

Carlos Martí Sempere

Doctor en Seguridad Internacional. Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado.

Correo: cmartise@isdefe.es

UNA VISIÓN EVOLUCIONISTA DE LA DEFENSA

Resumen

Este artículo analiza la cuestión de la defensa desde el punto de vista de la economía evolutiva. Para ello, se aplican los aspectos clave de esta teoría al problema de la defensa, es decir, al desarrollo de capacidades militares para proteger de forma eficiente a la sociedad de posibles amenazas externas en un marco caracterizado por la incertidumbre y la racionalidad limitada de los actores. El artículo describe la forma evolutiva mediante la cual se obtienen estas capacidades, incluidos los medios que precisan para su funcionamiento. Finalmente, se discuten las consecuencias que se infieren de este análisis, así como las implicaciones prácticas que se derivan del mismo.

Palabras clave

Economía evolutiva, capacidades militares, tecnología, industria.

Abstract

This paper analyses the defence case from the point of view of evolutionary economics. For such purpose the main findings of this theory are applied to this question, i.e. the development of military capabilities with the aim of efficiently protecting society from external threats in a framework of uncertainty and bounded rationality of agents. The paper describes the evolutive way in which the capabilities are achieved, including the means required by them. Finally, the conclusions that can be inferred from this analysis and the practical implications that can be derived are discussed.

KeyWords

Evolutionary economics, military capabilities, technology, industry.

UNA VISIÓN EVOLUCIONISTA DE LA DEFENSA

I. INTRODUCCIÓN

La defensa es una actividad que tiene como fin la protección de los intereses nacionales, cualesquiera que sean estos. Uno de sus elementos esenciales es la capacidad de coerción para influir en las intenciones y el comportamiento de un adversario potencial y así impedir que dichos intereses queden comprometidos. Si bien esta coerción puede tomar diversas formas, como las sanciones de tipo diplomático o económico, una especialmente relevante es el empleo de la violencia, actividad que es competencia tradicional de las fuerzas armadas y de los Ministerios de Defensa.

Este artículo aborda la forma de obtener las capacidades militares que soportan esta misión desde la perspectiva de la economía evolutiva, pues su análisis, basado en esta teoría, arroja nueva luz sobre este tema y permite desentrañar algunos de los problemas asociados a la gestión eficiente de la defensa, es decir, de forma que estas capacidades proporcionen la mejor seguridad al menor coste. En él se podrá ver cómo estas capacidades evolucionan a través de procesos de cambio endógenos que alteran la estructura, procedimientos y medios empleados en defensa.

Para responder a este objetivo el artículo se organiza de la siguiente forma. En primer lugar, se hace una breve revisión de los conceptos clave de la economía evolutiva. En segundo lugar, se examinan dos tipos de métodos o tecnologías que emplea el ser humano para afrontar los problemas que se interponen en la consecución de sus objetivos. En tercer lugar, se analiza cómo las fuerzas armadas obtienen las capacidades militares. En cuarto lugar, se examina la obtención de los medios que precisan estas capacidades, actividad en la que la industria desempeña un papel importante. En quinto lugar, se discute las consecuencias de esta forma de proceder, señalando algunos de los problemas que plantea. En sexto lugar, se examinan las implicaciones prácticas. Por último se presentan unas breves conclusiones.

2. CONCEPTOS CLAVE DE LA ECONOMÍA EVOLUTIVA

Pero antes de proceder a describir la obtención de capacidades es interesante examinar el origen y los conceptos clave de esta teoría. Thorstein Veblen, Joseph Schumpeter y, en menor medida, Frederick Hayek fueron los precursores de esta teoría

cuya formación se inició a principios del siglo XX. Sin embargo, el mayor impulso se produjo en la década de los sesenta gracias a las contribuciones de académicos como Richard Nelson, Sydney Winter, Kenneth Arrow, Giovanni Dosi, John Metcalfe, Richard Langlois, Joseph Stiglitz o Herbert Simon, por nombrar a los más conocidos.

Dos aspectos son claves en esta teoría.¹ El primero es que no presupone un comportamiento completamente racional de los actores, al considerar que su conocimiento de la realidad es imperfecto.² En otras palabras, esta teoría considera una racionalidad limitada de los agentes, según el concepto de Herbert Simon, debido a su desconocimiento y a sus restricciones para procesar la información,³ lo que les conduce a una comprensión incorrecta de la realidad y a tomar decisiones inadecuadas. Además, la decisión económica más eficiente puede estar mediatizada por factores sociales o institucionales. Esto hace que lograr una respuesta mejor, o una mayor eficiencia, frente a una necesidad, requiera de un proceso de descubrimiento o aprendizaje lento y costoso. (Jalonado de errores)

El segundo aspecto es su enfoque dinámico que considera que la situación actual es fruto del pasado y de cómo éste ha evolucionado. En este sentido, esta teoría examina como se producen variaciones sobre la situación actual y los mecanismos por los cuales algunas de estas variaciones permanecen y se difunden, mientras que otras acaban por desaparecer.

En ambos aspectos, esta teoría difiere substancialmente de la economía neoclásica centrada en el análisis de las situaciones de equilibrio en un marco de competencia perfecta donde los actores tienen conocimiento suficiente para tomar decisiones que maximicen su utilidad, y donde la historia carece de un papel relevante para explicar lo que está ocurriendo. Sin embargo, el enfoque evolutivo permite esclarecer fenómenos de difícil explicación cuando se usan las herramientas de la teoría neoclásica.

La economía evolutiva puede verse como una teoría de cómo la sociedad aprende a dotarse de capacidades para afrontar mejor los problemas que plantea la consecución de sus objetivos, desarrollando mejores métodos. Este aprendizaje termina, en muchos

1 Una descripción breve de esta teoría puede encontrarse en Dosi, Giovanni y Richard Nelson. "An introduction to evolutionary theories in economics." *Evolutionary economics*, 1994: 153-172. Una explicación más extensa se puede encontrar en Nelson, Richard, and Sydney Winter. *An evolutionary theory of economic change*. The Belknap Press, 1982.

2 El carácter complejo de la realidad, en la que intervienen múltiples actores, hace que ésta se comporte con frecuencia de forma no lineal y aleatoria, debido a las diferentes realimentaciones de los actores (positivas y negativas) cuya interacción puede conducir bien a una situación estable, bien a una situación inestable o aleatoria. Esto hace que obtener una predicción fiable sea con frecuencia difícil.

3 Esto se debe a la limitada capacidad de predicción y cálculo del ser humano basado a menudo en ideologías, modelos o construcciones mentales incorrectas. Sobre esta cuestión, ver Simon, H. A. *Rational decision-making in business organizations*. Nobel Memorial Lecture. Stockholm. 1978.

casos, por converger en algunos repertorios o comportamientos (rutinas) caracterizados por una eficiencia superior. Este proceso se realiza mediante adaptaciones temporales e imperfectas (o poco óptimas), basadas en las oportunidades y restricciones que ofrece el contexto, y suelen ir acompañados, de forma sistemática, por un buen número de errores, intentos y descubrimientos.⁴ Dicho con otras palabras, esta teoría analiza el proceso acumulativo por el cual el ser humano adopta los medios para lograr sus fines.

Este proceso de aprendizaje, por el cual se obtiene una nueva capacidad, se construye a partir del presente, es decir, realizando modificaciones sobre las capacidades actuales. El punto del que se parte y el camino seguido en la exploración determinan el resultado final. La búsqueda puede estar dictada por métodos heurísticos,⁵ conjeturas con una mayor o menor base o, en última instancia, el simple azar. En este contexto, se puede alcanzar una capacidad localmente óptima, pero puede haber mejores capacidades mejores que no lleguen a obtenerse al no haberse explorado. Esto se puede ver con más claridad en el ejemplo de la figura I donde se representa la utilidad de una solución (Eje Z) respecto a dos parámetros internos (Ejes X e Y). La búsqueda de la mejor opción, si se realiza en el cuadrante inferior izquierda, solo permitirá alcanzar un óptimo local, siendo necesario trasladarse hasta el centro de la figura para obtener un óptimo global.

