

# Emigración de científicos e ingenieros de la industria de defensa rusa en la década de 1990: consecuencias para la defensa nacional y la seguridad internacional\*

*Emigration of scientists and engineers from the Russian defense industry in the 1990s: consequences for national defense and international security*

**Resumen:** La industria de defensa mantiene una relación intrínseca con la ciencia, la tecnología y la innovación (CT&I), lo que convierte al capital humano estratégico en un elemento central, especialmente ante la creciente sofisticación tecnológica de los conflictos contemporáneos. Si bien la bibliografía sobre migración cualificada suele hacer hincapié en los beneficios mutuos entre los países de origen y destino, existen pocos análisis sobre los efectos de la emigración de profesionales vinculados a la base industrial de defensa. Este artículo pretende examinar cómo la literatura académica interpreta las repercusiones de la emigración de científicos e ingenieros de la industria de defensa rusa en la década de 1990, una década marcada por el colapso de la Unión Soviética. La metodología adoptada incluyó investigación bibliográfica y análisis crítico de la literatura en inglés disponible en Google Académico. Los estudios analizados revelan diversas interpretaciones, influenciadas por intereses geopolíticos. Para Rusia, destaca la pérdida de capital científico, mientras que a nivel internacional la preocupación radica en la proliferación de armas de destrucción masiva.

**Palabras clave:** Industria de defensa; Emigración cualificada; Fuga de cerebros; Defensa nacional; Rusia.

**Abstract:** The defense industry maintains an intrinsic relationship with science, technology, and innovation, making strategic human capital a central element, particularly in light of the increasing technological sophistication of contemporary conflicts. While the literature on skilled migration often emphasizes mutual benefits for both origin and destination countries, analyses of the effects of emigration by professionals linked to the defense industrial base remain scarce. This article examines how academic literature interprets the impacts of the emigration of scientists and engineers from the Russian defense industry during the 1990s, following the collapse of the Soviet Union. The methodology involved bibliographic research and critical analysis of English-language literature retrieved via Google Scholar. The studies reviewed reveal diverse interpretations influenced by geopolitical interests. For Russia, the loss of scientific capital stands out, whereas at the international level, concerns are centered primarily on the proliferation of weapons of mass destruction.

**Keywords:** Defense industry; Skilled emigration; Brain drain; National defense; Russia.

**Alex Guedes Brum** 

Exército Brasileiro. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME).

Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Correo electrónico:

alexbrum23@outlook.com

**Recibido: 06 ago. 2025**

**Aceptado: 09 abr. 2026**

**COLEÇÃO MEIRA MATTOS**

**ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833**

<https://colecaomeiramattos.com.br/>



Creative Commons  
Attribution Licence

\* Este trabajo fue realizado con el apoyo del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de Brasil (CNPq).

## 1 INTRODUCCIÓN

En el momento de elaborar este artículo, se observa una amplia y acelerada difusión del conocimiento científico, lo que dificulta que cualquier Estado mantenga la hegemonía tecnológica (Paarlberg, 2004). En este contexto, la industria de defensa, al ser intensiva en conocimiento, mantiene una estrecha relación con la ciencia, la tecnología y la innovación (CT&I) (Brasil, 2020). Dada la creciente complejidad tecnológica de los conflictos contemporáneos, el “capital humano estratégico” (Scott, 1997), altamente cualificado, se convierte en un recurso fundamental para asegurar la defensa nacional, tanto en la operación de sistemas de armas complejos (Paarlberg, 2004) como en el desarrollo de innovaciones en un sector que exige el dominio de tecnologías de vanguardia (Azevedo; Borba; Araújo, 2021; Koroglu; Eceral, 2015). En ese sentido, la expresión militar del poder y el fortalecimiento de la Base Industrial de Defensa (BID) están directamente relacionados con la capacidad de innovación del sector, que, a su vez, depende de la disponibilidad de recursos humanos cualificados (Azevedo, 2018).

Sin embargo, la emigración de profesionales vinculados a la BID sigue estando poco explorada en la literatura, con pocos estudios que examinen sus características e implicaciones. El caso de Rusia en la década de 1990 es el más analizado en este campo y contribuye a profundizar la comprensión de este fenómeno, aunque todavía hay escasez de datos e investigaciones científicas (Katsva, 2000). Tras el colapso de la Unión Soviética (URSS), el país se sumió en una profunda crisis política, económica y social (Edmond, 2025), cuyos efectos comprometieron tanto el sistema científico (Rabkin; Mirskaya, 1993; Yegorov, 2009) como la industria de defensa (Davis, 2002), ambos entonces estructurados bajo el régimen soviético. En este contexto de inestabilidad, un número significativo de científicos e ingenieros rusos especializados en tecnologías militares comenzó a emigrar, principalmente a Israel, Alemania y Estados Unidos (EE. UU.) y, en menor medida, a Argelia, China, Corea del Norte, Cuba, Egipto, Irán, Irak, Libia, México y Pakistán (Katsva, 2000; Kramer, 2002; Shalkovsky, 2002).

Este artículo tiene como objetivo analizar cómo la literatura académica interpreta las repercusiones de la emigración de científicos e ingenieros de la industria de defensa rusa en la década de 1990, especialmente en lo que respecta a la defensa nacional y a la seguridad internacional. En cuanto a la metodología, se optó por combinar la investigación bibliográfica con una revisión crítica de la literatura. La investigación bibliográfica abarcó estudios sobre la migración internacional cualificada, la relación entre CT&I y Defensa, así como la emigración rusa en el contexto de la transición postsoviética, lo que permitió presentar un panorama teórico e histórico del tema. Además, se llevó a cabo una revisión crítica de la literatura, centrándose específicamente en las repercusiones de la emigración de científicos e ingenieros de la industria de defensa rusa en la década de 1990. Como criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron estudios que abordan directamente el tema —en el título, el resumen o la introducción—, disponibles en inglés en la base de datos de Google Académico, en un proceso que abarcó diferentes tipos de trabajos, como artículos científicos, tesis, trabajos de fin de curso e informes de gobiernos y *think tanks*; se excluyeron los trabajos que solo mencionan la emigración de profesionales del sector sin un análisis en profundidad.<sup>1</sup> De los 1.790 resultados encontrados inicialmente, solo once cumplieron los

<sup>1</sup> La búsqueda se realizó utilizando la siguiente cadena: (“*brain drain*” OR “*scientific migration*” OR “*STEM migration*”) AND Russia AND (“*defense industry*” OR “*military-industrial complex*” OR “*WMD*”) AND (scientists OR engineers).

criterios de inclusión y fueron sometidos a un análisis crítico basado en el marco teórico, lo que permitió identificar lagunas y contribuciones relevantes.<sup>2</sup>

La investigación se justifica por la constatación de que, aunque la corriente predominante de la literatura sobre migración internacional cualificada enfatiza la perspectiva de ganancias mutuas para los países de origen y de destino (Kone; Özden, 2017; Marsh; Oyelere, 2018), las teorías sobre migración cualificada no pueden aplicarse automáticamente a los casos de emigración de profesionales de la industria de defensa. Según Silva *et al.* (2025), se trata de uno de los sectores más estratégicos para los Estados. Además, el artículo contribuye a la literatura sobre defensa al destacar la importancia del capital humano estratégico y la capacidad de sostenibilidad de la BID en contextos de crisis, ofreciendo datos para el análisis del caso brasileño, para el cual no se identificaron estudios científicos. En Brasil, la BID se inserta en un contexto marcado por desafíos estructurales, como las desigualdades tecnológicas en el escenario global y la dependencia externa de tecnologías críticas. En este contexto, si bien la inversión en recursos humanos es fundamental para mitigar tales desafíos (Brasil, 2020; Brum, 2025), se observa una escasez de capital humano cualificado en ciertos sectores (Schmidt, 2013), lo que compromete la capacidad de innovación militar (Azevedo, 2018), un escenario agravado por la emigración de brasileños cualificados (Brum, 2024).

Este artículo se divide en cuatro partes, además de esta introducción. La primera sección presenta el fenómeno de la emigración de científicos e ingenieros altamente cualificados en la Rusia postsoviética. A continuación, se presenta el marco teórico, que discute las repercusiones de la migración internacional cualificada y el papel estratégico de la CT&I para la defensa. En la tercera parte, se lleva a cabo un análisis crítico de las consecuencias de la emigración de científicos e investigadores de la industria de defensa rusa en la década de 1990. Finalmente, se presentan las consideraciones finales.

## **2 EMIGRACIÓN DE CIENTÍFICOS E INGENIEROS ALTAMENTE CUALIFICADOS EN LA RUSIA POSTSOVIÉTICA**

La disolución de la URSS en 1991 inauguró un período de transición y modernización que transformó profundamente la economía y el sistema político de Rusia (Minakov, 2016; Rabkin; Mirskaya, 1993). Dicha transición dio lugar a una crisis de grandes proporciones en los ámbitos político, social y económico (Edmond, 2025), con repercusiones severas sobre el sistema científico del país (Ball; Gerber, 2005; Rabkin; Mirskaya, 1993; Yegorov, 2009). En este contexto, la apertura de fronteras y la posibilidad de emigración voluntaria (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018) llevaron a muchos profesionales altamente cualificados a buscar oportunidades profesionales en el extranjero (Arefev; Sheregi, 2015; Ganguli, 2014; Gokhberg; Nekipelova, 2001). Esta sección aborda las repercusiones de la crisis postsoviética en el entorno científico de Rusia y analiza la emigración de científicos e investigadores a lo largo de la década de 1990.

