

Oportunidades y desafíos de tecnologías emergentes

La importancia de la industria aeroespacial para Brasil

PETERSON FERREIRA DA SILVA, PhD

Una serie de innovaciones y tecnologías están transformando los negocios, la economía y la vida en la sociedad a escala global. Nuevas tecnologías traen oportunidades y vulnerabilidades para los países más desarrollados y al mismo tiempo contribuyen a aumentar la brecha tecnológica hacia los países en vías de desarrollo, especialmente en lo que se refiere a los campos de la seguridad y la defensa nacional.

En la actualidad, entre las tecnologías denominadas emergentes o disruptivas están, por ejemplo, la robótica avanzada, la Internet de las Cosas (*Internet of Things-IoT*), la fabricación aditiva por impresora en tres dimensiones (*3D printing*), los vehículos autónomos (*autonomous vehicles*), la realidad aumentada y virtual (*augmented and virtual reality*) y la inteligencia artificial (*artificial intelligence-AI*).¹

Estas tecnologías también están trayendo oportunidades para la seguridad y la defensa de varios países. Por un lado, se han abierto nuevas posibilidades a las fuerzas armadas más modernas del mundo. Los entornos de entrenamiento de simulaciones constructivas, virtuales y en vivo (*Live-Virtual-Constructive-LVC*), por ejemplo, ofrecen escenarios virtuales de alta fidelidad y con un uso intensivo de productos comerciales estandarizados (*Commercial Off-the-Shelf-COTS*), colaborando para la reducción de costos y para la mayor efectividad en el entrenamiento de pilotos.² Las herramientas basadas en grandes volúmenes de datos (*Big Data*) y en Inteligencia Artificial (*Artificial Intelligence-AI*) ofrecen análisis más detallados de diversas cuestiones, variando desde la gestión del ciclo de vida de las aeronaves a la planificación de campañas militares enteras.³ Las investigaciones que involucran las pruebas de pequeños vehículos aéreos no tripulados (*Drone Swarm*) están evolucionando rápidamente, siendo que en el futuro próximo, incluso podrán ser empleados en ambientes urbanos bajo el mando de las fuerzas terrestres.⁴ El desarrollo de las impresoras 3D ya indica interesantes alternativas logísticas en términos de plazos, escalas de producción y costos.⁵

Cuando se consideran en conjunto, se observa que estas nuevas tecnologías refuerzan el incremento entre sí. La Oficina de Investigación Naval (*Office of Naval Research*) de Estados Unidos, por ejemplo, en el 2018 firmó un contrato con la empresa *Lockheed Martin* para explorar cómo el aprendizaje automático (*Machine*

Learning) y la Inteligencia Artificial pueden hacer que las impresoras 3D se vuelvan más confiables, ahorrando horas de inspecciones después de la producción.⁶ En el Reino Unido, iniciativas como el Acelerador de Defensa y Seguridad (*Defence and Security Accelerator-DASA*) están financiando innovaciones con potencial para la seguridad y la defensa nacional, como investigaciones en el área de análisis de comportamiento (*Behavioural Analytics*), utilizando la amplia cantidad de datos generados por el avance de las tecnologías de información y comunicación (*Technologies of Information and Communication-TIC*), las cuales son explotadas por los avances obtenidos en *Big Data* e inteligencia artificial.⁷

Por otro lado, esas mismas tecnologías disruptivas abren una nueva gama de vulnerabilidades y amenazas. La proliferación de tecnologías avanzadas de misiles, el rápido desarrollo de la guerra electrónica y, especialmente, el crecimiento del campo cibernético ya son desafíos conocidos por las principales potencias. El problema es que el incremento de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la computación cuántica promete catalizar el ambiente de amenazas. Así, la utilización de AI para el perfeccionamiento de misiles trae efectos hasta en el campo de la disuasión nuclear.⁸ En breve, radares y satélites basados en el radar cuántico (*Quantum Radar*) pueden constituir una gran amenaza para las más modernas aeronaves que poseen tecnologías furtivas (*stealth*).⁹

Es en este contexto es que las principales potencias han invertido intensamente en esas nuevas tecnologías con el propósito de intentar acompañar la avalancha de transformaciones. Francia, por ejemplo, planea invertir US\$1,85 mil millones en AI hasta 2022.¹⁰ En el Reino Unido, se calcula que cerca de US\$ 1.400 millones serán asignados en ese segmento como resultado de una asociación que involucra a inversores japoneses y canadienses.¹¹ Estados Unidos lanzó en septiembre de 2018 la ley Nacional de Iniciativa Cuántica (*National Quantum Initiative Act*), con el objetivo de acelerar las investigaciones en ese sector teniendo en cuenta su importancia para el futuro de la economía y la seguridad nacional.¹² Alemania ya anunció la creación de una organización federal similar a la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (*Defense Advanced Research Projects Agency-DARPA*) estadounidense, a fin de explorar tecnologías avanzadas de defensa, como la cibernética.¹³ En Rusia, el presidente Vladimir Putin llegó a afirmar que quien domine la IA “gobernará el mundo”, mientras que las inversiones en ese segmento en el país giran en torno a los 12,5 millones de dólares al año.¹⁴ Sin embargo, el énfasis especial es la ambición de China en convertirse en líder mundial en AI en 2030, buscando desarrollar todo un sector industrial dedicado a ese campo calculado en unos US\$45.000 mil millones de dólares.¹⁵

Brasil ante la cuestión del creciente *gap* tecnológica

Si acompañar estos cambios profundos en los campos de la seguridad y la defensa nacionales es un gran desafío para las principales potencias militares, ¿qué están haciendo las fuerzas armadas de países como Brasil ante estas complejas transformaciones tecnológicas?