Es decir, el resultado final está condicionado por el camino de exploración seguido.⁶

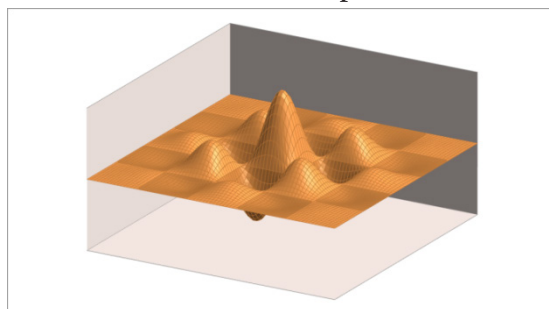


Figura I. Un ejemplo del campo rugoso de la innovación.

Este proceso de cambio tiene un carácter permanente debido a varias razones. En primer lugar, porque el cambio histórico en el sistema socioeconómico suele imponer cambios exógenos sobre el contexto económico, lo que plantea a los actores nuevos problemas, poco familiares, que difieren de los del pasado.⁷ En segundo lugar, porque

4 Dosi, Giovanni y Richard Nelson. "An introduction to evolutionary theories in economics." *Evolutionary economics*, 1994: 153-172.

5 Aunque la lógica y la deducción son especialmente útiles para intuir los caminos más prometedores, esto no es suficiente y será necesario probar si las hipótesis son las correctas en algún momento.

6 Sobre este tema ver David, P. A. "Path Dependence, its critics and the quest for 'historical economics'" in *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas: Past and Present*, edited by P. Garrouste and S. Ioannides. England: Edward Elgar Publishing, Cheltenham. 2000.

7 Nelson, Richard. "What enables rapid economic progress: what are the needed institutions?"

el propio proceso de adaptación suele acabar afectando a los propios fines, por lo que estos, en última instancia, variarán. En tercer lugar, porque la imposibilidad de garantizar la optimalidad de estas capacidades hace que siempre existen oportunidades teóricas para descubrir otras mejores.

La figura II puede servir de ejemplo. Si se ha encontrado un óptimo global en la figura I, un cambio del contexto geoestratégico puede llevar a que el óptimo se desplace a la derecha, por lo que será preciso encontrar otra solución. Un ejemplo de esta situación podría ser el desarrollo del avión *Eurofighter* previsto inicialmente para un conflicto con el Pacto de Varsovia, amenaza que desapareció con la disolución de la Unión Soviética. Igualmente ocurrió con el desarrollo de la fragata F-100 originalmente orientada a la lucha antisubmarina y que, con la desaparición de la V Escuadra del Mediterráneo, se reorientó a una fragata de lucha antiaérea al considerar que la principal amenaza vendría desde el aire. Igualmente, la firma del tratado de prohibición de armas químicas dejó sin valor los grandes arsenales de estas armas acumulados en la Guerra Fría por las grandes superpotencias, centrándose en el nuevo marco en la protección frente a ataques de ciertas naciones y grupos terroristas.

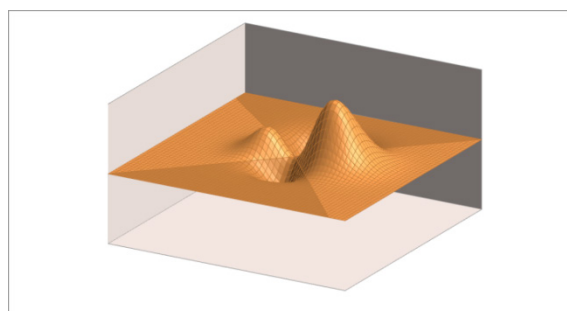


Figura II. Un ejemplo del campo rugoso de la innovación.

Conceptualmente, esta teoría es deudora de la teoría evolutiva de Darwin, aunque muestra ciertas diferencias. En ésta, las capacidades –recogidas en forma de una organización, unos procedimientos y unos medios materiales– constituyen el material genético sobre el que se producen mutaciones que, a través de un mecanismo de selección, permiten adaptaciones que ayuden a alcanzar mejor los objetivos de la organización. En efecto, si estos cambios son positivos, es decir, facilitan la consecución de dichos objetivos, permanecerán y se difundirán, mientras que si lo dificultan, acabarán por desaparecer con el tiempo.

Esta teoría también es deudora de los avances acaecidos en los sistemas de información, pues estos han permitido modelar y analizar, mediante programas de simulación, el complejo fenómeno del cambio económico. Los resultados obtenidos

con estos programas han confirmado la validez de los modelos evolutivos al reproducir, de forma estadística, situaciones similares a las observadas en la realidad.

3. TECNOLOGÍAS FÍSICAS Y SOCIALES

Los métodos, técnicas y procedimientos que sufren este proceso de cambio endógeno pueden clasificarse en dos tipos especialmente relevantes.⁸ El primero es el que se denomina tecnologías físicas, es decir, aquellos métodos cuya descripción puede abstraerse de la división del trabajo.

El segundo es el que se denomina tecnologías sociales, es decir, las relacionadas con la división del trabajo y la coordinación de los actores.⁹ Estas últimas se requieren cuando las acciones e interacciones de los agentes tienen una gran influencia sobre el resultado final alcanzado. Estas tecnologías dan lugar a instituciones y quedan formalmente recogidas en leyes, normas, reglas, mecanismos y estructuras de gobierno, e informalmente en modos habituales de organizarse y negociar.

La evolución conjunta de ambas tecnologías es necesaria para lograr capacidades mejores. Por ejemplo, ciertas tecnologías sociales como la organización estatal, la recaudación de impuestos, o las instituciones financieras de crédito fueron esenciales para soportar las campañas militares de Carlos V y Felipe II, en un marco en el que las armas de fuego habían aumentado considerablemente el coste de dichas campañas.¹⁰ El concepto de nación en armas de la revolución francesa permitió la recluta universal, o *levée en masse*, que sería fundamental para sustentar las extensas campañas militares de Napoleón Bonaparte en Europa.

Y el desarrollo de la empresa como gran unidad de producción de bienes, durante la revolución industrial del siglo XIX, sería fundamental para abastecer los grandes ejércitos movilizadas en la I Guerra Mundial.

Por el contrario, el fallo de cualquiera de ellas puede dar al traste con una capacidad como le ocurrió, por ejemplo, al ejército de Saddam Hussein en la primera Guerra del Golfo donde, a pesar de disponer de material soviético de buena calidad, no demostró una gran eficacia en el campo de operaciones, debido a la escasa profesionalización y una estructura rígida y autoritaria con poco espacio para la iniciativa y para responder rápidamente ante circunstancias imprevistas.

8 *Ibid.*

9 Nelson, R., y K. Nelson. "Technology, institutions, and innovation systems" *Research Policy* 2002: 265–272.

10 North, Douglas. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press, 1990.

Otro ejemplo fue el pobre desempeño de las fuerzas terrestres argentinas en las islas Malvinas que sugiere una falta de cohesión entre los diferentes niveles de sus unidades. Igualmente, los aliados, en comparación con los alemanes, rara vez mostraron capacidades organizativas y flexibilidad para hacer pleno uso de los grandes recursos que dispusieron en la II Guerra Mundial.¹¹

4. EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CAPACIDADES MILITARES

Una observación detallada de cómo se obtienen las capacidades militares muestra que se trata de un proceso con un carácter marcadamente evolutivo. Los ejércitos, a través del desarrollo de estructuras organizativas, de procedimientos de operación (doctrina) y de equipos y sistemas, desarrollan capacidades que marcan la diferencia con respecto a las de sus posibles adversarios.

Este proceso se efectúa a partir de variaciones sobre las capacidades existentes y la elección de las alternativas con mejor comportamiento en el campo de operaciones. Las que demuestran ser más aptas tenderán a difundirse y extenderse, mientras que las que demuestren un mal funcionamiento tenderán a ser menos usadas y a desaparecer en última instancia. Por ejemplo, la defensa basada en los castillos medievales quedó obsoleta con el desarrollo de la artillería; y las posibilidades del avión para localizar y atacar la flota enemiga, mediante bombas y torpedos, antes de su avistamiento, potenciaron la difusión del portaaviones que acabó por desplazar al acorazado como buque insignia de las flotas navales.