2 En la etapa inicial de la búsqueda, la mayor parte de la literatura identificada se centró en la Base Industrial de Defensa de Rusia, en la proliferación de armas de destrucción masiva o en la emigración cualificada en general, sin centrarse en la emigración de científicos e ingenieros de la industria de defensa rusa.

## 2.1 Crisis en la Rusia postsoviética y sus repercusiones en el entorno científico

La primera ola de reformas en Rusia tras el fin de la URSS promovió una reestructuración económica, caracterizada por la privatización y por el intento de implementar un sistema de libre mercado (Edmond, 2025). Sin embargo, la experiencia postsoviética estuvo marcada por contradicciones estructurales, reveses y disputas constantes en torno a la redefinición del orden político, económico y social del país (Minakov, 2016), lo que tuvo profundos impactos en estas esferas (Edmond, 2025).

Políticamente, el proceso no logró consolidar instituciones democráticas sólidas (Edmond, 2025). En el ámbito económico, la década de 1990 estuvo marcada por una contracción del PIB de aproximadamente el 50% (Boettke, 1999). La privatización, lejos de estimular la competencia, favoreció la apropiación de los activos estatales por parte de un pequeño grupo de actores privilegiados, profundizando la desigualdad y debilitando las instituciones (Edmond, 2025). Los servicios básicos, como la electricidad y la telefonía, estaban disponibles de forma limitada (Ball; Gerber, 2005). En el campo social, los costos también fueron altos: aumento de la pobreza, colapso de la salud pública y desmantelamiento de las redes de protección social (Edmond, 2025). Dado que el sistema de bienestar social soviético estaba vinculado a las empresas estatales, su cierre masivo dejó a millones de personas sin acceso a servicios básicos. Como resultado, a finales de la década de 1990, alrededor del 30% de la población vivía por debajo del umbral de pobreza y la esperanza de vida había caído a poco más de 50 años (Boettke, 1999).

Esta crisis también afectó a la ciencia y a los científicos (Ball; Gerber, 2005). Con el colapso de la URSS y las reformas de Gorbachov, el otrora renombrado mundialmente sistema científico ruso se enfrentó a una crisis sin precedentes, caracterizada por un proceso de reestructuración y contracción, impulsado principalmente por el profundo deterioro económico del país (Rabkin; Mirskaya, 1993), lo que resultó en un fuerte debilitamiento de sus perspectivas y estatus. Esta crisis prolongada provocó una reducción en los salarios, una drástica disminución de la financiación a la investigación y un deterioro generalizado de los equipamientos y laboratorios (Ball; Gerber, 2005). También se observó un declive en el prestigio social de la ciencia. En algunos casos, las instituciones científicas incluso se han visto involucradas en actividades delictivas, lo que agrava aún más este proceso de devaluación (Rabkin; Mirskaya, 1993). En consecuencia, después de décadas de propaganda estatal a favor de la ciencia, esta dejó repentinamente de ser percibida como una actividad socialmente útil (Rabkin; Mirskaya, 1993).

A lo largo de la década de 1990, la productividad científica en Rusia fue baja, debido en gran parte a dos factores principales. El primero se refiere a la drástica reducción de la financiación en investigación y desarrollo (I+D) durante el período en el que casi la totalidad del presupuesto disponible se destinó al pago de salarios y facturas básicas como el agua y la energía. En este contexto, la adquisición de equipamientos modernos se volvió prácticamente inviable, lo que provocó la interrupción de experimentos esenciales para la continuidad de investigaciones (Yegorov, 2009). El segundo factor está asociado con la migración de investigadores a otros sectores de la economía y el aumento de la emigración, especialmente durante este período (Yegorov, 2009), como consecuencia de la incapacidad de la economía rusa para absorber los recursos humanos cualificados que formaba (Shalkovskiy, 2002). En este nuevo escenario, los institutos de investigación y los científicos comenzaron a buscar contratos de forma independiente, insertándose en un entorno altamente competitivo. Sin embargo, la drástica reducción de las oportunidades disponibles ha

dificultado la adaptación de muchos (Yegorov, 2009), lo que ha dado lugar, en varios casos, a la emigración de talentos.

## 2.2 La emigración de investigadores y científicos en Rusia en la década de 1990

En Rusia, la emigración voluntaria comenzó a finales de la década de 1980, cuando el país inició un proceso para flexibilizar su régimen migratorio y los procedimientos de registro de salida. Hasta 1989, este tipo de emigración era prácticamente inexistente en la URSS. Sin embargo, a partir de ese año comenzaron a concederse excepciones, especialmente a personas de origen alemán, judío y griego. A partir de 1993 se produjo un aumento significativo del flujo emigratorio con la entrada en vigor de normas de entrada y salida más liberales, que garantizaban a los ciudadanos el derecho a abandonar libremente el territorio nacional y a regresar a él (Aleshkovski; Grebenyuc, Vorobyeva, 2018).

Dado que el marco temporal de este artículo es la década de 1990, solo se analizarán las dos primeras oleadas de emigración rusa moderna, identificadas por Aleshkovski, Grebenyuc y Vorobyeva (2018), ya que difieren en cuanto al perfil de los emigrantes y a las motivaciones involucradas. La primera oleada (1990-1994) coincidió con el colapso de la URSS y fue impulsada por una grave crisis política y económica derivada de las reformas estructurales en curso. En este contexto, la emigración se intensificó, especialmente entre los migrantes étnicos —como judíos y alemanes— y los miembros de la élite intelectual y científica. Muchos de ellos buscaban mejores condiciones de vida en el extranjero y se encontraban en una posición privilegiada para beneficiarse de las políticas de inmigración de Israel, Alemania y Estados Unidos, que, en su mayoría, adoptaban criterios étnicos como base para la admisión. Por lo tanto, estos países fueron los principales destinos, recibiendo en conjunto más del 94% de los emigrantes rusos de la antigua URSS en 1993 y 1994 (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018).

La primera ola de migración fue la más grande en la historia de la Rusia postsoviética, compuesta principalmente por individuos de clase media, en edad laboral, con altos niveles de educación y cualificación profesional, incluidos científicos con conocimiento técnico especializado. Las estadísticas oficiales rusas subestimaron significativamente estos flujos en comparación con los datos de los países receptores. Se estima que, entre 1992 y 1994, aproximadamente 1,5 millones de personas emigraron oficialmente, aunque la cifra real podría haber llegado a 2,1 millones (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018). Las proyecciones occidentales indicaban que decenas de millones podrían dejar Rusia si la crisis se agravara, pero la estabilización tras 1993 contribuyó a la desaceleración del flujo migratorio (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018).

En la segunda mitad de la década de 1990, la segunda ola de emigración rusa (1995-2000) se caracterizó principalmente por la búsqueda de trabajo temporal en países desarrollados, que abarcaba desde ocupaciones poco cualificadas hasta puestos que requerían una mayor escolaridad (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018). Durante este período, la migración laboral superó a la repatriación y a la migración étnica (Korobkov; Zaionchkovskaia, 2012). Aunque la acumulación de capital seguía siendo limitada en Rusia —lo que dificultaba la emigración a gran escala de emprendedores—, muchos rusos comenzaron a desarrollar actividades comerciales y emprendedoras en el extranjero, a menudo sin llevar a sus familias. También se observó un aumento de la migración educativa —que a menudo se utiliza como estrategia de integración en los países de destino—, y un crecimiento significativo de la migración por matrimonio, compuesta principalmente por mujeres (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018).

Se estima que alrededor de 2 millones de personas emigraron durante este período, aunque los registros oficiales solo contabilizan 1,47 millones. La reducción del volumen total de emigrantes en comparación con la oleada anterior se debió tanto a la atenuación de la crisis como a la salida anticipada del segmento más propenso a la movilidad. En esta oleada hubo una diversificación de los orígenes y destinos de la emigración rusa. Si a principios de la década de 1990 Moscú y San Petersburgo representaban el 40% de los emigrantes, en 1999 esta proporción se redujo a tan solo el 11%, lo que indica un aumento de la emigración procedente de otras regiones del país. A la vez, se amplió la diversidad geográfica de los destinos. Además de Alemania, Israel y los Estados Unidos, se formaron comunidades significativas de emigrantes rusos en otros países (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018).

En resumen, durante la década de 1990, el flujo emigratorio desde Rusia aumentó drásticamente, superando, según estimaciones oficiales, la marca de tres millones de personas (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018), y Alemania e Israel fueron los principales destinos, seguidos de los Estados Unidos (Gokhberg; Nekipelova, 2001). En general, los emigrantes que abandonaron el país en la década de 1990 tenían perfiles variados (Aleshkovski; Grebenyuc; Vorobyeva, 2018), con especial énfasis en profesionales altamente cualificados (Nekipelova; Ledneva, 2003 *apud* Yegorov, 2009).