Los esfuerzos brasileños en abordar de forma más sistemática los pasos dados en Ciencia, Tecnología e Innovación (CT&I) en los sectores militares y civiles ganaron un nuevo aliento tras la creación en 1999 del ministerio de defensa. En 2003, por ejemplo, se lanzó el documento “Concepción Estratégica: Ciencia, tecnología e innovación de interés de la defensa nacional”. Una de las aportaciones de este trabajo fue definir 23 tecnologías clasificadas como de “interés de la defensa nacional”: (1) fusión de datos; (2) microelectrónica; (3) sistemas de información; (4) radares de alta sensibilidad; (5) entorno de sistemas de armas; (6) materiales de alta densidad energética; (7) hipervelocidad; (8) potencia pulsada; (9) navegación automática de precisión; (10) materiales compuestos; (11) dinámica de los fluidos computacionales-CFD; (12) sensores activos y pasivos; (13) fotónica; (14) inteligencia de máquinas y robótica; (15) control de firmas; (16) reactores nucleares; (17) sistemas espaciales; (18) propulsión con aire aspirado; (19) materiales y procesos en biotecnología; (20) defensa química, biológica y nuclear (QBN); (21) integración de sistemas; (22) superconductividad; (23) fuentes de energía renovables.¹⁶

A pesar de la definición de estas 23 tecnologías, ocurrieron pocos pedidos tecnológicos significativos en esas áreas por parte de las Fuerzas Armadas en los cuatro años posteriores (2004-2007).¹⁷ Incluso después del lanzamiento en 2005 de la Política de Defensa Nacional (PDN) y de la Política Nacional de la Industria de Defensa (PNID),¹⁸ se observa poco interés práctico en las adquisiciones de defensa brasileñas. En la Fuerza Aérea Brasileña (FAB), por ejemplo, se verifica que el proceso de compra de nuevos cazas que comenzó en 1995 fue suspendido al inicio del gobierno del presidente Lula en 2003 y fue retomado en 2006, siendo de hecho definido apenas en 2013 con la elección de los aviones de caza *Gripen* de origen sueco.¹⁹

Estrategia Nacional de Defensa Brasileña de 2008: Los sectores prioritarios cibernético, espacial y nuclear

En 2008, el tema Ciencia, Tecnología e Innovación (CT&I) para la defensa nacional puede ser considerado uno de los destaques de la Estrategia Nacional de Defensa (END). En este documento se resaltó la importancia de una planificación nacional para el desarrollo de productos de alto contenido tecnológico, con apoyo

de esfuerzos coordinados entre instituciones científicas y tecnológicas (ICT) civiles y militares, de la industria y de las universidades. En la END de 2008 se definen tres ejes estructurales: (1) la reorganización de las fuerzas armadas, (2) la reestructuración de la industria de defensa y (3) la redefinición de los efectivos de las Fuerzas Armadas.²⁰

En la END de 2008 se intentó establecer los recursos del presupuesto ordinario para el desarrollo y la producción de, entre otros: (1) aeronaves de combate y de transporte; (2) submarinos convencionales y de propulsión nuclear; (3) medios navales de superficie; (4) armamentos inteligentes, como misiles, bombas y torpedos, entre otros; (5) vehículos aéreos no tripulados; (6) sistemas de mando y control y de seguridad de la información; (7) radares; (8) equipos y plataformas de guerra electrónica; (9) equipamiento individual y sistemas de comunicación del combatiente del futuro; (10) vehículos blindados; (11) helicópteros de transporte de tropas, para el aumento de la movilidad táctica y helicópteros de reconocimiento y ataque; (12) municiones; y (13) sensores ópticos y electro-ópticos.

La emprendedora END 2008 permitió el surgimiento de una agenda de varios proyectos militares brasileños en la Marina, el Ejército y la Fuerza Aérea. Un primer esbozo de la cartera de proyectos fue divulgado en 2012 en el primer Libro Blanco de Defensa Nacional (LBDN).²¹ En el campo aeroespacial, por ejemplo, en 2008 se firmó un contrato para la subsidiaria de *Airbus Helicopters* en Brasil, *Helibras*, para la fabricación de 50 helicópteros EC725/H225M.²² En el mismo año se adquirieron de Rusia 12 helicópteros *Mi-35M*,²³ pero las negociaciones relativas a la compra de baterías de defensa aérea *Pantsir-S1* no se concretaron.²⁴ También se reanudó con nuevo ímpetu el desarrollo doméstico de vehículos aéreos no tripulados, como el *Falcão* (clase 800 kilos), fabricado por una empresa conjunta formada en 2011 por las empresas brasileñas Embraer y *Avibras*, así como como por *AEL Systems* (subsidiaria de la empresa israelí *Elbit Systems* en Brasil).²⁵ En el 2009 Embraer, principal empresa del segmento aeroespacial brasileño, lanzó el proyecto de la aeronave KC-390, buscando conquistar el segmento global hasta entonces ocupado por las aeronaves C-130 fabricadas por *Lockheed Martin*.²⁶ Paralelamente, el Ministerio de Defensa, la FINEP (*Brazilian Innovation Agency*), la AEB y el BNDES (*National Development Bank*) lanzaron en 2013 el Plan de Apoyo Conjunto *Inova Aerodefesa*, con el objetivo de apoyar la innovación en productos, procesos y servicios en los complejos industriales aeroespacial, de defensa nacional y de seguridad pública, ofreciendo inicialmente R\$2,9 mil millones.²⁷ Por último, cabe destacar la conclusión del proceso de elección del nuevo caza de la Fuerza Aérea Brasileña (FAB) a favor de la aeronave *Gripen*, fabricada por la empresa sueca *SAAB*.