La defensa aérea desarrollada por el Reino Unido, a comienzos de la II Guerra Mundial, sería otro ejemplo de capacidad militar. Esta capacidad estaba constituida por un centro de mando, unos equipos radar para vigilar el espacio aéreo, un sistema de comunicaciones, y unos aviones de combate dotados de radio para interceptar y repeler los ataques aéreos de la *Luftwaffe*. El despliegue de esta capacidad requirió de tecnologías físicas clave como equipos para la detección y alerta temprana a través de señales radioeléctricas, así como equipos de comunicaciones tierra-aire y aire-aire en la banda UHF.¹²

Un tercer ejemplo sería el desarrollo de las operaciones anfibia durante la II Guerra Mundial en el Pacífico que permitían un rápido desembarco de las tropas sobre tierra firme con oposición. Esta nueva forma de operar requirió tanto el desarrollo de una

¹¹ Millet, A. R., W. Murray, and K. H. Watman. "The Effectiveness of Military Organisations." *International Security*, 1986: 37-71.

¹² Los equipos de detección inicial se basaban en el sonido, pero su limitado alcance hizo que se desecharan por el uso de señales radioeléctricas.

doctrina para este tipo de operaciones como el desarrollo de lanchas de desembarco y tractores anfibios adaptados de diseños civiles.¹³

El proceso de obtención de estas capacidades consume una parte importante de los recursos destinados a la defensa. Así, por ejemplo, los EE.UU. invirtieron en actividades de I+D en 2013 la cantidad de \$69.400 millones según el Departamento de Defensa. Esta cifra corresponde a un 9,95% de su presupuesto, y supone más de la mitad del gasto público en I+D según datos de Eurostat como se puede ver en la figura III.

Vamos a examinar a continuación con detalle los tres elementos clave de la economía evolutiva en el marco de la obtención de capacidades militares: la generación de variedad, el proceso de elección, y el proceso de replicación o difusión de una capacidad.

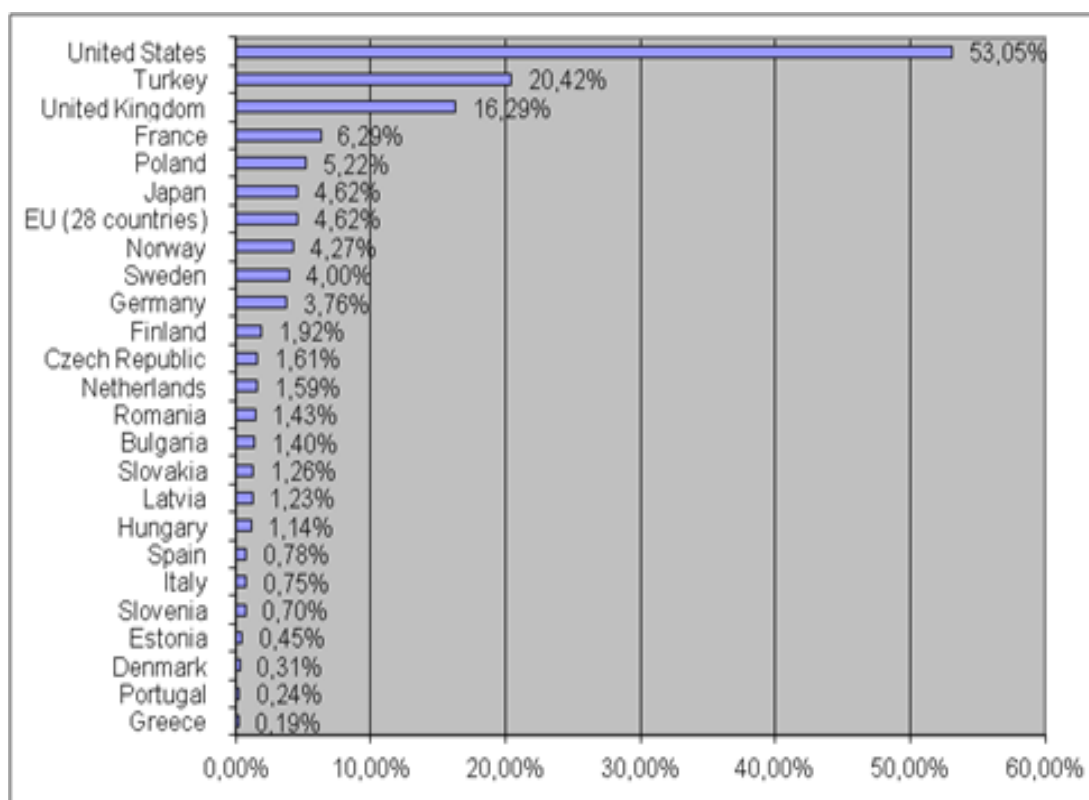


Figura III. Porcentaje de los desembolsos en I+D de los gobiernos para la defensa (2013). Fuente: Eurostat.

13 Martí, Carlos. *Tecnología de la defensa. Un análisis de la situación española*. Madrid: Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado, 2006. p. 139.

4.1. La generación de variedad

La generación de variedad es un proceso deliberado que surge de la percepción de las limitaciones y escasa eficiencia de una capacidad militar actual, lo que invita a experimentar con nuevas formas de realizar las operaciones. Por ejemplo, la necesidad de comunicarse de forma rápida y fiable daría lugar al uso de banderas, estandartes y mensajeros. Pero su limitado alcance o su lenta transmisión, hizo que se sustituyeran por telégrafos ópticos a finales del siglo XVIII. El impacto de la meteorología sobre las prestaciones de estos telégrafos, hizo que fueran reemplazados por líneas de telégrafos sobre cable eléctrico a mitad del siglo XIX, y finalmente por líneas de teléfono que permitían la transmisión de voz a finales de ese siglo. Posteriormente, el desarrollo de la telegrafía sin hilos y el radioteléfono en el siglo XX, permitió eliminar la costosa y poco flexible infraestructura que precisaban las comunicaciones anteriores.

Los incentivos para buscar nuevas alternativas están condicionados por diversos factores. En primer lugar, estos son mayores cuando se han identificado carencias importantes, como suele ocurrir tras producirse un fracaso militar que haya afectado seriamente a los intereses nacionales, como sería la derrota alemana de la I Guerra Mundial que le obligo a revisar sus operaciones terrestres, y que fue la semilla de sus grandes éxitos en la siguiente Guerra. En segundo lugar, estos crecen cuando el riesgo de conflicto armado es mayor. En tercer lugar, el incentivo puede proceder de la competencia interna entre las armas de un ejército, o entre ejércitos por ganar más peso en la defensa. Este sería, por ejemplo, el caso de los tres ejércitos de los Estados Unidos en su lucha por disponer de la capacidad nuclear durante la Guerra Fría lo que consiguieron todos en última instancia.

Por el contrario, el incentivo para promover el cambio será probablemente inferior cuando las inversiones en la obtención de una capacidad han sido elevadas, y estas se perderán, en cierta medida, si se efectúa dicho cambio. Esto mismo ocurre cuando la utilidad que ofrece el cambio está rodeada de incertidumbre, o cuando la nueva capacidad, exige cambios organizativos relevantes, costosos de implantar, es decir cuando se precisan también tecnologías sociales. Esto explica la inercia que se observa en las Fuerzas Armadas para modificar sus capacidades y la lentitud que se suele observar en la consolidación y difusión de una nueva capacidad. Esta resistencia de los ejércitos a nuevas armas, procedimientos y estructuras organizativas está confirmada históricamente.¹⁴

¹⁴ Ver por ejemplo Millet, A. R., W. Murray, and K. H. Watman. "The Effectiveness of Military Organisations." *International Security*, 1986: 37-71; y Elting E. Morison, "Gunfire at Sea: a case study of innovation" in id., *Men, Machines and Modern Times*, Cambridge, MA: MIT Press, pp 17-44. Pero quizá el caso más conocido sea el del Japón de Tokugawa que prohibió las armas de fuego en un intento de retener el monopolio de la violencia.