La emigración ha supuesto un desafío para Rusia (Gokhberg; Nekipelova, 2001), en particular para los científicos e ingenieros (Yegorov, 2009), contribuyendo al debilitamiento del sistema científico y tecnológico del país (Yegorov, 2009). En el caso ruso, el número de emigrantes del sector de “Ciencia y Servicios Científicos” osciló entre 1.000 y 2.000 por año (Gokhberg; Nekipelova, 2001). El colapso de la URSS amplió la libertad a los científicos, especialmente en lo que respecta a la movilidad internacional. En este contexto, estos pasaron a ver la emigración como una alternativa para la continuación de su carrera científica (Ganguli, 2014). Este movimiento fue impulsado por el empeoramiento de las condiciones de financiación nacional para la investigación y el desarrollo, por la reducción de empleos y salarios, así como por la pérdida de prestigio de las carreras en C&T (Gokhberg; Nekipelova, 2001). A la vez, el atractivo de la emigración creció entre los estudiantes universitarios, la mayoría de los cuales no mostraba intención de regresar (Arefev; Sheregi, 2015).

Esta sección tuvo como objetivo demostrar que el período de transición y modernización de la economía y del sistema político de Rusia en la primera mitad de la década de 1990 condujo a una profunda crisis económica, social y política que se prolongó durante toda la década. Este proceso tuvo un impacto severo en el entorno científico ruso, con un aumento del desempleo, el deterioro de equipamientos y laboratorios, y reducción en la financiación pública y la productividad. Como consecuencia, un número significativo de investigadores y científicos emigró en busca de mejores condiciones de vida y oportunidades profesionales. Si bien inicialmente estos migrantes provenían de las principales ciudades rusas y tenían como destino Alemania, Israel y Estados Unidos, en la segunda mitad de la década se produjo una diversificación tanto de los orígenes como de los destinos de este flujo migratorio.

### 3 MARCO TEÓRICO

La literatura especializada ha debatido ampliamente sobre la emigración cualificada, presentando diferentes repercusiones sobre sus efectos en los países de origen, como la “fuga de cerebros” (*brain drain*), la “ganancia de cerebros” (*brain gain*), la “circulación de cerebros” (*brain circulation*), la

“conexión de cerebros” (*brain networking*) y el “desperdicio de cerebros” (*brain waste*). Sin embargo, como se argumentará, estos conceptos no pueden aplicarse automáticamente a contextos en los que forman parte profesionales de sectores estratégicos, como el de la defensa, en los que la autonomía nacional depende en gran medida de la capacidad científica, tecnológica e innovadora. Por lo tanto, este marco teórico se divide en dos partes: la primera examina los conceptos principales relacionados con los efectos de la emigración cualificada; la segunda discute el papel estratégico de la CT&I en la defensa nacional.

### 3.1 Emigración cualificada y sus impactos

Las discusiones iniciales sobre la movilidad académica y científica surgieron en la década de 1960, impulsadas por el aumento significativo de la emigración de docentes e investigadores europeos a los Estados Unidos. Este movimiento se clasificó como una “fuga de cerebros” (Brandi, 2006). En las décadas siguientes, el debate comenzó a centrarse en la migración de profesionales cualificados de países en desarrollo a naciones desarrolladas (França; Padilla, 2019), consolidando el uso de la expresión antes mencionada que caracterizaba este tipo de flujo (Brandi, 2006). Hasta principios de la década de 1990, la opinión predominante era que este fenómeno era unidireccional, definitivo y permanente, en el que individuos altamente cualificados abandonaban sus países de origen para ir al mundo industrializado, lo que implicaba ganancias exclusivas para los países receptores y pérdidas significativas para las naciones de origen, reforzando así una concepción esencialmente negativa de la emigración cualificada (Brzozowski, 2008; Santos, 2021).

Investigaciones más recientes han demostrado que la emigración de profesionales cualificados puede generar beneficios para los países de origen, lo que da origen a conceptos como “ganancia de cerebros”, “circulación de cerebros” y “conexión de cerebros” (Kone; Özden, 2017; Marsh; Oyelere, 2018). Desde finales de la década de 1980, con la introducción del concepto de “ganancia de cerebros”, se consolidó la percepción de que la fuga de talentos no representa necesariamente una pérdida irreversible para los países de origen (Brzozowski, 2008). Por el contrario, los migrantes altamente cualificados han pasado a considerarse recursos estratégicos, capaces de generar beneficios futuros (Meyer; Brown, 1999). Esta perspectiva cobró fuerza a partir de mediados de la década de 1990, al enfatizar los efectos positivos a largo plazo de la emigración, como el fomento de la inversión en educación, las ganancias económicas derivadas de la recepción de remesas financieras y de conocimiento, el aumento de la inversión extranjera directa y el eventual regreso de los emigrados (Kone; Özden, 2017).

A partir de la década de 1990, y con mayor intensidad en los años 2000, se consolidó un nuevo paradigma que llegó a entender la emigración cualificada como un proceso circular, en lugar de unidireccional. Esta comprensión proviene, en gran parte, de la difusión de la movilidad internacional temporal como una práctica recurrente y estructuradora de las trayectorias profesionales en el campo científico y académico (Daugeliene; Marcinkeviciene, 2009). En este contexto, el concepto de “circulación de cerebros” hace hincapié en el mantenimiento de vínculos y de la cooperación científica internacional. Esa forma de movilidad incluye tanto largos períodos de investigación y formación en el exterior como la participación frecuente en eventos académicos, lo que configura una dinámica internacional intensiva y colaborativa (Jöns, 2007). Desde esta perspectiva, el flujo de profesionales cualificados se entiende como generador de beneficios mutuos entre los países de origen y destino, así como para las instituciones y los individuos involucrados (Daugeliene; Marcinkeviciene, 2009; Saxenian, 2002).

En la etapa actual de la globalización, el objetivo del debate sobre la movilidad cualificada ha pasado de la ubicación física de los individuos al impacto de sus contribuciones al desarrollo social, económico y cultural de los países con los que mantienen lazos de pertenencia (Rizvi, 2005). En ese contexto, cobra relevancia el concepto de “conexión de cerebros”, que se refiere a las conexiones formadas por científicos y otros profesionales altamente cualificados en diferentes países (Ciomasu, 2010). Estas conexiones tienen el potencial de ampliar la cooperación técnica, promover la transferencia de recursos financieros y tecnologías entre países y permitir proyectos de desarrollo científico y tecnológico (Santos, 2021).

Sin embargo, Cruz *et al.* (2025) observan que, en el caso de la diáspora académica brasileña, es común el fenómeno de la llamada “fuga de cerebros”, que se refiere a la subutilización de habilidades, cuando profesionales altamente cualificados realizan funciones que no exigen su nivel de formación o especialización, lo que resulta en un proceso de devaluación de sus capacidades (Reitz, 2001). Este desperdicio rara vez es el resultado de una decisión individual, sino más bien de la dificultad que enfrentan los migrantes para integrarse en los mercados laborales extranjeros, donde las concepciones de talento pueden redefinirse y las prácticas discriminatorias limitan las oportunidades, incluso en contextos de alta demanda de cualificación (Elo; Aman; Täube, 2020).

Por lo tanto, como se ha demostrado, la opinión generalizada es que el retorno permanente de los migrantes altamente cualificados a sus países de origen no es una condición necesaria para que contribuyan al desarrollo nacional; lo fundamental es el mantenimiento de vínculos activos y productivos con estas sociedades (Saxenian, 2002). En este contexto, la emigración cualificada se ha reinterpretado, dejando de ser vista exclusivamente como una pérdida irreversible para los países emisores, como sugería el enfoque de la “fuga de cerebros” (Brum, 2024). Sin embargo, aunque se reconoce el potencial de las diásporas para generar externalidades positivas, esto no implica que la emigración sea, en esencia, un fenómeno beneficioso para los países en desarrollo (Santos, 2021).

### 3.2 El papel estratégico de la CT&I en la Defensa Nacional y en la Seguridad Internacional

El siglo XX, que comenzó con la Segunda Guerra Mundial, estuvo marcado por la consolidación de un sistema orientado a la instrumentalización de la ciencia con fines estratégicos por parte de las grandes potencias, conocido como *Big Science*. Este concepto designa la dimensión político-militar de la ciencia, centrada en la formulación y ejecución de proyectos de investigación destinados a la preparación para la guerra y al mantenimiento del liderazgo científico en el escenario internacional. Este modelo llegó a ser respaldado por una vasta e interconectada red institucional, el llamado “complejo militar-industrial-académico”, responsable de coordinar la investigación estratégica y dirigir el desarrollo de la ciencia de vanguardia de acuerdo con los intereses de seguridad y proyección de poder (Almeida, 2007). En este contexto, el papel de los Estados fue fundamental. Con el apoyo de fondos públicos y una planificación estratégica de I+D, los gobiernos organizaron alianzas con universidades e industrias, lo que aceleró la aplicación del conocimiento científico en el desarrollo de innovaciones tecnológicas. Este proceso reforzó el valor estratégico de la movilización científica y tecnológica como instrumento central para la defensa nacional y la competencia geopolítica (Hounshell, 1997; Paarlberg, 2004).

Como consecuencia de la centralidad de la tecnología militar en la competición entre Estados (Koubi, 1999), la I+D en defensa dio origen a innovaciones que, posteriormente, beneficiaron ampliamente a la sociedad civil —un fenómeno conocido como *spin-offs*—, lo que contribuye al crecimiento económico de los países que las desarrollaron. Entre los ejemplos más significativos se encuentran los radares, los motores de aeronaves, los aviones a reacción, las computadoras, internet, la fibra óptica y la energía nuclear (Medeiros, 2004; Silva, 2022). En este contexto, se consolidó el concepto de tecnologías de doble uso, que se refiere a innovaciones concebidas originalmente con fines militares, pero con importantes aplicaciones civiles (Mallik, 2004).