Sin embargo, a partir de 2013 una crisis política y económica comenzó a instalarse en Brasil,²⁸ culminando en la consolidación del juicio político de la Presi-

denta Rousseff en 2016.²⁹ Los efectos de esa crisis en los gastos militares brasileños fueron inmediatos.³⁰ Varios contratos involucrando proyectos militares enfrentaron problemas y fueron renegociados. La empresa *Helibras*, por ejemplo, en el 2015 lanzó un programa de despidos voluntarios con el fin de ajustar su cuadro de funcionarios a la caída de ventas en el mercado de aviación civil y a los recortes presupuestarios sufridos por las Fuerzas Armadas.³¹ En 2016 la restricción presupuestaria y la falta de pedidos concretos de vehículos aéreos no tripulados llevaron al final de la empresa conjunta formada por las empresas Embraer, *Avibras* y *AEL Systems*.³² El proyecto del desarrollo de la aeronave KC-390 también sufrió retrasos en su cronograma como resultado de un incidente con su prototipo y de transferencias atrasadas de cerca de R\$500 millones del gobierno para Embraer.³³

Sin embargo, a pesar de sus efectos, es posible afirmar que la crisis política y económica es solo una parte de los problemas a los que se enfrenta la gestión de la defensa brasileña. Esto es porque esa crisis catalizó al menos tres factores más amplios que también pueden ser considerados decisivos para comprender la dinámica presupuestaria militar brasileña. El primer factor se refiere básicamente a la proporción tradicional de los recursos destinados a las Fuerzas Armadas. A pesar de que Brasil es la 8ª mayor economía mundial³⁴ y en el 2017 ocupaba el 11º lugar del gasto militar del planeta (R\$29.300 millones/1,4% GDP),³⁵ cerca del 74,5% de todo el presupuesto del Ministerio de Defensa es destinado a personal, sobre todo inactivos y pensionistas, y solo el 7,5% para equipos.³⁶ En la práctica esto significa pocos recursos para mantener tecnológicamente actualizados a los cerca de 347.000 militares brasileños (Marina: 76.530; Ejército: 222.764; Fuerza Aérea: 65.060).³⁷ El segundo factor es la relativamente alta autonomía que la Marina, el Ejército y la Fuerza Aérea poseen en relación con el Ministerio de Defensa, incluso después de la END 2008.³⁸ Históricamente cada uno de ellos posee, por ejemplo, amplia libertad de definiciones en términos de adquisiciones de defensa, a pesar de la creación en 2011 de la Secretaría de Productos de Defensa (SEPROD) en el Ministerio de Defensa.³⁹ Así, es posible afirmar que en Brasil no hay un “modelo descentralizado” de adquisiciones de defensa, sino tres sistemas de adquisiciones que el Ministerio de Defensa intenta coordinar con sus efectivos de aproximadamente 1.385 civiles y militares.⁴⁰

Por último, un tercer factor que puede considerarse decisivo para comprender la dinámica presupuestaria militar brasileña es la irregularidad de los recursos a lo largo del mismo año fiscal, lo que también ocurre no solo en el Ministerio de Defensa, sino también en prácticamente todos los demás ministerios.⁴¹ Se suma a ello una diversidad de presiones políticas para que los militares brasileños, especialmente los del Ejército, ejerzan cada vez más papeles en seguridad pública,

como fue ilustrado en el caso del estado de Río de Janeiro,⁴² lo que acaba influenciando de cierta forma la asignación de recursos presupuestarios para las Fuerzas Armadas a largo plazo, dada la importancia conferida a las misiones subsidiarias.

El resultado para el caso brasileño es un conjunto de obstáculos que impide, desde el inicio de la formación de los diferentes proyectos militares, una planificación razonablemente adecuada y articulada entre la Marina, el Ejército y la Fuerza Aérea, que se dificulta por la elevada inestabilidad de los recursos de defensa.