La gestación de una capacidad superior es ardua en cualquier caso. Las capacidades no se pueden evaluar fácilmente salvo que se prueben frente a un adversario capaz, lo cual no siempre es posible. Así, el misil *Patriot* estaba desde hacía seis años en el inventario del ejército norteamericano cuando falló en su primera prueba de combate durante la Guerra del Golfo.¹⁵ En tiempos de paz, las posibilidades quedan constreñidas a maniobras y ensayos que, aunque proporcionan información, no siempre se realizan en un entorno similar al que puede darse el campo de batalla.

Además, los recursos económicos para explorar soluciones, como la elaboración de nueva doctrina, pruebas en el campo de operaciones, desarrollo de nuevos equipos y sistemas, son considerablemente menores. Todo esto complica la gestación de variedad.

Esta exploración está también condicionada por el conocimiento disponible, ya que un mayor conocimiento científico (y tecnológico) permite conjeturar los efectos de las posibles alternativas con mayor precisión, evitando búsquedas más aleatorias que consumirán más tiempo y recursos. Es decir, el conocimiento proporciona heurísticas de búsqueda poderosas¹⁶ y allana el camino para encontrar nuevas soluciones.¹⁷ Un ejemplo de contribución del conocimiento para el desarrollo de avances significativos de la artillería sería los progresos de la física teórica de Galileo y Newton.

En ese sentido, el desarrollo de capacidades tendrá un coste mayor cuando los nuevos procedimientos se alejan más de las prácticas recientes, pues en estos casos el conocimiento será menor y mayor la probabilidad de cometer errores. Este hecho hace que la tendencia sea realizar cambios incrementales sobre los diseños tecnológicos e institucionales existentes. Peor, dado que los cambios suelen provocar conflictos internos se intenta a mantener, en la medida de lo posible, las rutinas establecidas con el fin de evitar los costes asociados al cambio.¹⁸

Conviene destacar que el desarrollo de nuevas capacidades y la integración de nuevas armas en las fuerzas armadas no siempre se reciben bien por los ejércitos, en particular cuando afectan a valores como recursos asignados, cometidos y responsabilidades,

15 Alic, J. A. *Trillions for Military Technology. How the Pentagon Innovates and Why it Costs so Much*. New York: Palgrave MacMillan, 2007. p. 20.

16 Nelson, Richard. "The role of knowledge in R&D efficiency." *The quarterly journal of economics* (O), 1982: 453-470.

17 Un mejor conocimiento permiten focalizar la búsqueda de aquellas opciones que mejorarán las capacidades militares, al poder identificar correlaciones entre variables de diseño y prestaciones o en el diseño de las pruebas. Sobre este tema ver Rosenberg, N. "Science, Invention and Economic Growth." *The Economic Journal*, 1974: 90-108.

18 Nelson, Richard. "The role of knowledge in R&D efficiency." *The quarterly journal of economics* (O), 1982: 453-470.

status dentro de la organización¹⁹ o el entorno social de una organización militar.²⁰ Éste fue el caso del carro de combate, el avión, el portaaviones y el submarino en muchas naciones.²¹ Y puede ser el de nuevos sistemas como los aviones UAV, sustitutos de aviones tripulados de vigilancia o de combate. Esta resistencia al cambio puede frenar o impedir la implantación de formas de operación eficientes y una mayor capacidad de coerción de las fuerzas armadas.

4.2. El proceso de selección

El proceso de selección se realiza en defensa de forma interna, o si se quiere burocrática, a diferencia de la selección de productos y servicios civiles en la que el mecanismo de mercado desempeña habitualmente un papel relevante. La decisión en estos casos se realiza de forma jerárquica dentro de la organización.

Este método, no obstante, es imperfecto, ya que la evaluación puede estar contaminada por los intereses particulares de los actores encargados de la elección. Esto es más improbable cuando actúa el mecanismo de mercado, donde la percepción agregada de un gran número de consumidores, garantiza una mayor imparcialidad y reduce el sesgo a la hora de elegir el producto que tiene mayor utilidad.²²

Los casos de selección fallida son múltiples. Un ejemplo paradigmático fue la decisión de emplear bombarderos estratégicos en la II Guerra Mundial en el frente occidental con el ánimo de acortar la guerra. Éste empleo se saldó con una gran pérdida de aviones de bombardeo y pilotos norteamericanos que no fue recompensada con los limitados efectos de sus ataques aéreos.

La restricción de volar en una senda recta y nivelada, para tener alguna esperanza de que las bombas cayeran próximas al objetivo, hizo que los aviones fueran vulnerables tanto a los cazas de combate, como al fuego de la artillería antiaérea.²³

19 Downs, A. *Bureaucratic Structure and Decisionmaking. Memorandum RM-4646-I-PR*. Santa Mónica, CA: RAND, 1966. p. 106.

20 Millet, A. R., W. Murray, and K. H. Watman. "The Effectiveness of Military Organisations." *International Security*, 1986: 37-71.

21 *Ibid.*

22 Nelson, R. R. and Winter, S. "In search of useful theory of innovation." *Research Policy*, 1977: 36-76, p. 68.

23 Alic, J. A. *Trillions for Military Technology. How the Pentagon Innovates and Why It Costs So Much*. New York: Palgrave MacMillan, 2007. p. 21, 23, 31 y 156.

4.3. La difusión de una capacidad

La expansión de una nueva capacidad suele llevar tiempo. Al principio, la capacidad es inmadura y sus beneficios no están excesivamente claros, lo que lentifica su difusión inicial. Pero, conforme se constata que supera a las empleadas en la actualidad, el proceso de cambio se acelera como muestra la figura IV.²⁴

Este sería, por ejemplo, el caso de la evolución de las armas de fuego en el campo de batalla. Al principio, los arcabuceros operaban con los piqueros, pero conforme se perfeccionaron estas armas y se verificaba su eficacia fue decreciendo el número de piqueros y aumentando los mosqueteros y fusileros en las columnas, hasta que la invención de la bayoneta acabó con los piqueros. Este proceso fue lento y duró en torno a los 250 años.²⁵

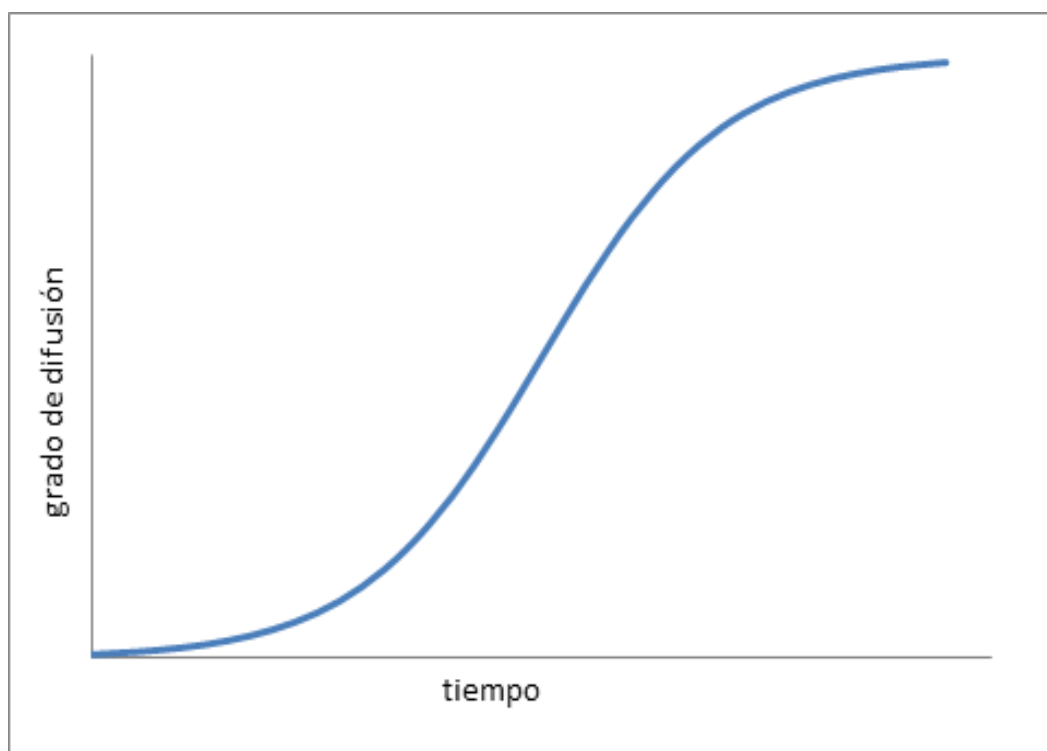


Figura IV. Curva típica de difusión de una tecnología.²⁶

24 Geroski, P. A. "Models of technology diffusion." *Research Policy*, 2000: 603-625.

25 Martí, Carlos. *Tecnología de la defensa. Un análisis de la situación española*. Madrid: Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado, 2006. p. 73 y siguientes.