Sin embargo, con la revolución de las tecnologías de la información, que comenzó en la década de 1970, se observó un cambio en la dirección de la difusión tecnológica. A diferencia de lo que ocurría anteriormente, se ha vuelto cada vez más común que las tecnologías desarrolladas en el sector comercial se adapten para uso militar, un proceso conocido como *spin-on* (Chapman, 2003; Cohen, 2019; Mallik, 2004; Medeiros, 2004). Este cambio amplió la variedad de tecnologías con aplicaciones militares y permitió que las Fuerzas Armadas se beneficiaran de la inversión privada en I+D, además de los costos reducidos que ofrecían los mercados civiles más amplios (Chapman, 2003). Ante esta nueva dinámica, diferentes países han comenzado a incorporar los avances de la I+D civil en sus capacidades operativas y estructuras institucionales (Silva, 2022). Así, la tecnología de doble uso se describe como una innovación de origen civil con potencial de adaptación para fines militares (Mallik, 2004).

Paralelamente, la distinción entre lo que es para uso militar y lo que pertenece al sector civil se está volviendo cada vez más difusa, lo que hace que las definiciones tradicionales de estas áreas queden obsoletas (Roland, 1995). Esto también implica que un número creciente de países pueda adquirir capacidades militares que, en el pasado, eran exclusivas de unas pocas potencias (Mallik, 2004). En este contexto, controlar la exportación de tecnologías emergentes de doble uso se ha convertido en un desafío cada vez más complejo. Varios países del Sur Global han comenzado a consolidarse como mercados de productos militares de alta tecnología. Sin embargo, dado que muchos de estos Estados no forman parte del llamado “club de proveedores”, existe la preocupación de que las exportaciones puedan conducir a la proliferación de tecnologías sensibles (Mallik, 2004). Ante este escenario, las transferencias de conocimiento pueden bloquearse deliberadamente (Markowski; Hall; Wyllie, 2010), y las naciones líderes en C&T, junto con sus aliados, recurren a la restricción tecnológica —explícita o velada— para limitar el acceso de terceros a tecnologías consideradas sensibles (Longo, 2007).

A pesar de la creciente difusión tecnológica a escala mundial, la diferencia entre países en el acceso a innovaciones de vanguardia tiende a persistir —y, en algunos casos, incluso a intensificarse— debido a los altos costos y a la complejidad de estas tecnologías (Mallik, 2004). Existe un consenso generalizado de que la superioridad militar contemporánea está profundamente ligada al desarrollo científico, ya que las innovaciones más relevantes en el sector no se limitan a la fabricación de armas, sino que implican la integración de sofisticados sistemas de hardware y software (Paarlberg, 2004; Schmidt, 2013). El concepto de “sistema de armas” refleja esta lógica integradora, en la que la articulación eficiente entre los componentes tecnológicos se vuelve más decisiva que el rendimiento individual de cada elemento (Cohen, 2019), lo que resulta en el aumento progresivo de los costos de los equipamientos militares (Schmidt, 2013).

Sin embargo, con el fin de la Guerra Fría, el sector experimentó una reconfiguración, marcada por la reducción de los presupuestos de defensa en varios países y por un cambio de objetivo: la prioridad

dejó de ser la producción en masa de nuevos sistemas y pasó a ser el mantenimiento de la superioridad tecnológica existente. En este escenario, la inversión en I+D se ha vuelto esencial para permitir la modernización, el apoyo logístico y la mejora de los sistemas de armamento e inteligencia integrada (Schmidt, 2013). Esta transformación marcó una transición de una “disputa cuantitativa” —centrada en la producción a gran escala— a una “disputa cualitativa”, centrada en la innovación tecnológica como un elemento estratégico central (Koubi, 1999). Por lo tanto, ciertos elementos del conocimiento pueden volverse obsoletos rápidamente debido al continuo desarrollo de nuevos conocimientos (Markowski; Hall; Wyllie, 2010).

En este contexto, el capital humano ocupa una posición central tanto en la operación de esos sistemas complejos, que requiere profesionales altamente cualificados (Paarlberg, 2004), como en el fomento a la innovación en la industria de defensa, un sector intensivo en conocimiento y que demanda tecnologías de vanguardia (Koroglu; Eceral, 2015). Entre los principales factores de apoyo a la innovación, destaca la presencia de recursos humanos cualificados (Azevedo; Borba; Araújo, 2021). Scott (1997, p. 1, nuestra traducción) introduce el concepto de “capital humano estratégico”, definido como “las habilidades, la capacitación y la experiencia laboral combinadas entre los funcionarios de instituciones públicas e industrias privadas que son fundamentales para lograr los objetivos de seguridad nacional”. Así, el capital humano se ha convertido en un elemento estratégico en las organizaciones de defensa, dado su impacto directo en las capacidades militares y en la seguridad nacional, especialmente ante la creciente complejidad de los conflictos armados (Sarjito, 2023). Sin embargo, cuando el conocimiento es exclusivo de ciertos individuos, existe el riesgo de que se pierda si estos profesionales abandonan sus puestos (Markowski; Hall; Wyllie, 2010). En palabras de Duarte (2020, p. 123, nuestra traducción), “[...] entre todos los tipos de recursos destinados a la defensa, los recursos humanos son los más difíciles de recuperar”.

Como hemos intentado demostrar, gran parte de la literatura sobre la emigración cualificada ha llegado a comprender este fenómeno no solo como una pérdida para los países de origen y una ganancia para los países de destino, sino como un flujo potencialmente beneficioso para todas las partes implicadas. Sin embargo, cuando se trata de sectores estratégicos, como la industria de defensa —cuyo desarrollo depende directamente de CT&I y, en consecuencia, de un capital humano altamente cualificado— los impactos de la emigración pueden adquirir contornos más sensibles, sobre todo en lo que respecta a la seguridad y a la soberanía nacional. En ese sentido, la siguiente sección aborda, en primer lugar, el contexto que propició la emigración de investigadores y científicos altamente cualificados vinculados a la industria de defensa rusa a lo largo de la década de 1990, y, a continuación, realiza un análisis crítico de la bibliografía sobre las repercusiones de este fenómeno tanto en Rusia como en la comunidad internacional.

## **4 IMPACTOS DE LA EMIGRACIÓN DE CIENTÍFICOS E INGENIEROS DE LA INDUSTRIA DE DEFENSA RUSA EN LA DÉCADA DE 1990: UN ANÁLISIS CRÍTICO DE LA LITERATURA**

### **4.1 Reconfiguración de la industria de defensa rusa y la emigración de sus científicos e ingenieros**

Desde principios del siglo XX, Rusia ha mantenido una de las mayores industrias de defensa del mundo. Durante la Guerra Fría, la URSS consolidó un extenso complejo militar-industrial al otorgar prioridad estratégica al sector de la defensa, que comenzó a recibir importantes

inversiones estatales para posibilitar y sostener sus actividades. Este esfuerzo dio como resultado la producción a gran escala de armamento moderno, innovador y eficaz (Davis, 2002; Kramer, 1992). En consecuencia, una parte importante de la economía soviética se destinó al gasto militar. Se estima que la participación del sector militar en el PIB soviético en la década de 1980 probablemente superó el 20%, posiblemente alcanzando el 35% o incluso el 40% (Kramer, 1992). Además, la URSS destacó por su importante exportación de armamento y equipamiento militar. Sin embargo, a partir de 1976, la prioridad atribuida a la defensa se redujo gradualmente, lo que expuso al sector militar a las limitaciones típicas de una economía de escasez e intensificó las repercusiones negativas del gasto militar en la economía civil (Davis, 2002).

Durante la *Perestroika*, el gobierno de Gorbachov introdujo el “nuevo pensamiento” sobre las relaciones internacionales y una nueva estrategia de seguridad nacional, priorizando la reducción de amenazas por medio de la diplomacia y del control de armas, en detrimento del poder militar. En este contexto, se hicieron esfuerzos para reformar el sector de la defensa (Davis, 2002), con recortes significativos y sucesivos en el presupuesto de defensa a partir de 1989 (Kramer, 1992), además de reducir el efectivo de las Fuerzas Armadas. Durante la mayor parte del período de transición, el complejo militar-industrial ruso se vio severamente afectado por la pérdida de prioridad, por los recortes en el gasto en defensa, por la inestabilidad del sistema político-económico de transición y por el débil desempeño económico. Como consecuencia, la industria de defensa se reorientó progresivamente para satisfacer las demandas del mercado civil, enfrentando un proceso de fuerte contracción, con una reducción significativa en su capacidad para producir equipamientos y brindar servicios militares (Davis, 2002).