La adquisición de *Gripen*: Una oportunidad para explorar tecnologías emergentes

En ese contexto, la elección en 2013 de *SAAB Gripen* para la adquisición de 36 aviones de cazas (28 monoplaza y 8 biplaza) presentó una valiosa oportunidad para la FAB y para el Ministerio de Defensa de explorar nuevas tecnologías en el campo aeroespacial. Las entregas están previstas para ser concluidas antes del 2024. Sin embargo, el número total de aeronaves que se van a adquirir puede alcanzar, a largo plazo, aproximadamente 108 unidades, teniendo en cuenta la perspectiva de desactivación de los aviones F-5 y *AMX* en la FAB, así como la eventual sustitución de los A-4 *Skyhawks* en servicio en la Marina por una versión naval del *Gripen* (incluso ante la desactivación en 2017 del portaaviones brasileño “*São Paulo*”).⁴³ Resulta importante mencionar que Embraer modernizó todas estas aeronaves a lo largo de la primera década del 2000.⁴⁴

En este contexto, el segmento aeronáutico se ha mostrado, en la práctica, como una línea tecnológica clave para Brasil a lo largo de las últimas décadas, principalmente desde el desarrollo, en los años 80, de la aeronave *AMX* en asociación con Italia. Así, la aviación militar brasileña nuevamente se beneficiará de la participación en el programa *Gripen*. En primer lugar, por el hecho de que Brasil cuenta en su arsenal con una aeronave multimedia equipada con modernos sensores y el radar de barrido electrónico activo AESA (*Active Electronically-Scanned Array-AESA*), así como la posibilidad del empleo de misiles avanzados más allá del alcance visual (*Beyond Visual Range-BVR*) como el *Meteor* o misiles de corto alcance de 5ª generación como el *A-Darter*, fabricado durante 12 años en una alianza entre Brasil y Sudáfrica.⁴⁵

En segundo lugar, la adquisición del *Gripen* representa la oportunidad de que los pilotos y las empresas brasileñas busquen acompañar de alguna forma no solo varias de las tecnologías emergentes de la actualidad, sino también innovaciones organizativas y de procesos. Los pilotos brasileños que se entrenan en Estocolmo están teniendo contacto, por ejemplo, con centros de simulación avanzada, como

el Centro de Simulación de Combate de la Fuerza Aérea Sueca (*Flygvapnets Luftschids Simulerings Centrum-FLSC*).⁴⁶ Estos mismos pilotos seguramente tendrán la oportunidad de acompañar prácticas modernas de gestión logística, ya que la Administración de Material Bélico para la Defensa de Suecia ((Försvarets materielverk - FMV) posee una reconocida experiencia en implementar la logística basada en el rendimiento (*Performance Based Logistics*)-PBL),⁴⁷ algo relativamente reciente en la FAB.

Además, el montaje de parte de los pedidos de *Gripen* en la fábrica de Defensa y Seguridad de Embraer y la transferencia de tecnologías prevista en el contrato de adquisición de las primeras 36 aeronaves capacitarán a empresas y recursos humanos en el segmento aeroespacial brasileño. El Centro Sueco-Brasileño de Investigación e Innovación (Svensk-brasilianskt forsknings- och innovationscenter - CISB) fue creado en 2011 en Brasil con el objetivo de prospectar y apoyar iniciativas dirigidas a tecnologías avanzadas entre universidades, gobiernos y empresas no solo en el sector aeronáutico, sino también en las áreas de seguridad y defensa, desarrollo urbano, energía sostenible y transporte y logística.⁴⁸ Uno de los frutos recientes del programa *Gripen* fue la elección de pantallas de área amplia (*Wide Area Display-WAD*) producidos por la subsidiaria israelí en Brasil, *AEL Systems*, para equipar no solo los cazas adquiridos por Brasil, sino también los 60 *Gripen* encargados en Suecia.⁴⁹

A este respecto, las actuales negociaciones que involucran a las empresas *Boeing* y *Embraer* en el segmento comercial sin duda definirán el futuro de la Fuerza Aérea Brasileña y de la base industrial de seguridad y defensa nacional. En definitiva el segmento de aeronaves comerciales de *Embraer* ha entado las bases del éxito de la empresa en el segmento militar, especialmente cuando se considera la inestabilidad de los pedidos militares brasileños.⁵⁰

Conclusión

Seguir el ritmo del acelerado avance tecnológico es un gran desafío para las empresas y los gobiernos. En el campo militar incluso las principales potencias militares se han enfrentado a dilemas sobre definiciones en torno a las capacidades militares. Paralelamente, nuevas tecnologías no solo traen oportunidades, sino también vulnerabilidades. Ante este contexto, la brecha tecnológica entre países desarrollados y en desarrollo tiende a aumentar, apuntando claras consecuencias para los campos de la seguridad y defensa nacionales.

El impacto de las tecnologías denominadas como emergentes y disruptivas ya se puede observar. No es casualidad que las principales potencias militares hayan invertido recursos significativos en investigaciones e incentivos en esas tecnologías. Para países como Brasil, esto significa la necesidad de reconsiderar viejas

prácticas, estructuras organizativas y procesos con el objetivo de intentar acompañar mínimamente los principales desdoblamientos tecnológicos en marcha. Para ello, la definición de prioridades se torna fundamental.

Según se ha señalado, la participación brasileña en el programa *Gripen*, teniendo como centro las empresas *SAAB* y Defensa y Seguridad Embraer, es uno de los ejemplos de oportunidades abiertas al país incluso ante varias dificultades políticas, económicas y organizativas comprobadas en los últimos años. Así, el segmento aeronáutico, teniendo varios de sus proyectos liderados por Embraer, se ha presentado como una línea tecnológica clave más concreta que las diversas listas de los documentos producidos por el Ministerio de Defensa con tecnologías definidas como prioritarias solo en papel.