26 Geroski, P. A. "Models of technology diffusion." *Research Policy*, 2000: 603-625.

La lenta difusión se debe también a las limitaciones de las fuerzas armadas para absorber el conocimiento que se precisa para copiar o imitar la nueva capacidad, así como del coste económico que conlleva que, aunque inferior al del innovador líder, no es en ningún caso irrelevante. Esta imitación requiere de diversas adaptaciones y cambios hasta lograr una eficiencia satisfactoria. En la práctica, este poder de absorción ha demostrado no ser muy grande, como se ha podido ver en el citado caso de Irak, probablemente debido a la dificultad de captar el conocimiento de las tecnologías físicas y sociales que alberga una capacidad militar incluido el conocimiento tácito encerrado en las mismas.²⁷

Este proceso de difusión e imitación puede acelerarse entre aliados cuando el uso de las mismas capacidades conlleva ventajas adicionales para todos, es decir, cuando estas generan externalidades positivas. Este es, por ejemplo, el caso de las naciones pertenecientes a la Alianza Atlántica, que obtienen ventajas importantes al usar una doctrina común y medios comunes como armas y equipos.

Este proceso continúa hasta que su extensión es tan amplia que las ventajas originales, en comparación con las que usan otros ejércitos, se tornan excesivamente pequeñas, al haber sido asimiladas o mejoradas por dichos ejércitos, lo que ralentiza su difusión y estimula la búsqueda de nuevas y diferentes capacidades.

Como corolario podemos decir que la evolución de una capacidad tiene un carácter interactivo y viene dictada tanto por lo que hace un ejército como lo que hagan sus adversarios potenciales.

5. LA PRODUCCIÓN DE LOS MEDIOS DE DEFENSA

Las capacidades militares requieren medios materiales para su concreción como, por ejemplo, carros de combate, aviones, fragatas o sistemas de mando y control. Estos medios determinan su utilidad en el campo de operación. Así, por ejemplo, los sistemas de mando y control permiten una mejor coordinación de las operaciones y como consecuencia aumentar el rendimiento de las fuerzas armadas; las plataformas terrestres, aéreas o navales permiten desplazar con rapidez a las fuerzas a aquellos puntos donde es necesaria su intervención, los sensores desplegados permiten localizar y averiguar, de forma temprana, la situación y las intenciones del adversario, y las armas guiadas permiten neutralizar de forma precisa y con mínimos daños en su entorno, los objetivos en el campo de operaciones.

27 Polanyi, M. *The Tacit Dimension*. University of Chicago Press. 1966.

Estos medios dan forma, en gran medida, a los procedimientos y estructuras organizativas de las capacidades. Así, por ejemplo, el ferrocarril sería un medio que revolucionaría la logística de los ejércitos de finales del siglo XIX al permitir el transporte barato de un gran volumen de material al frente de operaciones. Igualmente, la aparición de los aviones no tripulados (UAV), de sensores avanzados y de sistemas de comunicación ha modificado, de forma sustancial, la forma de obtener y distribuir la inteligencia en el campo de operaciones.

La necesidad de los ejércitos de poseer capacidades superiores a la de sus adversarios, como hemos visto, es el principal incentivo para diseñar y desarrollar los medios que mejoren de forma sustancial las capacidades militares. Si bien las fuerzas armadas son capaces de identificar las prestaciones que se precisan en el campo de operación, las empresas desempeñan también un papel especialmente relevante debido a su infraestructura tecnológica e industrial para diseñar y producir estos equipos con eficacia.

En este marco, las empresas tienen que desarrollar productos avanzados y tecnologías para su producción. Si la empresa obtiene un diseño exitoso, logrará obtener una posición monopolista en el mercado para ese equipo, dada la dificultad de sustituirlo por otro al ser productos especialmente diseñados a medida. Esto le garantizará la adjudicación de su producción y el aumento de su capacidad productiva y posiblemente un aumento de los recursos disponibles para soportar nuevas actividades de I+D, así como la obtención de rentas por un periodo de tiempo prolongado. Por el contrario, las empresas que no tengan éxito acabarán contrayéndose y si la falta de éxito persiste terminarán por abandonar el mercado.

En este contexto, las posibilidades de que las empresas sobrevivan y crezcan vienen determinadas por la calidad y el precio de los productos y servicios que ofrece en el mercado. No obstante, aprovechar estas oportunidades lo tiene que hacer la empresa dentro de un marco de restricciones financieras motivadas por el flujo de caja actual, los beneficios acumulados, o las expectativas de los inversores sobre los beneficios futuros de la compañía.²⁸ Es decir, la empresa tiene que actuar en un marco de riesgo e incertidumbre.

En esta actividad, la Administración y la empresa invierten sumas importantes. La primera en definir su necesidad, hacer estudios de viabilidad, financiar proyectos específicos de investigación y desarrollo, evaluar el producto final e integrarlo con nuevos procedimientos operativos para extraer el mayor partido a estos nuevos medios. La segunda en obtener una infraestructura de conocimiento y medios técnicos que le permita investigar y desarrollar un producto que finalmente tenga prestaciones superiores. La financiación de los proyectos específicos de investigación y el desarrollo

28 Dosi, Giovanni, and Richard Nelson. "An introduction to evolutionary theories in economics." *Evolutionary economics*, 1994: 153-172.

posterior suele ser completa, dado que los efectos de desbordamiento, es decir, la reutilización de las tecnologías obtenidas en otros sectores de la economía, no suelen ser grandes. Pues, en caso contrario, la industria no dispondría de los incentivos necesarios para poner a punto las nuevas tecnologías.

La figura V muestra claramente este hecho. En ella se ve, de forma aproximada, las diferentes trayectorias del flujo de caja de una empresa para una innovación civil y militar. En la primera, las inversiones de la empresa producen un gasto que solo se recuperará posteriormente. Es decir, esta inversión privada requiere un intervalo de tiempo para conseguir retornos. Mientras, en el campo militar, se reciben ingresos desde el principio una vez adjudicado el proyecto de investigación, aunque la regulación del mercado (y el propio éxito de su innovación) limita los beneficios económicos de la empresa sobre el suministro.

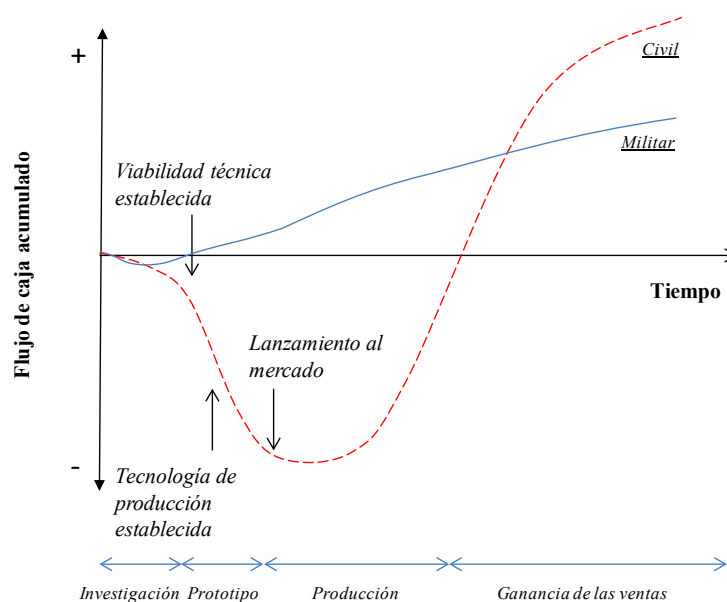


Figura V. Flujos de caja típicos de la innovación civil y militar.