Tras la fragmentación de la URSS y a lo largo de la década de 1990, la industria de defensa rusa siguió experimentando profundas transformaciones, como consecuencia de la baja prioridad que el gobierno atribuía al sector y de los drásticos recortes en el gasto militar, lo que provocó un deterioro de los salarios y prestaciones de los trabajadores. Los mercados de defensa experimentaron una transición, acercándose a un modelo convencional en el que los precios empezaron a ser influenciados por la oferta y la demanda, aunque de forma imperfecta. Se privatizaron diversas instituciones, y las principales reformas económicas —estabilización, privatización y liberalización— tuvieron efectos negativos en el complejo militar-industrial. Este escenario se vio agravado por el débil desempeño económico del país, caracterizado por la contracción del PIB, la alta inflación y la reducción en las inversiones (Davis, 2002). La investigación y el desarrollo con fines militares, que anteriormente eran una prioridad en la URSS, comenzaron a sufrir la pérdida del apoyo estatal y la consiguiente drástica reducción de recursos. Esto contribuyó a una disminución en la producción y exportación de armamentos, lo que marcó un período de crisis y declive tecnológico en el complejo de defensa ruso (Dezhina; Graham, 2002; Yegorov, 2009).

Según Davis (2002, p. 172, nuestra traducción), “[el] mercado laboral en la industria de defensa ha pasado de ser privilegiado a estar marginado”. Los salarios y las prestaciones no monetarias que se ofrecían a los trabajadores del sector fueron superados gradualmente por los de las áreas civiles más prósperas, mientras que los retrasos en los pagos se hicieron frecuentes. Entre 1992 y 2000, la plantilla de la industria de defensa se redujo a la mitad, pasando de 4,8 millones a 2,4 millones de personas. Muchos profesionales cualificados migraron al sector privado en busca de mejores oportunidades. La delincuencia en la industria de la defensa ha aumentado significativamente. Se hizo habitual que los trabajadores desviaran bienes civiles, armas ligeras y reservas para venderlos en

el mercado negro. A mayor escala, comenzaron a llevarse a cabo planes organizados para el robo de equipamientos, tecnologías militares y suministros por parte de gestores corruptos (Davis, 2002).

Tras la fragmentación de la URSS, Rusia asumió el control de los recursos militares ubicados en su territorio, incluido todo el arsenal nuclear, así como la mayor parte de los activos militares restantes en los Estados sucesores (Davis, 2002). También heredó la mayoría de los principales centros de producción y desarrollo de armas químicas y biológicas, aunque gran parte de estas instalaciones fue desactivada a lo largo de la década de 1990. A partir de 1992, los antiguos programas soviéticos de armas de destrucción masiva (ADM) sufrieron procesos de reestructuración, enfrentándose a la escasez de recursos, recortes de personal y una disminución del control por parte del gobierno ruso (Parachini et al., 2005; Shalkovskyi, 2002). Por lo tanto, aunque heredó el mayor complejo ADM del mundo, Rusia pasó a disponer de apoyo gubernamental limitado para su mantenimiento (Ball; Gerber, 2005).

Paralelamente, los científicos rusos con conocimiento en ADM recibieron, por primera vez en 1992, permiso para dejar el país, lo que les permitió participar en conferencias internacionales y, en muchos casos, emigrar (Ball; Gerber, 2005; Katsva, 2000). Durante la era soviética, la emigración de capital humano estratégico era prácticamente inexistente: los científicos, ingenieros y técnicos del sector de defensa estaban sometidos a un control estricto, tenían una movilidad internacional extremadamente restringida y cualquier contacto con empresas extranjeras estaba sujeto a una severa supervisión estatal. Además, estos profesionales se encontraban entre los mejor pagados del país, y aquellos que vivían en ciudades cerradas recibían beneficios adicionales como compensación por su aislamiento (Moody, 1996). Con la democratización y el colapso del orden estatal, el control sobre la emigración se debilitó. Ante la falta de legislación o mecanismos de contención, muchos de estos especialistas buscaron oportunidades en el extranjero (Katsva, 2000; Shalkovskyi, 2002).

Dado este escenario, muchos científicos especializados en armamento emigraron (Katsva, 2000), principalmente a Israel, Alemania y Estados Unidos (Shalkovskyi, 2002; Kramer, 2002). Se sabe, sin embargo, que algunos de ellos pasaron a trabajar en programas militares en varios países, como Argelia, China, Corea del Norte, Cuba, Egipto, Irán, Irak, Libia, México y Pakistán (Katsva, 2000). Sin embargo, en el campo de la defensa, contrariamente a lo que se temía (Hymans, 2010), no hubo un éxodo masivo de científicos e ingenieros rusos (Fomin; Oswald; Voronkov, 1995; Moody, 1996). Algunas instalaciones dedicadas a ADM lograron preservar cierto grado de estabilidad, lo cual se debe, por una parte, a la continuidad de la financiación estatal y, por otra, a la capacidad de los científicos y técnicos para complementar sus ingresos (Parachini *et al.*, 2005).

#### **4.2 Las consecuencias de la emigración de científicos e investigadores de la industria de defensa rusa en la década de 1990: una revisión crítica de la literatura**

La emigración de científicos e investigadores de la industria de defensa rusa a lo largo de la década de 1990 recibió una importante atención política y fue objeto de debate entre diversos autores, desde diferentes perspectivas teóricas y geopolíticas. Con base en la revisión bibliográfica realizada, fue posible identificar un conjunto limitado de estudios que analizan los impactos de este proceso, tanto en el caso de Rusia como de la comunidad internacional. Sin embargo, se observa una asimetría en los enfoques: solo cuatro estudios abordan directamente las consecuencias internas para

el país de origen (cf. Shalkovskyi, 2002; Shkolnikov, 1994, 1995; Stanley; Lock; Gonschar, 1992), mientras que la mayor parte de la literatura se centra en evaluar los riesgos para la seguridad internacional, especialmente con respecto a la posible proliferación de ADM (cf. Ball; Gerber, 2005; Fomin; Oswald; Voronkov, 1995; Hymans, 2010; Katsva, 2000; Kramer, 2002; Moody, 1996; Parachini *et al.*, 2005). Esta sección busca presentar y problematizar las principales interpretaciones identificadas, resaltando los consensos, las controversias y las lagunas que existen en el debate académico.

#### 4.2.1 Consecuencias para Rusia

Shkolnikov (1994) sostiene que, inicialmente, la emigración de profesionales altamente cualificados de la antigua URSS no resultaría en una subutilización de las tecnologías, dado el elevado número de científicos en relación con la infraestructura disponible; según él, había “demasiados cerebros”. Sin embargo, el autor advierte que Rusia podría sufrir la pérdida de su liderazgo científico, ya que muchos de los potenciales emigrantes se encuentran entre los más brillantes y, a pesar de su juventud, ya ocupan puestos destacados en sus respectivos campos. Subraya que la excelencia científica depende de la interacción entre generaciones y que la marcha de los jóvenes compromete la transmisión del conocimiento por parte de los científicos más experimentados, lo que afecta negativamente a la continuidad y la calidad de la producción científica en sectores en los que Rusia todavía tiene relevancia internacional. En resumen, Shkolnikov (1995) considera que la emigración de especialistas en armamento cuya investigación es relevante para la seguridad nacional representa una pérdida para el país.

De manera similar, Shalkovskyi (2002) destaca que las consecuencias para Rusia serían predominantemente negativas, y señala que la principal repercusión es la pérdida de capital científico. Un contingente significativo de investigadores se llevó consigo conocimientos acumulados durante años en instituciones y laboratorios de I+D, lo que, a largo plazo, podría hacer que el país dependa de la experiencia extranjera en sectores estratégicos. Complementando esta perspectiva, Katsva (2000) observa que, una vez establecidos en el extranjero, estos científicos a menudo actúan como vectores de reclutamiento para sus pares.

Shkolnikov (1994, 1995) también llama la atención sobre otros efectos, como la tendencia de los jóvenes científicos, debido a vínculos más débiles con su país de origen, a participar menos en colaboraciones científicas con colegas rusos, a menos que reciban incentivos específicos. A esto se suma la salida de capital financiero, dado que muchos emigrantes transfirieron sus recursos al extranjero. En el ámbito político, la pérdida de individuos con un perfil favorable al Occidente y a las reformas podría debilitar internamente los movimientos reformistas.

En cambio, Stanley, Lock y Gonschar (1992) adoptan una visión más cautelosa con respecto a los impactos negativos de la emigración. Según los autores, los efectos deben evaluarse a la luz del contexto de la profunda crisis social, política y económica que afrontó Rusia durante ese período. Argumentan que muchos profesionales altamente cualificados no encontrarían colocación en sus respectivos campos en el país, lo que pone en perspectiva la “pérdida” para el sistema científico y tecnológico ruso. En el caso específico de los especialistas en investigación y desarrollo militar, sus competencias podrían incluso considerarse una “carga”, dado el alto costo de mantenimiento y la escasez de recursos disponibles, a menos que exista un esfuerzo deliberado por parte del Estado para mantener o ampliar dichas capacidades.

Además, los autores también señalan que los efectos de la emigración dependen de la naturaleza del desplazamiento: si es permanente o temporal. En el segundo caso, la emigración podría beneficiar a Rusia al permitir que los científicos continúen trabajando en sus campos de especialización y establezcan conexiones internacionales de colaboración. Estos vínculos podrían beneficiar potencialmente a la industria de defensa rusa en el futuro, ya sea mediante la exportación de armamento, ya sea mediante la realización de proyectos conjuntos tras el eventual regreso de estos profesionales (Stanley; Lock; Gonschar, 1992). Shkolnikov (1994, 1995) también reconoce este potencial, señalando que, si bien el regreso no siempre es fácil —especialmente en términos de reintegración al mercado laboral—, muchos profesionales pueden aplicar en su país de origen las competencias adquiridas en el extranjero, aumentando sus ingresos y contribuyendo al desarrollo local.