La cuestión central que se le presenta a Brasil es cómo garantizar buenos resultados a largo plazo en el marco de la asociación en *Gripen* al mismo tiempo que se vislumbra una aproximación entre la empresa norteamericana *Boeing* y Embraer en el segmento comercial. En el centro del debate está el grupo Embraer, considerado el más importante conglomerado brasileño del segmento aeronáutico y de la base industrial de seguridad y defensa nacional. Además, a partir de lo expuesto, es posible afirmar que difícilmente las Fuerzas Armadas en Brasil tendrán condiciones de mantenerse actualizadas en los próximos años si no abordan la cuestión de elevados gastos de personal y de los bajos recursos asignados al equipo. Para ello, medidas de mayor coordinación en adquisiciones de defensa, incluyendo la definición de prioridades comunes entre la Marina, el Ejército y la Fuerza Aérea, pueden presentarse como mejores opciones para explotar el potencial traído por tecnologías emergentes como vehículos autónomos, realidad aumentada y virtual, inteligencia artificial y cibernética-sobre todo cuando se tienen en cuenta tantas otras prioridades económicas y sociales brasileñas. □

Notas

1. PWC, “*The Essential Eight*” (Los ocho esenciales), *PWC*, 4 de septiembre de 2018, <https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html>; y Foro Mundial de Economía, “*Top 10 Emerging Technologies 2018*” (Las 10 tecnologías emergentes principales en el 2018), Septiembre de 2018, http://www3.weforum.org/docs/Top10_Emerging_Technologies_report_2018.pdf.

2. J. R. Wilson, “*The increasing role of COTS in high-fidelity simulation*” (El papel cada vez mayor de los COTS en la simulación de alta fidelidad) *Military & Aerospace Electronics*, 1º de septiembre de 2018, <https://www.militaryaerospace.com/articles/print/volume-29/issue-9/special-report/the-increasing-role-of-cots-in-high-fidelity-simulation.html>.

3. Corrie Poland, “*NATO focuses on big data and artificial intelligence*” (La OTAN se enfoca en datos grandes y la inteligencia artificial), *Air Combat Command*, 12 de junio de 2018, <https://www>.

acc.af.mil/News/Article-Display/Article/1549099/nato-focuses-on-big-data-and-artificial-intelligence/; y Valerie Insinna, “US Air Force turns to data analytics to solve B-1, C-5 maintenance challenges” (La USAF se enfoca en la analítica de datos para resolver desafíos de mantenimiento del B-1 y el C-5), *Defense News*, 25 de septiembre de 2018, <https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/air-force-association/2018/09/25/air-force-looks-to-data-analytics-to-help-solve-b-1-c-5-maintenance-challenges/>.

4. Kyle Rempfer, “DARPA hopes to swarm drones out of C-130s in 2019 test” (DARPA espera lanzar drones desde los C-130 en la prueba en 2019), *Air Force Times*, 18 de diciembre de 2017, <https://www.airforcetimes.com/newsletters/daily-news-roundup/2017/12/18/darpa-hopes-to-swarm-drones-out-of-c-130s-in-2019-test/>; y Todd South, “Drone swarm tactics get tryout for infantry to use in urban battlespace” (Táctica de enjambre de drones se pone a prueba para que la infantería los use en el espacio de batalla urbano), *Army Times*, 8 de enero de 2018, <https://www.armytimes.com/news/your-army/2018/01/08/drone-swarm-tactics-get-tryout-for-infantry-to-use-in-urban-battlespace/>.

5. Daniel Cebul, “Marines 3-D print replacement parts for F-35, unmanned ground vehicle” (Repuestos Marines 3-D para el F-35, vehículo terrestre no tripulado), *Defense News*, 25 de abril de 2018, <https://www.defensenews.com/industry/techwatch/2018/04/25/marines-3-d-print-replacement-parts-for-f-35-unmanned-ground-vehicle/>.

6. Daniel Cebul, “How the Office of Naval Research hopes to revolutionize manufacturing” (Cómo la Oficina de Investigaciones Navales piensa revolucionar la fabricación), *CISRNET*, 15 de octubre de 2018, <https://www.c4isrnet.com/industry/2018/10/15/how-the-office-of-naval-research-hopes-to-revolutionize-manufacturing/>.

7. United Kingdom, Defence and Security Accelerator (DASA), “Behavioural Analytics for Defence and Security” (Analítica de comportamiento para la defensa y la seguridad), 11 de octubre de 2018, <https://www.gov.uk/government/publications/competition-behavioural-analytics-for-defence-and-security/behavioural-analytics-for-defence-and-security>.

8. Dom Galeon, “Russia is building an AI-powered missile that can think for itself” (Rusia fabrica un misil activado por IA que puede pensar por sí solo), *Business Insider*, 26 de julio de 2017, <https://www.businessinsider.com/russia-artificial-intelligence-missile-2017-7>; “How Artificial Intelligence Could Increase the Risk of Nuclear War” (Cómo la inteligencia artificial puede aumentar el riesgo de una guerra nuclear), RAND Corporation, 24 de abril de 2018, <https://www.rand.org/blog/articles/2018/04/how-artificial-intelligence-could-increase-the-risk.html>.

