. Cambridge: MIT Press, 2000.

MOURA, G. B. O. H.; SILVA, L. M. A. **Caso Brandello: estudo de caso elaborado na Academia da Força Aérea**. Pirassununga, SP, 2006. (Relatório não publicado).

SILVA, L. M. A. Critérios de decisão na Academia da Força Aérea: conjugação de abordagens em função da teoria prospectiva. **Revista Conexão SIPAER**, v. 4, n. 2, p. 116-129, 2013. ISSN: 2176-7777.

SILVA, L. M. A. **Instrumentalização do planejamento estratégico: aplicação no setor aeroviário comercial brasileiro**. 2000. 181 p. Tese (Doutorado em Administração) – FEA/USP, São Paulo, 2000.

SILVA, L. M. A. **Tomada de decisões em pequenas empresas**. São Paulo: Cobra Editora, 2004.

STANOVICH, K. E.; WEST, R. F. Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate? **Behavioral and brain sciences**, v. 23, n. 5, p. 654-665, 2000. DOI: 10.1017/S0140525X00003435.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harbra, 1986.

VIANNA, N. W. H. **A subjetividade no processo de previsão**. 1989. Tese (Doutorado em Administração e Contabilidade). FEA/USP, São Paulo, 1989.

VIANNA, N. W. H. **Probabilidade subjetiva e o júri de especialistas**. 1982. 84 p. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – FGV, São Paulo, 1982.