Como hemos tratado de demostrar, pocos autores han analizado a fondo las consecuencias de este fenómeno para Rusia, limitándose en gran medida a las obras de Shalkovskyi (2002), Shkolnikov (1994, 1995) y Stanley, Lock y Gonschar (1992). No existe consenso sobre el fenómeno: mientras que Shalkovskyi (2002) enfatiza los efectos negativos de la pérdida de capital científico —en línea con la perspectiva de la “fuga de cerebros”—, Stanley, Lock y Gonschar (1992) argumentan que las repercusiones varían según las posibilidades de cooperación científica, acercándose a la noción de “redes de cerebros”. La perspectiva de la “circulación de cerebros” también está presente en los estudios analizados, lo que sugiere que Rusia podría beneficiarse de la emigración, siempre que los profesionales regresen a su país de origen y logren reintegrarse al mercado laboral en sus áreas de especialización (Shkolnikov, 1994; Stanley; Lock; Gonschar, 1992).

Sin embargo, un punto de convergencia entre los estudios es el contexto en el que se produjeron: todos se basan en diagnósticos realizados en la década de 1990 o en los primeros años de la década siguiente, cuando Rusia atravesaba un período de transición y crisis. Aunque las pérdidas de capital humano sufridas por el país no se han recuperado por completo hasta al menos 2020 (Aleshkobski; Gasparishvili; Grebenyuk, 2023), ninguno de estos trabajos examina sistemáticamente las implicaciones de este flujo migratorio para las capacidades militares rusas, una brecha significativa, especialmente dado que la superioridad militar contemporánea ha dependido cada vez más de la CT&I y, en consecuencia, de la disponibilidad de capital humano altamente cualificado (Paarlberg, 2004). La falta de análisis de las repercusiones de esta emigración en la reestructuración y modernización de la base industrial de defensa rusa en las décadas posteriores revela una importante laguna en la literatura, lo que limita la comprensión de los efectos a largo plazo de la emigración de profesionales de la defensa en la seguridad nacional y en el desarrollo autónomo de Rusia en sectores estratégicos.

#### *4.2.2 Consecuencias para la comunidad internacional*

Shkolnikov (1994) observa que los países de destino se beneficiaron solo marginalmente de la inmigración rusa, debido a las dificultades que enfrentaban estos profesionales para ingresar a los mercados laborales de los principales países receptores, como Israel y los Estados Unidos. Este contexto dio lugar a altas tasas de desempleo y salarios más bajos en comparación con otros grupos de inmigrantes. De manera similar, Shalkovskyi (2002) señala que la mayoría de los científicos rusos que emigraron a los Estados Unidos y Europa Occidental no pudieron encontrar empleo

en su campo. En el caso específico de los especialistas en armas químicas y biológicas, Shkolnikov (1995) señala que solo el 20% logró permanecer en su campo después de migrar.

A pesar de estas dificultades en la integración profesional, la mayoría de los autores destaca que la emigración de científicos de la antigua URSS representó, al menos en parte, un riesgo potencial para la seguridad internacional. Moody (1996, p. 93) advierte que los científicos de defensa, al permanecer desempleados o sin perspectivas de transición profesional, podrían convertirse en una amenaza para el régimen de no proliferación, mientras su experiencia permanezca “latente”. Parachini *et al.* (2005) refuerzan esta preocupación al destacar el interés de diferentes actores —Estados o grupos no estatales— que mostraron interés en el conocimiento técnico ruso relacionado con armas nucleares, biológicas y químicas. Según los autores, las exigencias de conocimiento especializado varían en función del perfil de los actores implicados: mientras que los Estados tecnológicamente avanzados buscan experiencia tecnológica de gran complejidad, los países en etapas iniciales de desarrollo —o incluso los grupos terroristas— tienden a conformarse con capacidades más rudimentarias, pero adecuadas para sus objetivos estratégicos u operativos.

En este contexto, Shkolnikov (1995) señala que, debido a la importante cantidad de rusos que trabajaron anteriormente en Estados considerados “parias”, sería plausible que hubiera varios intermediarios con acceso a especialistas en defensa. Además, los recursos financieros necesarios para atraer a estos especialistas tenderían a ser relativamente bajos. Shalkovskyi (2002) señala que, si bien la emigración de especialistas rusos en armas químicas y biológicas fue numéricamente limitada en la década de 1990, existen indicios de que países como Irán y Siria lograron integrar a científicos rusos en sus programas de ADM. A su vez, Katsva (2000) señala que estos programas —especialmente los biológicos— requieren menos recursos humanos y técnicos que los nucleares, lo que refuerza la sensibilidad del tema incluso ante la reducción de los flujos migratorios.

Por otra parte, una parte de la literatura argumenta que no hubo una difusión significativa de ADM como consecuencia directa de la emigración de científicos rusos (Kramer, 2002; Shalkovskyi, 2002). Moody (1996) señala que la movilidad de muchos de estos especialistas se produjo dentro de marcos institucionales, por medio de proyectos sancionados por el Estado ruso o de contratos con países que no amenazaban el régimen internacional de no proliferación. Hymans (2010) profundiza este debate al criticar los modelos de proliferación simplificados presentes en parte de la literatura. Según él, la mera presencia de científicos extranjeros no asegura, por sí sola, el éxito de los programas de ADM, especialmente en países con escasa capacidad institucional. En estos contextos, identificar, reclutar y movilizar eficazmente a profesionales altamente cualificados requiere capacidades organizativas superiores a las que se exigen a los equipos locales. Por esta razón, la participación de los emigrantes suele tener un impacto limitado y, en algunos casos, incluso puede retrasar los proyectos.

Diversos obstáculos también limitaron la emigración de científicos rusos a lo largo de la década de 1990. Fomin, Oswald y Voronkov (1995) destacan que muchos especialistas experimentados —generalmente mayores de 50 años y con carreras consolidadas en una sola institución— se mostraban reacios a comenzar una nueva vida en contextos científicos, culturales y lingüísticos diferentes. Además, las profundas diferencias entre los sistemas industriales de defensa ruso y occidental limitaron aún más sus posibilidades de reinserción profesional en el extranjero. Ball y Gerber (2005) enfatizan además que la mayoría de estos expertos demostró un alto sentido de

responsabilidad ética con respecto a la difusión de conocimiento sensible, evitando colaborar con regímenes autoritarios o emigrar a Estados considerados parias. Kramer (2002) refuerza este punto al demostrar que los destinos más rechazados correspondían precisamente a los países que más preocupaban a la comunidad internacional: Irak (59%), Pakistán (42%), Libia (33%), Irán (24%) y Corea del Norte (16%). Como lo resumen Parachini *et al.* (2005), este conjunto de barreras contribuyó a limitar la transferencia ilícita de conocimiento estratégico.

Aun ante estos argumentos, parte de la literatura adopta un enfoque pesimista. Autores como Ball e Gerber (2005), Parachini *et al.* (2005) y Shalkovsky (2002) sostienen que, aunque son una minoría, los científicos dispuestos a colaborar con regímenes autoritarios representan un riesgo concreto. Según estos autores, la mera posibilidad de que una fracción de estos profesionales compartiera su conocimiento sensible sería suficiente para justificar la vigilancia por parte de la comunidad internacional.

Como hemos tratado de demostrar, una pequeña parte de la literatura analizada sostiene que la emigración de profesionales cualificados procedentes de la Rusia postsoviética ha generado beneficios limitados para los países de destino, debido al llamado “desperdicio de talentos”, es decir, a la infrautilización del potencial técnico y científico de los migrantes. Sin embargo, existe un consenso relativo respecto a la existencia de un riesgo de proliferación de ADM asociado a la movilidad internacional de estos especialistas, aunque existen discrepancias sobre la magnitud y la probabilidad de que este riesgo se materialice. Cabe resaltar que gran parte de esta producción se enmarca en el campo de los estudios de no proliferación y fue realizada por instituciones financiadas por gobiernos occidentales, como la Rand Corporation. En consecuencia, se observa una perspectiva fuertemente orientada por intereses occidentales. La definición de “fuga de cerebros” propuesta por Katsva (2000), por ejemplo, es selectiva: el autor restringe el concepto a los casos en que los científicos migran para colaborar con programas de ADM de Estados clasificados como parias, sin tener en cuenta las situaciones en las que los países aliados o neutrales también se beneficiaron de la experiencia rusa sin que esto se problematizara. Este enfoque revela un sesgo geopolítico y una lógica de seguridad internacional anclada en la visión occidental del sistema internacional.

Estos estudios reflejan un contexto en el que los límites entre las tecnologías civiles y militares se están difuminando cada vez más (Roland, 1995), y en el que el acceso a tecnologías sensibles por parte de un número creciente de países es motivo de preocupación. Sin embargo, cabe señalar que la complejidad y los altos costos de los sistemas de armamento han acentuado las desigualdades tecnológicas entre países (Mallik, 2004), lo que, a su vez, dificulta la proliferación. Este argumento coincide con la parte menos pesimista de la literatura, que destaca los obstáculos técnicos, financieros y organizativos como barreras para la difusión sin restricciones de las capacidades militares.