A continuación examinamos, al igual que en las capacidades, cómo se materializan los tres elementos clave de la economía evolutiva.

5.1. La generación de diversidad

La generación de diversidad se lleva a cabo iniciando proyectos de investigación que permitan evaluar las prestaciones de las arquitecturas y diseños que resulten más apropiados para sostener una capacidad. En este sentido, la heterogeneidad de la industria permite una exploración más amplia del espectro, lo que favorece encontrar la tecnología que resulta más apropiada.

No obstante, este proceso conlleva consecuencias negativas para algunas empresas en forma de incumplimiento de expectativas, errores que producen no obstante externalidades positivas como la reutilización de los resultados por otras firmas o, en última instancia, la suspensión de pagos de aquellas que no logren un número mínimo de adjudicaciones.

Al igual que en la generación de capacidades, el proceso de búsqueda viene condicionado por los recursos, el conocimiento, y la infraestructura que posee la empresa. Esto acota su campo de exploración efectivo y explica por qué la exploración se realiza en zonas próximas al conocimiento y capacidades tecnológicas de la empresa, en base a los desarrollos que han tenido éxito en el pasado.

Si la búsqueda en ese entorno local no conduce a soluciones con una diferencia apreciable en prestaciones será preciso explorar alternativas más lejanas que, por su desconocimiento, aumentarán la incertidumbre sobre el éxito final. Así, por ejemplo, estas alternativas pueden caracterizarse por una arquitectura muy diferente, lo que puede plantear problemas organizativos importantes dentro de la empresa que dificultarán esta exploración.²⁹

Una forma de atenuar la incertidumbre en estos casos es imitar el diseño exitoso desarrollado por otra empresa. Sin embargo, este proceso tiene también su riesgo, pues esta imitación no suele resultar sencilla al no disponerse de todo el conocimiento. Esto se puede comprobar en los fallidos intentos de muchas naciones del mundo por imitar los diseños norteamericanos o europeos en armas avanzadas como aviones de combate y misiles.

La obtención de un primer diseño que muestre prestaciones interesantes, constituye un nuevo punto de partida para seguir explorando nuevas soluciones. Este proceso se guía por la identificación de desequilibrios en la solución, lo que orienta la búsqueda de diseños alternativos más eficaces.³⁰ Así, por ejemplo, las mejoras de alcance en el trabuco medieval planteó la necesidad de mejorar su precisión lo que se logró uniformando la forma y peso del proyectil de piedra.³¹ Igualmente, el descubrimiento de las armas de fuego permitió aumentar la capacidad para causar daños al adversario, pero la lentitud de su carga, que hacía vulnerable al tirador, hizo que se exploraran métodos para acelerarla como la invención de cartucho y, posteriormente, la recarga automática.

29 Henderson, R., and K. Clark. "Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms." *Administrative Science Quarterly*, 1990: 9-30.

30 Rosenberg, Nathan. "The direction of technological change: inducement mechanism and focusing devices." *Economic development and cultural change*, 1969, 1-24.

31 *Ibid.*

La fase de búsqueda de un diseño que sea claramente superior a otros, suele ser un periodo turbulento, en el que las empresas intentan entrar en el mercado ofreciendo sus diseños y prototipos a las Fuerzas Armadas con el objeto de lograr un contrato para desarrollo y producción. Una confirmación de esta turbulencia son los múltiples estudios y proyectos de I+D que se inician de los que solo unos pocos terminan con éxito.³²

En este marco, solo las empresas cuyo diseño sea elegido lograrán permanecer en ese segmento del mercado.

5.2. El proceso de selección

El proceso de selección sigue manteniendo un importante componente burocrático. Los requisitos establecidos por las fuerzas armadas constituyen el punto de partida y son ellas las que eligen a partir de los diseños presentados por las empresas. Esta elección está sujeta a su revisión tras su materialización en un prototipo y su evaluación operativa.

El diseño final que ofrecen las empresas es fruto de un proceso de elección interno. Este proceso requiere de una cuidadosa elección de los diferentes componentes para integrarlos de tal modo que satisfagan las necesidades operativas en la mayor medida. Este proceso hasta lograr un diseño aceptable y factible lleva tiempo y está sujeto a constantes errores y reconsideraciones.³³

5.3. El proceso de difusión

Las soluciones desarrolladas por las empresas y que demuestran una mayor aptitud serán imitadas inevitablemente por otros. Pero este proceso es complicado y costoso,³⁴ pues las empresas no disponen de la habilidad y experiencia para dominar las nuevas tecnologías asociadas al nuevo producto. Esto genera, como hemos visto, inercia en el proceso de difusión.

32 Sobre el elevado número de proyectos fallidos en defensa ver Leitenberg, M. The dynamics of military technology today. *International Social Sciences Journal* 1973, 336-357.

33 Martí, Carlos. *Sobre la eficiencia en defensa*. Madrid: Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado, 2015.

34 Rivkin, J. W. "Imitation of complex strategies." *Management Science*, 2000: 824-844.

En este sentido, ciertos avances técnicos destruyen las competencias adquiridas por las empresas,³⁵ lo que les exige un proceso de asimilación de las nuevas tecnologías. Un problema similar se plantea cuando la innovación requiere cambios en la estructura de la empresa u organización, los cuales si no se llevan a cabo, dificultarán el suministro de nuevos productos o servicios.³⁶

Esto sucede cuando la arquitectura del nuevo producto es diferente y exige la modificación de toda la cadena de suministro desde los subcontratistas proveedores de subsistemas hasta los suministradores de subconjuntos y componentes. Por ejemplo, el transistor obligaría a sustituir a las empresas suministradoras de válvulas termoiónicas, para los equipos de transmisión, por empresas fabricantes de semiconductores.

Otro ejemplo serían los telémetros laser que dejaron obsoleta las tecnologías relacionadas con los telémetros ópticos basados en la triangulación. Este efecto de “*destrucción creativa*”, como lo denominó Schumpeter, puede tener un impacto negativo sobre la base industrial de las naciones menos avanzadas cuya estructura puede quedar en riesgo de caer en la obsolescencia.³⁷

5.4. La búsqueda de una producción eficiente

Una vez que se obtiene el diseño definitivo, la empresa debe desarrollar métodos de producción eficientes. Esto es así porque el nuevo producto requerirá una fabricación diferente, lo que hará necesario una nueva organización, nuevos métodos y nuevos equipos que sustituyan a los usados con anterioridad.³⁸

El desarrollo de nuevos métodos suele ir acompañado de una mayor división del trabajo y una mayor especialización lo que facilita un mayor conocimiento y una mayor productividad.

Esta secuencia temporal de las innovaciones de producto y proceso sigue una curva como la de la figura VI, donde se observa como las innovaciones del proceso de producción aumentan conforme el diseño del producto final se consolida y se convierte en dominante.

35 Tushman, M., and D. Anderson. “Technological discontinuities and Organizational Environments.” *Administrative Science Quarterly*, 1986: 439-465.

36 Henderson, R., and K. Clark. “Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms.” *Administrative Science Quarterly*, 1990: 9-30.

37 Schumpeter, J. A. *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper & Row, 1942.

38 Utterback, James M., and William J. Abernathy. “A dynamic model of process and product innovation.” *The international journal of management sciences*, 1975: 639-656.