9. Zhao Lei, “Quantum radar tech to counter stealth” (Tecnología de radar cuántico para contrarrestar furtividad), *China Daily*, 25 de septiembre de 2018, <http://www.chinadaily.com.cn/a/201809/25/WS5ba96f86a310c4cc775e7d08.html>; y Mary-Ann Russon, “Canada developing quantum radar to detect stealth aircraft” (Canadá fabricando radar cuántico para detectar aeronaves furtivas) *BBC News*, 25 de abril de 2018, <https://www.bbc.com/news/technology-43877682>; Stephen Chen, “Could ghost imaging spy satellite be a game changer for Chinese military?” (¿Puede un satélite espía de imágenes Ghost cambiar las reglas de juego para los militares chinos?), *South China Morning Post*, 26 de noviembre de 2017, <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2121479/could-ghost-imaging-spy-satellite-be-game-changer-chinese>.

10. Mathieu Rosemain y Michel Rose, “France to spend \$1.8 billion on AI to compete with U.S., China” (Francia invertirá US\$1.8 mil millones en AI para competir con EE.UU. y China), 29 de marzo de 2018, <https://www.reuters.com/article/us-france-tech/france-to-spend-1-8-billion-on-ai-to-compete-with-u-s-china-idUSKBN1H51XP>.

11. Ryan Browne, “Global tech industry backs UK with \$1.4 billion artificial intelligence deal” (Industria de tecnología global respalda al Reino Unido con un acuerdo de inteligencia artificial valorado en US\$1.4 mil millones), CNBC, 26 de abril de 2018, <https://www.cnn.com/2018/04/26/uk-ai-industry-gets-1-point-4-billion-investment-from-global-tech-industry.html> .

12. United States of America, “National Quantum Initiative Act” (Ley Nacional de Iniciativa Cuántica), *Congress.gov*, 17 de septiembre de 2018, <https://www.congress.gov/bills/115/congress/house/bills/6227/text>.

13. Lewis Sanders IV, “Germany creates DARPA-like cybersecurity agency” (Alemania crea agencia de seguridad cibernética similar a DARPA), *Deutsche Welle* (DW), 29 de Agosto de 2018, <https://www.dw.com/en/germany-creates-darpa-like-cybersecurity-agency/a-45266458>.

14. . Samuel Bendett, “In IA, Russia Is Hustling to Catch Up” (En AI, Rusia se apresura para ponerse al día), *Defense One*, 4 de abril de 2018, <https://www.defenseone.com/ideas/2018/04/russia-races-forward-ai-development/147178/>.

15. “China’s core AI industry to exceed 145 bln USD by 2030: report” (Industria básica AI de China sobrepasará los US\$145 mil millones para el 2030)m *Xinhuanet*, 8 de diciembre de 2018, <http://www.xinhuanet.com/english/2018-12/09/recopilar.htm>.

16. Brasil, Ministério da Defesa, Ministério da Ciência e Tecnologia, “*Concepção Estratégica e Inovação de Interesse da Defesa Nacional*” (Concepción estratégica e innovación de interés de la Defensa Nacional), Brasília, 2003, p. 42-43.

17. Brasil, *Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005. Política de Defesa Nacional* (PDN) (Decreto núm. 5.484, 30 de junio de 2005, Política de Defensa Nacional), http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5484.htm.

18. . Brasil, Portaria Normativa nº 899/MD, de 19 de julho de 2005, Política Nacional da Indústria de Defesa (Política normativa portuaria núm. 899/MD del 19 de julio de 2005, Política Nacional de la Industria de la Defensa (PNID)),https://www.defesa.gov.br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/pnid_politica_nacional_da_industria_de_defesa.pdf.

19. O Estado de S. Paulo, “Cronologia: a compra dos caças, uma negociação de 18 anos” (Cronología: La compra de dos caza, una negociación de 18 años), 18 de diciembre de 2013, <https://politica.estadao.com.br/noticias/geral,cronologia-a-compra-dos-cacas-uma-negociacao-de-18-anos,1110136>.

20. Brasil, *National Defense Strategy* (Estrategia de Defensa Nacional), 2008, https://www2.gwu.edu/~clai/recent_events/2010/Brazil_Defense/National_Strategy_of_Defense.pdf.

21. Brasil, Defense White Paper (Documento Técnico de la Defensa), Brasília, 2012, https://www.defesa.gov.br/arquivos/estado_e_defesa/livro_branco/lbdn_2013_ing_net.pdf.

22. *Airbus Helicopters*, “Airbus Helicopters delivers the first EC725 produced in Brazil” (Helicópteros Airbus entrega el primer EC725 fabricado en Brasil), 17 de junio de 2014, http://www.helicopters.airbus.com/website/en/press/Airbus%20Helicopters%20delivers%20the%20first%20EC725%20produced%20in%20Brazil_1524.html.

23. *Defense Industry Daily*, “Helicópteros de ataque Mi-35M / AH-2 *Sabre*”, 15 de diciembre de 2014, <https://www.defenseindustrydaily.com/mi-35m-wins-brazilian-attack-helicopter-competition-05180/>.