El análisis de la literatura revela que las consecuencias de la emigración de especialistas de la industria de defensa rusa en la década de 1990 se han interpretado desde diversas perspectivas, que reflejan tanto los intereses estratégicos de los países occidentales como las diferentes concepciones de la seguridad internacional y migración cualificada. En el caso de Rusia, los estudios sugieren que los efectos variaron según el perfil de los emigrantes y el grado de coordinación institucional, desde pérdidas significativas de capital humano hasta oportunidades para la cooperación científica. A nivel internacional, si bien existe un consenso relativo sobre el riesgo potencial de proliferación de ADM, algunos estudios minimizan este peligro al destacar los obstáculos

técnicos, políticos y éticos para la transferencia de conocimientos sensibles. Finalmente, se observa una importante laguna: pocos estudios han investigado sistemáticamente los efectos a largo plazo de esta emigración en las capacidades militares y tecnológicas de Rusia.

## 5 CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo tuvo como objetivo analizar críticamente cómo la literatura académica interpreta las repercusiones de la emigración de capital humano estratégico de Rusia en la década de 1990, con énfasis en las implicaciones para la defensa nacional y la seguridad internacional. Se trató de demostrar que una parte significativa de la literatura sobre migración cualificada ha llegado a comprender este fenómeno no solo como una pérdida para los países de origen y una ganancia para los países de destino, sino como un proceso complejo capaz de generar beneficios mutuos por medio de mecanismos como la “circulación de cerebros” y la formación de “conexión de cerebros”. Sin embargo, paralelamente, la superioridad militar contemporánea está estrechamente ligada al avance científico, ya que las innovaciones más importantes para el sector implican la integración de sistemas de armas cada vez más complejos, lo que requiere mano de obra altamente cualificada. En este contexto, cuando se trata de la industria de defensa —cuyo desarrollo depende directamente de la CT&I y, por lo tanto, del capital humano estratégico— los efectos de la emigración adquieren dimensiones más sensibles, pudiendo generar implicaciones directas para la seguridad y la soberanía de los Estados.

Al analizar el contexto ruso, el estudio pretendía destacar que, a lo largo de la década de 1990, Rusia sufrió una profunda crisis social, económica y política que impactó directamente en el sistema científico del país. Este escenario se caracterizó por un aumento del desempleo, por el deterioro de la infraestructura y por una reducción en la financiación y en la productividad científica. Como consecuencia, muchos investigadores y científicos emigraron en busca de mejores condiciones de vida y de trabajo. Además, con el colapso de la URSS, si bien Rusia heredó el mayor complejo de armas de destrucción masiva del mundo, el apoyo gubernamental para su mantenimiento se vio limitado. La industria de defensa rusa se ha enfrentado a recortes presupuestarios, pérdida de prioridad estatal y deterioro de las condiciones laborales. En este contexto, si bien no existen datos exhaustivos y precisos sobre la emigración de capital humano estratégico, diversos profesionales especializados en armamento dejaron el país.

El análisis de la literatura tuvo como objetivo revelar que las consecuencias de la emigración de especialistas de la industria de defensa rusa en la década de 1990 se interpretaron de manera heterogénea, reflejando tanto los intereses de los países occidentales como distintas concepciones de la seguridad internacional y la migración cualificada. Para Rusia, la principal consecuencia mencionada fue la pérdida del capital científico acumulado durante el período soviético, aunque algunos estudios consideran posibles repercusiones positivas si estos expertos regresaran al país o mantuvieran la cooperación a distancia. A nivel internacional, la atención se centró principalmente en el riesgo de que parte de estos migrantes pueda contribuir a los programas militares de Estados considerados parias, lo que podría favorecer la proliferación de ADM, aunque algunos estudios minimizan este peligro. En general, casi toda la literatura analizada se centró en las implicaciones de este flujo para el régimen internacional de no proliferación.

El análisis del caso ruso —el más explorado en la literatura, aunque con un número limitado de estudios— contribuye a ampliar la comprensión del fenómeno y de las repercusiones de

la emigración cualificada en la defensa nacional de países del Sur Global, incluido Brasil. Aunque a menor escala y en un contexto distinto, la industria de defensa brasileña se ha enfrentado, en la última década, a algunos de los desafíos observados en Rusia en la década de 1990, como el desfase tecnológico de sus Fuerzas Armadas, las desigualdades tecnológicas internacionales y las restricciones presupuestarias (Brasil, 2020; Brum, 2025). Además, la crisis económica y política que experimentó el país a partir del 2014 impactó negativamente a los sectores industrial y científico (Oliveira, 2019), lo que contribuyó a la intensificación de la emigración de brasileños, incluidos profesionales cualificados (Brum, 2024).

Futuros estudios podrían profundizar en la comprensión de la emigración cualificada de profesionales que trabajan en la industria de la defensa, así como sus implicaciones para sus países de origen, especialmente en países en desarrollo, como Brasil, cuyas Bases Industriales de Defensa se enfrentan a importantes desafíos estructurales. En ese sentido, resultan fundamentales los análisis que tengan en cuenta las particularidades de estos países y los desafíos asociados a la integración de sus industrias de defensa en el mercado internacional. En el caso de Rusia, se necesitan estudios que analicen las repercusiones a largo plazo de este flujo migratorio en los esfuerzos por revitalizar su industria de defensa en las décadas siguientes. Por último, se recomienda precaución al aplicar automáticamente marcos teóricos de migración internacional al análisis de la emigración cualificada en el sector de defensa, una vez que este ámbito tiene particularidades relevantes, al ser estratégico para la seguridad nacional y, por lo tanto, requiere un enfoque analítico propio.

## REFERENCIAS

ALESHKOVSKI, I.; GASPARISHVILI, A.; GREBENYUK, A. The changing landscape of Russia's emigration from 1990 to 2020: Trends and determinants. **Journal of Globalization Studies**, v. 14, n. 1, p. 42-65, 2023. DOI: <https://doi.org/10.30884/jogs/2023.01.04>.

ALESHKOVSKI, I.; GREBENYUK, A.; VOROBYEVA, O. The evolution of Russian emigration in the post-soviet period. **Social Evolution & History**, v. 17, n. 2, p. 140-155, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30884/seh/2018.02.09>.

ALMEIDA, M. E. O desenvolvimento biológico em conexão com a guerra. **PHYSIS: Revista de Saúde Coletiva**, v. 17, n. 3, p. 545-564, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312007000300008>.

AREF'EV, A. L.; SHEREGI, F. E. Migration structure of Russian intellectuals within the academic and industry environment. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, v. 6, n. 4, s.4, p. 39-48, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n4s4p39>.

AZEVEDO, C. E. F. Os elementos de análise da cultura de inovação no setor de Defesa e seu modelo tridimensional. **Coleção Meira Mattos**, v. 12, n. 45, p. 145-167, 2018.

AZEVEDO, C. E. F.; BORBA, G. A.; ARAÚJO, L. E. Desafios para a política de inovação no setor de defesa brasileiro: óbices e barreiras culturais e estruturais. **Revista da Escola de Guerra Naval**, v. 27, n. 1, p. 121-160, 2021.

BALL, D. Y.; GERBER, T. P. Russian scientists and rogue states: does western assistance reduce the proliferation threat? **International Security**, v. 29, n. 4, p. 50-77, 2005.

BOETTKE, P. J. The Russian crisis: Perils and prospects for the pos-soviet transition. **The American Journal of Economics and Sociology**, v. 58, n. 3, p. 371-384, 1999.

BRANDI, M. C. La historia del brain drain. **CTS**, v. 3, n. 7, p. 65-85, 2006.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado\\_e\\_defesa/pnd\\_end\\_congresso\\_.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/pnd_end_congresso_.pdf). Acessado em: 16 abr. 2026.

BRUM, A. G. A história das políticas do Brasil para sua diáspora científica e tecnológica. **Revista Educação e Políticas em Debate**, v. 13, n. 2, p. 1-20, 2024. <https://doi.org/10.14393/REPOD-v13n2a2024-70518>.

BRUM, A. G. O papel da ciência, tecnologia e inovação (CT&I) na política de defesa do Brasil: uma análise dos documentos estratégicos brasileiros. **Tempo do Mundo**, n. 37, p. 81-107, 2025. <https://dx.doi.org/10.38116/rtm37art3>.

BRZOZOWSKI, J. Brain drain or brain gain? The new economics of brain drain reconsidered. **SSRN Electronic Journal**, 2008. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1288043>.

CHAPMAN, G. An Introduction to the Revolution in Military Affairs. In: Amaldi Conference on Problems in Global Security, 15., Helsinki, 2003.

CIUMASU, I. M. Turning brain drain into brain networking. **Science and Public Policy**, v. 37, n. 2, p. 135-146, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3152/030234210X489572>.

COHEN, E. A. Technology and Warfare. In: BAYLIS, J.; WIRTZ, J. J.; GRAY, C. S. (ed.). **Strategy in the Contemporary World**. 6. ed. Oxford: Oxford University Press, 2019. p. 127-143.

CRUZ, E. P. *et al.* Diáspora acadêmica brasileira: Perfil e mobilidade de pesquisadores no exterior. **Educação: Teoria e Prática**, v. 35, n. 69, 2025. DOI: <https://doi.org/10.18675/1981-8106.v35.n.69.s18144>.

DAUGELIENE, R.; MARCINKEVICIENE, R. Brain circulation: Theoretical considerations. **Engineering Economics**, v. 63, n. 3, p. 49-57, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.ee.63.3.11646>.