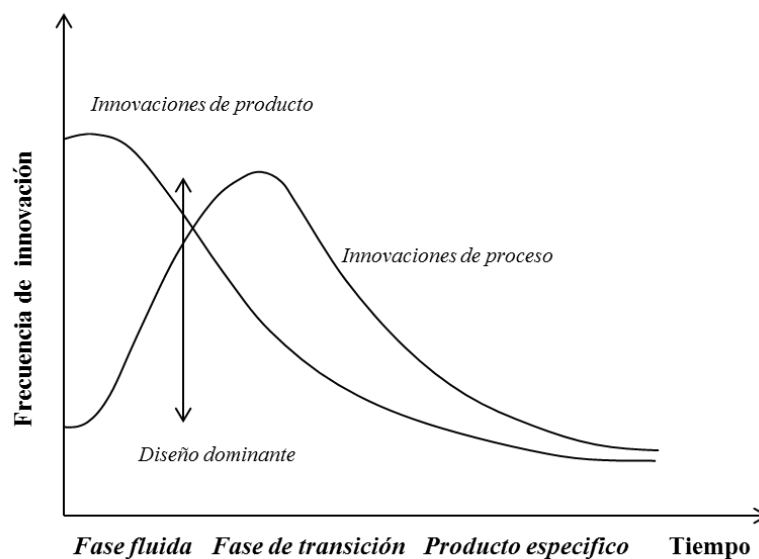


Figura VI. Desfase habitual entre innovaciones de producto y de proceso.³⁹

Dado que el elemento clave del éxito es la innovación de producto, las innovaciones en la producción tienen un carácter menos crítico en defensa. Estas innovaciones dependen, en cualquier caso, del volumen de producción. Si éste es pequeño, una producción artesanal puede ser suficiente, mientras que si la producción es grande se requerirá la automatización de aquellos procesos cuya duración o coste pueden reducirse considerablemente.

Esta innovación depende también de la capacidad productiva existente, su grado de amortización, y del coste de implantar nuevos métodos de fabricación. Pero, dado que habitualmente se paga a la empresa en base a los costes de producción más un determinado beneficio, los incentivos para innovaciones radicales suelen ser pequeños, siendo lo más frecuente aprovechar las innovaciones, plasmadas en equipos y métodos, desarrolladas por otras empresas.⁴⁰

6. DISCUSIÓN

En las secciones anteriores se ha podido ver como los tres mecanismos básicos de la economía evolutiva, es decir, la generación de variedad, la selección y la replicación, permiten superar la incertidumbre y la limitada racionalidad del ser humano y lograr

³⁹ *Ibid.*

⁴⁰ Pavitt, K. "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, 1984: 343-373.

así soluciones substancialmente mejores. Es decir, estos mecanismos facilitan el cambio adaptativo continuo de la sociedad a los nuevos contextos en los que tendrá que desenvolverse. Vamos a ver en qué circunstancias estos mecanismos presentan problemas que impidan alcanzar las mejores soluciones.

6.1. La generación de variedad

La incertidumbre que conlleva el proceso de búsqueda, así como la incapacidad de los actores para ver con claridad lo que es mejor, hace que no se puede predecir *a priori* qué solución será finalmente la ganadora. Por esta razón el pluralismo y la competición son importantes en la búsqueda de mejores soluciones. Esta generación de variedad se enfrenta, no obstante, a las limitaciones respecto a los recursos y conocimientos disponibles para dicha actividad, lo que recorta de forma substancial el árbol de exploración real.

Este problema puede ser más grave cuando los medios y el número de agentes dedicados a la exploración es pequeño, como puede ser unos centros de investigación con escasos recursos o un tejido industrial exiguo. En este sentido las limitaciones presupuestarias pueden dejar poco margen para la exploración y la experimentación, mientras que la complejidad del producto puede hacer que solo unas pocas empresas, o consorcios, dispongan de los activos de conocimiento y tecnológicos necesarios para presentar sus ofertas.

El problema es que si el gobierno carece de recursos para garantizar negocio para un cierto número de empresas de forma que tengan unos beneficios adecuados, estas no están interesadas en atender este mercado, lo que ocasionará una pobre base tecnológica e industrial. En este sentido, la rentabilidad de la base industrial es difícil de sostener cuando la demanda es muy cíclica (por ejemplo los submarinos) y se producen con frecuencia retrasos en los programas y pagos. Este podría ser bien el caso de la industria europea donde, a pesar de una productividad alta, las empresas tienen un beneficio inferior al resto del mercado.⁴¹

Este problema puede extenderse al campo de las pequeñas y medianas empresas. La variedad de técnicas y conocimiento que requiere la defensa, precisa una cadena de suministro especialmente grande. En esta cadena, pueden existir empresas especialmente innovadoras, pero de pequeño tamaño y limitada capacidad financiera. Si los contratistas principales no abren el espectro de las licitaciones, y basan su cadena en una estructura fija, es posible que estas pequeñas empresas encuentren dificultades insuperables para que sus innovaciones lleguen a las fuerzas armadas.

⁴¹ Hartley, Keith. *The Economics of Defence Policy: A new perspective*. Routledge, 2011. p. 166.

Por último, el problema de la generación de variedad se puede exacerbar cuando, por falta de coordinación entre los agentes, se sobreexploran determinadas zonas, mientras que se desatienden otras. Este pudiera ser el caso actual de los aviones no tripulados o de la ciberdefensa frente a otras capacidades.

6.2. Un mecanismo de selección imperfecto

En segundo lugar, la información para elegir puede ser imperfecta. Esto suele ocurrir al evaluar e identificar las causas de una eficiencia menor de lo esperado en las operaciones militares realizadas. Si no se dispone de suficiente información y no se identifican bien las causas, así como las medidas que permiten aumentar dicha eficiencia, se puede producir una elección equivocada como el caso de los bombardeos aéreos en la II Guerra Mundial citado anteriormente.

Un problema similar puede surgir cuando se evalúa de forma incorrecta las propuestas empresariales de un determinado desarrollo, bien por falta de objetividad, bien porque al tratarse de proyectos futuros, se han ignorado en la elección dificultades no previstas.

Otra fuente importante de sesgos en las decisiones sobre la evolución de las capacidades militares son los factores políticos, sociales o culturales. Se podrían citar múltiples ejemplos. Un primer ejemplo es la restricción de que el presupuesto se reparta entre los tres ejércitos (aire, marina y tierra) de forma equilibrada en vez de basarse en su contribución real a la defensa, lo que puede suponer una asignación de recursos inapropiada. Un segundo ejemplo es la aversión a ciertas armas como es el caso del Reino Unido al arma submarina en las Guerras Mundiales, al considerar que los ataques a los barcos civiles como un acto de terror.

Un caso similar es el uso de armas que producen grandes sufrimientos como las armas químicas. Un tercer ejemplo es el empleo de los ataques aéreos sobre la población civil que sería igualmente objeto de debate por un largo tiempo. Un cuarto ejemplo sería el tipo de operaciones que se emplearon la Guerra de Vietnam donde las fuerzas militares americanas podrían haber aumentado su eficiencia táctica con una mayor voluntad de combate cercano al enemigo, en vez de confiar en el fuego indirecto.

Sin embargo, el precio hubiera sido probablemente mayores bajas y, por lo tanto, una menor eficacia política.⁴²

Un último ejemplo es la adjudicación de proyectos a determinadas empresas con el fin de promocionar el desarrollo regional, aunque no sean necesariamente las más eficientes.

⁴² Millet, A. R., W. Murray, and K. H. Watman. "The Effectiveness of Military Organisations." *International Security*, 1986: 37-71.

La elección puede estar también sesgada cuando los beneficios o los costes privados y sociales de una determinada opción difieren de manera substancial. En este caso, el decisor puede elegir, de forma deliberada, una opción que no sea la mejor desde el punto de vista social. Así, por ejemplo, una nueva capacidad puede requerir el desarrollo de nuevas estructuras organizativas, lo que suele ser una fuente de conflicto, como se ha comentado anteriormente, y suele generar oposición al desarrollo de una nueva capacidad.

Un ejemplo similar se puede plantear cuando una empresa ofrece suministrar un producto para la defensa con una relación prestaciones costes excesiva. Este caso se produce fácilmente cuando no hay competencia y no existe una vara de medir precisa para comparar entre opciones, mientras que la aversión al riesgo hace que se prefiera un producto cuyas prestaciones no se compadecen con el coste.