24. *Defense Industry Daily*, “Rio 2016: Brazil Looks to Russia for Air Defense Systems” (Río 2016: Brasil mira hacia Rusia para los sistemas de defensa aérea), 8 de febrero de 2017, <https://www.defenseindustrydaily.com/rio-2016-brazil-buys-russian-air-defense-systems-018297/>.

25. Diálogo *Digital Military Magazine*, “Brazil’s UAV Falcão to Make Inaugural Flight Before July” (UAV Falcón de Brasil hace vuelo inaugural antes de julio), 3 de mayo de 2012, <https://dialogo-americas.com/en/articles/brazils-uav-falcao-make-inaugural-flight-july> ; y Rodrigo de Oliveira Andrade, “*The flight of the Falcon*” (El vuelo del Falcón), Septiembre de 2013, <http://revistapesquisa.fapesp.br/en/2013/10/23/the-flight-of-the-falcon/>.

26. *Flight Global*, “Brazilian Air Force signs deal launching Embraer KC-390 tanker-transport” (Fuerza Aérea Brasileña firma acuerdo de lanzar avión cisterna de transporte Embraer KC-390), 14 de abril de 2009, <https://www.flightglobal.com/news/articles/brazilian-air-force-signs-deal-launching-embraer-kc-325113/>.

27. Brasil, Financiadora de Estudos e Projetos, “*Inova Aerodefesa*” (Innovación de la defensa aérea), <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/inovacao-aerodefesa>.

28. *The Economist*, “*Has Brazil blown it?*” (¿Se ha equivocado Brasil?), 27 de septiembre de 2013, <https://www.economist.com/leaders/2013/09/27/has-brazil-blown-it>.

29. Daniel Gallas, “*Dilma Rousseff impeachment: How did it go wrong for her?*” (Juicio político de Dilma Rousseff: ¿Cómo le fue mal ?a ella), 12 de mayo de 2016, <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-36028247>.

30. Diego Lopes da Silva, “*How Brazil’s political and economic crisis affects its military spending*” (Cómo la crisis política y económica de Brasil incide en sus gastos militares), 22 de junio de 2017, <https://www.sipri.org/commentary/blog/2017/how-brazils-political-and-economic-crisis-affects-its-military-spending>.

31. Virginia Silveira, “*Helibras abre programa de demissão*” (Helibras abre programa de destituciones), *Valor Econômico*, 16 de enero de 2015, <https://www.valor.com.br/empresas/3862662/helibras-abre-programa-de-demissao>.

32. Ivan Plavetz, “*Embraer comunica encerramento das atividades da Harpia*” (Embraer comunica cierre de actividades de Harpia), *Tecnodefesa*, 7 de enero de 2016, <http://tecnodefesa.com.br/embraer-comunica-encerramento-das-atividades-da-harpia/>.

33. Xandu Alves, “*Ministro admite um atraso de R\$ 500 milhões em repasses do governo ao projeto do KC-390*” (Ministro admite un atraso de R\$500 millones en pérdidas del gobierno al proyecto del KC-390), *O Vale*, 29 de abril de 2015, <http://www2.ovale.com.br/ministro-admite-um-atraso-de-r-500-milh-es-em-repasses-do-governo-ao-projeto-do-kc-390-1.582478> ; y Ernesto Klotzel, “*Embraer registra perdas de US\$ 100 milhões com KC-390*” (Embraer registra pérdidas de USAero Magazine, 2 de agosto de 2018, https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/embraer-registra-perdas-de-us-100-milhoes-com-kc-390_3962.html.

34. “*World Development Indicators database*” (Base de datos de indicadores de desarrollo mundial), World Bank, 21 de septiembre de 2018, <http://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf>.

35. Nan Tian, Aude Fleurant, Alexandra Kuimova, Pieter D. Wezeman y Siemon T. Wezeman, “Trends in World Military Expenditure, 2017. SIPRI Fact Sheet (Tendencias en gastos militares a nivel mundial en el 2017. Hoja de Datos SIPRI), Mayo de 2018, https://www.sipri.org/sites/default/files/2018-05/sipri_fs_1805_milex_2017.pdf.

36. Edna Simão, Fabio Graner and Ribamar Oliveira, “*Pessoal consome 75% das verbas dos militares*” (Personal consume 75% de los fondos de los militares), *Valor Econômico*, 12 de noviembre de 2018, <https://www.valor.com.br/politica/5979571/pessoal-consome-75-das-verbos-dos-militares>.

37. Audiência Pública com o ministro da Defesa Joaquim Silva e Luna, Câmara dos Deputados. (Audiencia pública con el Ministro de Defensa Joaquim Silva e Luna, Câmara de los Diputados), Comissão de Relações Exteriores e Defesa Nacional (CREDN) (Comisión de Relaciones Exteriores y Defensa Nacional), 4 de julio de 2018, <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/credn/audiencias-publicas/2018-arquivos/07-04-debater-temas-de-defesa-nacional-com-o-ministro-da-defesa-general-de-exercito-joaquim-silva-e-luna>.

38. Érica Winand y Héctor Luis Saint-Pierre, “*The fragility in the Brazil’s defense policy*” (La fragilidad en la política de defensa de Brasil), *História* vol.29 no.2 Francia, Diciembre de 2010, http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-90742010000200002.