DAVIS, C. Country survey XVI the defence sector in the economy of a declining superpower: Soviet Union and Russia, 1965-2001. **Defence and Peace Economics**, v. 13, n. 3, p. 145-177, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/10242690210978>.

DUARTE, E. E. **Estudos estratégicos**. Curitiba: InterSaberes, 2020.

DEZHINA, I.; GRAHAM, L. Russian basic science after ten years of transition and foreign support. **Carnegie Endowment for International Peace**, n. 24, p. 1-38, 2002.

EDMOND, C. Post Soviet Russia: Challenges to transition and modernization. **Political Science & Geography Faculty Publications**, v. 70, p. 1-30, 2025. DOI: <https://doi.org/10.25776/eqb5-5a12>.

ELO, M.; AMAN, R.; TÄUBE, F. Female migrants and brain waste – A conceptual challenge with societal implications. **International Migration**, v. 63, n. 1, e12783, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/imig.12783>.

FOMIN, E.; OSWALD, I.; VORONKOV, V. **Armament, Migration, and Brain Drain**. The military industrial complex and scientific institutions in Russia. St. Petersburg: Centre for Independent Social Research, 1995.

FRANÇA, T.; PADILLA, B. ¿Por qué seguimos estudiando y debatiendo la movilidad académica internacional? In: AUPETIT, S. D.; FRANÇA, T.; PADILLA, B. (ed.). **Geoestrategia de la internacionalización y espacialidad de las migraciones académicas**. Ciudad de México: UDUAL, 2019. p. 15-24.

GANGULI, I. Scientific brain drain and human capital formation after the end of the Soviet Union. **International Migration**, v. 52, n. 5, p. 95-110, 2014.

GOKHBERG, L.; NEKIPELOVA, E. International migration of scientists and engineers in Russia. In: ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **International mobility of the highly skilled**. Paris: OECD, 2001. p. 177-188.

HOUNSHELL, D. The Cold War, RAND, and the generation of knowledge, 1946-1962. **Historical studies in the physical and biological sciences**, v. 27, n. 2, p. 237-267, 1997. DOI: <https://doi.org/10.2307/27757779>.

HYMANS, J. E. C. **Beautiful stranger**: The proliferation implications of footloose nuclear scientists. Washington, D.C.: APSA, 2010.

JÖNS, H. Transnational mobility and the spaces of knowledge production: A comparison of global patterns, motivations and collaborations in different academic fields. **Social geography**, v. 2, n. 2, p. 97-114, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5194/sg-2-97-2007>.

KATSVA, M. Weapons of mass destruction brain drain from Russia: Problems and perspectives. **The Journal of Slavic Military Studies**, v. 13, n. 1, p. 46-67, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1080/13518040008430427>.

KONE, Z. L.; ÖZDEN, Ç. Brain drain, gain and circulation. In: REINERT, K. A. (ed.). **Handbook of Globalization and Development**. Cheltenham: Edward Elgar, 2017. p. 349-370.

KOROBKOV, A. V.; ZAIONCHKOVSKAIA, Z. A. Russian brain drain: myths v. reality. **Communist and Post-Communist Studies**, v. 45, n. 3-4, p. 327-341, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postcomstud.2012.07.012>.

KOROGLU, B. A.; ECERAL, T. O. Human capital and innovation capacity of firms in defense and aviation industry in Ankara. **Procedia**, v. 195, p. 1583-1592, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.196>.

KOUBI, V. Military Technology Races. **International Organization**, v. 53, n. 3, p. 537-565, 1999.

KRAMER, M. Demilitarizing Russian weapons scientists: The challenge. *In*: SOKOLSKI, H. D.; RIISAGER, T. (ed.). **Beyond Nunn-Lugar**: Curbing the next wave of weapons proliferation threats from Russia. Carlisle: US Army War College, 2002. p. 115-194.

KRAMER, M. Military conversion and economic reform: Implications for the Post-Soviet Era. **The RUSI Journal**, v. 137, n. 2, p. 43-49, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1080/03071849208445587>.

LONGO, W. P. Tecnologia militar: Conceituação, importância e cerceamento. **Tensões Mundiais**, v. 3, n. 5, p. 111-143, 2007. DOI: <https://doi.org/10.33956/tensoesmundiais.v3i5.722>.

MALLIK, A. **Technology and security in the 21st century**: a demand-side perspective. Solna: Sipri, 2004.

MARKOWSKI, S.; HALL, P.; WYLLIE, R. (ed.). **Defence Procurement and Industry Policy**: a small country perspective. London: Routledge, 2010.

MARSH, R. R.; OYELERE, R. U. Global migration of talent: Drain, gain, and transnational impacts. *In*: DASSIN, J. R.; MARSH, R. R.; MAWER, M. (ed.). **International Scholarships in Higher Education**: Pathways to Social Change. London: Palgrave Macmillan, 2018. p. 209-234.

MEDEIROS, C. A. O desenvolvimento tecnológico americano no pós-guerra como um empreendimento militar. *In*: FIORI, J. L. (org.). **O poder americano**. Petrópolis: Vozes, 2004. p. 225-262.

MEYER, J.; BROWN, M. **Scientific diasporas**: a new approach to the brain drain. Paris: Unesco, 1999.

MINAKOV, M. The de-modernization current: An approach to understand ethical and political challenges. *In*: TURCHYNOSKY, O. B.; ORYSYA, B. (ed.). **Ethics & Global Political Theory**: the encyclical letter caritas in veritate and critical perspectives on integral human development. Lviv: Ukrainian Catholic University Press, 2016. p. 62-78.

MOODY, R. A. Report: Reexamining brain drain from the former Soviet Union. **The Nonproliferation Review**, v. 3, n. 3, p. 92-97, 1996.

OLIVEIRA, T. As políticas científicas na era do conhecimento: Uma análise de conjuntura sobre o ecossistema científico global. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 24, n. 1, p. 191-215, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-5344/3520>.

PAARLBERG, R. L. Knowledge as power: Science, military dominance, and US security. **International Security**, v. 29, n. 1, p. 122-151, 2004.

PARACHINI, J. V. *et al.* **Diversion of nuclear, biological, and chemical weapons expertise from the former Soviet Union**: understanding an evolving problem. Santa Monica: RAND Corporation, 2005.

RABKIN, Y. M.; MIRSKAYA, E. Z. Science and scientists in post-Soviet disunion. **Social Science Information**, v. 32, n. 4, p. 553-579, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1177/053901893032004002>.

REITZ, J. G. Immigrant skill utilization in the Canadian labour market: Implications of human capital research. **Journal of International Migration and Integration**, v. 2, p. 347-378, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12134-001-1004-1>.

RIZVI, F. Rethinking “brain drain” in the era of globalisation. **Asia Pacific Journal of Education**, v. 25, n. 2, p. 175-192, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/02188790500337965>.

ROLAND, A. Science, technology, and war. **Technology and Culture**, v. 36, n. 2, p. 83-100, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2307/3106691>.

SANTOS, A. N. (coord.). **Fuga de cérebros, circulação internacional da ciência e diáspora científica de pesquisadores brasileiros**: contribuições para o debate. São Paulo: CEMJ, 2021.

SARJITO, A. The impact of changes in international dynamics on defense policy. **Jurnal Administrasi Publik & Bisnis**, v. 5, n. 2, p. 63-70, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36917/japabis.v5i2.89>.

SAXENIAN, A. Brain circulation. How high-skill immigration makes everyone better off. **The Brookings Review**, v. 20, n. 1, p. 28-31, 2002. DOI: <https://doi.org/10.2307/20081018>.

SCHMIDT, F. H. Ciência, tecnologia e inovação em Defesa: Notas sobre o caso do Brasil. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, n. 24, p. 37-50, 2013.

SCOTT, L. M. Strategic Human Capital: Preserving a Vital National Asset. **Strategic Forum**, n. 116, p. 1-5, 1997.

SHALKOVSKIY, V. **An analysis of the brain drain phenomenon in the field of development of chemical and biological weapons in Russia during the 1990s**. Tese (Doutorado) – Naval Postgraduate School, Monterey, 2002.

SHKOLNIKOV, V. D. **Potential Energy**: Emergent Emigration of Highly Qualified Manpower from the Former Soviet Union. Santa Monica: RAND, 1995.

SHKOLNIKOV, V. D. **Scientific Bodies in Motion**: The Domestic and International Consequences of the Current and Emergent Brain Drain from the Former USSR. Santa Monica: RAND, 1994.

SILVA, P. F. Governança da Base Industrial de Defesa: Panorama sobre a relação entre CT&I e poder militar na atualidade. **Revista Brasileira de Estudos Estratégicos**, v. 14, n. 28, p. 155-174, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29327/230731.14.28-7>.

SILVA, Y. G. S. *et al.* Mapeamento da Base Industrial de Defesa: Análise de conteúdo comparada do modelo RARBID. **Coleção Meira Mattos**, v. 19, n. 66, p. 497-521, 2025.

STANLEY, R.; LOCK, P.; GONSCHAR, K. **The migration of scientists and engineers from the former Soviet Union**: will it lead to weapons proliferation? Berlim: Berghof Foundation, 1992.

YEGOROV, I. Post-Soviet science: Difficulties in the transformation of the R&D systems in Russia and Ukraine. **Research Policy**, v. 38, n. 4, p. 600-609, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.010>.