39. Peterson Ferreira da Silva, “*Para além da mera discussão sobre a fixação de percentagens do PIB para a defesa: a necessidade de reforma do arcabouço brasileiro de aquisições militares*” (Además de la mera discusión sobre la fijación de porcentajes del PIB para la defensa: la necesidad de reforma del marco legal brasileño de adquisiciones militares). IX Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (IX Encuentro Nacional de la Asociación Brasileña de Estudios de la Defensa), 06-08 de julio de 2016, http://www.enabed2016.abedef.org/resources/anais/3/1472152129_ARQUIVO_PETERSON_ARTIGO_ENABED16_revisado_AGO2016.pdf.

40. Brasil, *Livro Branco de Defesa Nacional 2016 (versão sob apreciação do Congresso Nacional)*, (Documento técnico de Defesa Nacional 2016) (Versión sobre la apreciación del Congreso Nacional), Brasília, p. 154, <https://www.defesa.gov.br/arquivos/2017/mes03/livro-branco-de-defesa-nacional-consulta-publica-12122017.pdf>.

41. Eliane Oliveira, Geralda Doca y Manoel Ventura, “Com cortes nos orçamentos, mais ministérios têm dificuldades de manter atividades” (Con recortes en los presupuestos, pero los ministerios tienen dificultades para mantener las actividades), *O Globo*, 11 de julio de 2017, <https://oglobo.globo.com/economia/com-cortes-nos-orcamentos-mais-ministerios-tem-dificuldades-de-manter-atividades-21575482>.

42. Andres Schipani, “*Brazilian military to take control of security in Rio de Janeiro*” (Militares brasileños se apoderan del control de la seguridad en Río), *Financial Times*, 16 de febrero de 2018, <https://www.ft.com/content/a4e31d0c-1374-11e8-8cb6-b9ccc4c4dbbb>.

43. Thiago Vinholes, “*Mesmo sem porta-aviões, Marinha do Brasil segue interessada no Gripen naval*” (Aunque no tengan portaaviones, la Marina de Brasil sigue interesada en el Gripen naval), 21 de julio de 2017, <https://airway.uol.com.br/mesmo-sem-porta-avioes-marinha-do-brasil-segue-interessada-no-gripen-naval/>.

44. “*Brasil deve comprar 108 Gripen NG*” (Brasil debe comprar 108 *Gripen NG*), *Aero Magazine*, 19 de noviembre de 2014, https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/brasil-deve-comprar-108-gripen-ng_1836.htm.

45. *Agência Força Aérea*, “*Míssil A-Darter conclui testes na África do Sul*” (Agencia de la Fuerza Aérea, Misil *A-Darter* concluye pruebas en Sudáfrica), 28 de septiembre de 2018, <http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/32836/PODER%20AEROESPACIAL%20-%20M%C3%ADSSIL%20A-Darter%20conclui%20testes%20na%20C3%81frica%20do%20Sul>.

46. Saab, “*Brazilian pilots prepares for flying*” (Pilotos brasileños se preparan para volar), 3 de diciembre de 2018, <https://saabgroup.com/media/stories/stories-listing/2018-12/brazilian-pilots-prepares-for-flying/>.

47. Saab, “*Saab receives order from FMV for Gripen support and maintenance*” (Saab recibe órdenes del FMV para apoyo y mantenimiento al Gripen), 3 de julio de 2013, <https://saabgroup.com>.

com/media/news-press/news/2013-07/saab-receives-order-from-fmv-for-gripen-support-and-maintenance/.

48. *Swedish-Brazilian Research and Innovation Centre (CISB)* (Centro de Innovación e Investigación Sueco-Brasileño), <http://www.cisb.org.br/>.

49. “AEL Sistemas passa a integrar a cadeia global de produção do Gripen” (Sistemas AEL pasa a integrar la cadena global de producción del *Gripen*), 26 de noviembre de 2018, <https://www.aereo.jor.br/2018recopilar/ael-sistemas-passa-a-integrar-a-cadeia-global-de-producao-do-gripen/>.

50. Yuri Vasconcelos, “A deal in the air” (Un negocio en el aire), Pesquisa FAPESP, Junio de 2018, <http://revistapesquisa.fapesp.br/en/2018/06/20/a-deal-in-the-air/>.



Peterson Ferreira Da Silva, PhD

PhD en Relaciones Internacionales (University of Sao Paulo - IRI-USP) (2015). Maestría en Relaciones Internacionales (San Tiago Dantas - Unesp, Unicamp and Puc/SP) (2011). Miembro invitado del Departamento de la Industria de la Defensa (COMDEFESA) en la Federación de Industrias del Estado de Sao Paulo (FIESP) (2005-2018). Investigador asociado en el Laboratorio de Estudios de las Industrias Aeroespacial y de la Defensa (LabA&D/UNICAMP) y en el Centro de Estudios Estratégicos del Ejército Brasileño (CEEEEx/EME, 2016). Profesor en la Escuela Superior de Guerra Brasileña - ESG). Entre sus intereses de investigación se encuentran: seguridad internacional, seguridad nacional y política pública, políticas de defensa/documentos técnicos, economía de defensa, políticas industriales de la defensa, planificación estratégica, innovación y defensa, inteligencia, y proyectos de cooperación cívico-militar (Fuente: *Lattes Curriculum*).