De igual forma si el proceso de selección de empresas no funciona correctamente, recompensado o castigando a las empresas de acuerdo con su desempeño, la eficiencia del sector puede resentirse. Esto puede ocurrir con cierta probabilidad pues la gran dificultad de encontrar un suministrador alternativo del producto hace que la imposición de sanciones no sea fácil de aplicar si tendrá un fuerte impacto sobre los beneficios y en última instancia sobre la supervivencia de la empresa. Esto, en última instancia, reducirá la eficiencia del proceso de obtención. Un ejemplo de este caso puede ser cuando una empresa que suministra un producto clave descuida una gestión austera de sus recursos, al tener casi la certeza de que, si entra en pérdidas, el gobierno acudirá a su rescate. Este fue el caso de Rolls Royce que tuvo que ser nacionalizada en 1971 cuando el desarrollo del motor RB211 superó los costes previstos.

El propio mecanismo de selección puede tener una tendencia discriminadora recogida en el refrán: el éxito alimenta su propio éxito. En efecto, el proceso de selección puede no elegir la mejor solución cuando una de ellas tiene mejores prestaciones iniciales, aunque la segunda tenga un potencial de crecimiento mayor, pues esta última tendrá un proceso de desarrollo-aprendizaje más largo hasta que su superioridad se haga patente, por lo que podría ser descartada con facilidad.⁴³ Este problema puede ocurrir más fácilmente cuando una opción aparece primero y se desarrolla más, logrando adaptarse mejor a las necesidades del usuario como se puede observar en la figura VII donde se ve como la segunda tecnología, con menores prestaciones iniciales que la primera, ya en avanzado estado de desarrollo, tras un tiempo, acabara por alcanzar prestaciones superiores. Esto significa que si no se apuesta por la segunda tecnología es probable que esta opción, de mayor valor, no llegue nunca a triunfar.

43 Este sería un nuevo ejemplo de *path-dependence* como el señalado al principio de este artículo.

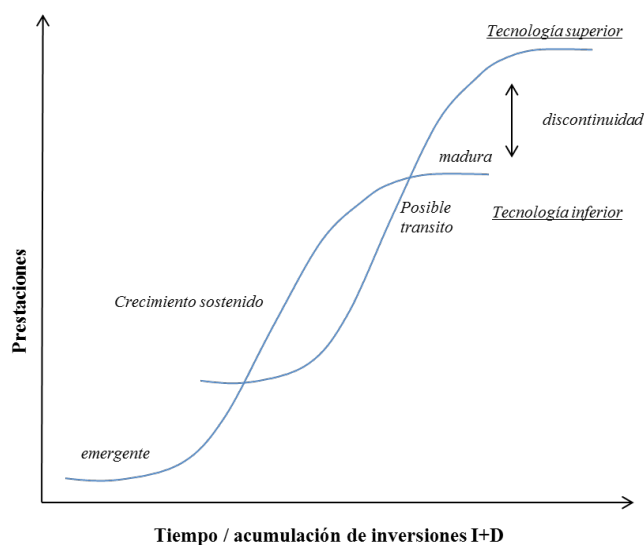


Figura VII. Dos innovaciones con diferente evolución en sus prestaciones.

Este problema es especialmente importante pues, debido a que la competencia de una organización o una empresa se basa en un aprendizaje acumulado, las empresas o los actores que ya están en el mercado disfrutan de ventajas respecto a los que desean entrar con sus nuevas tecnologías, procesos y productos (menos desarrollados pero potencialmente superiores). En un contexto en el que las naciones disponen de presupuestos para adquisiciones de defensa diferentes se puede producir una discriminación industrial, pues las empresas de las naciones con más recursos dispondrán de más fondos para innovar, lo que les proporcionará una ventaja competitiva frente a las naciones que disponen de un presupuesto inferior y no tienen capacidad de desarrollar sus tecnologías para convertirse en líderes.

6.3. Las tecnologías sociales

Las tecnologías sociales tienen un importante papel en la obtención de capacidades militares. Por una parte son necesarias para desarrollar las propias capacidades y por otra son necesarias para desarrollar un marco de instituciones y estructuras organizativas que favorezcan la propia evolución de estas capacidades.

Un ejemplo del primer caso son los cambios institucionales y organizativos que se precisan cuando el cambio tecnológico genera desequilibrios en una capacidad. Por ejemplo, la capacidad técnica de recoger y distribuir la información rápidamente en el campo de operaciones ha influido en la organización de las fuerzas armadas. Cuando estos medios eran escasos, los ejércitos tendían a operar de forma más autónoma.

Por el contrario, cuando estos medios avanzaron (telégrafo, teléfono) la capacidad de control de los mandos sobre las fuerzas se hizo más intensa, permitiendo una coordinación operativa muy superior. Actualmente, la enorme difusión de la información de los sistemas de comunicación permite acceder a la información que se precisa en cada momento de forma descentralizada, lo que hace favorece estructuras operativas menos jerarquizadas en las que hay un mayor campo para la auto-organización.

Un ejemplo del segundo caso es la red de innovación en defensa de los Estados Unidos especialmente avanzada lo que contribuye, junto con los abundantes fondos disponibles, a obtener avances significativos en muchas capacidades.

Sin embargo, no todas las instituciones pueden tener un efecto positivo sobre la mejora de las capacidades. Este puede ser el caso del cabildeo cuando compromete la obtención de beneficios sociales al influir en la financiación de proyectos en los que solo obtiene beneficios la industria. En este sentido, la formación de Comités de asesores independientes puede frenar la presión que, dentro del mecanismo de decisión burocrático, tiene una estructura organizativa jerarquizada.

El problema es que la evaluación de la necesidad, o el valor, de una institución particular es a menudo muy difícil, y tiende a ser mal enjuiciado.⁴⁴ Esto se debe a que es muy difícil clasificar los efectos de una institución particular o tecnología social de las influencias de una amplia elenco de variables que influyen en la consecución de los objetivos de una organización o una firma, o de estimar fiablemente los costes y beneficios que obtendrá la sociedad de un complejo conjunto de leyes y políticas. Es decir, hay una menor capacidad de comparar analíticamente alternativas institucionales.⁴⁵

Esto es más simple para las tecnologías físicas que, en cierta medida, se pueden aislar y evaluar en un entorno experimental más controlado, y aislado de influencias externas. El más débil acoplamiento entre las instituciones que pueden diseñarse y los comportamientos que generan significa que la transferencia de un entorno controlado a la práctica actual no suele funcionar bien. La dificultad de obtener una realimentación sobre las prestaciones de la tecnología social, y las instituciones que la soportan, una vez en operación, hace que sea difícil abandonarlas, incluso si hay poca evidencia de que están logrando lo que se estableció que debían de hacer. En este sentido, estas tecnologías son más propensas a difundirse por la moda o por una ideología.

44 Nelson, Richard. "What enables rapid economic progress: what are the needed institutions?" *Research Policy*, 2008: I-II.

45 En la práctica, se ha observado que las empresas tienen dificultades identificar el conjunto común de tecnologías sociales cuando tienen varias plantas que producen el mismo producto, problema que pueden experimentar también las unidades de los ejércitos.

6.4. La difusión y absorción de capacidades

En general, puede afirmarse que el éxito de una capacidad en defensa, o de un producto militar, se obtiene si se logra aprender con rapidez, y poco de este aprendizaje se difunde, mientras que los imitadores se muestran lentos en aprender. Este puede ser el caso de ciertas capacidades como el mando y control, o de ciertos productos como los aviones de combate o los programas de ordenador sofisticados de los sistemas militares. Por el contrario, las fuerzas armadas o las empresas se convertirán en perdedores si aprenden lentamente y si los competidores adoptan, las nuevas capacidades o equipos, a tiempo, extrayendo ventaja de su difusión. Esto la confidencialidad que las fuerzas armadas aplican al desarrollo de sus procedimientos y rutinas, la protección que las empresas mantienen sobre el conocimiento y las capacidades adquiridas, y la no difusión de información sobre ciertas partes de los equipos que se exportan. (Cajas negras)

Un problema relacionado con esta cuestión es que si los mecanismos de búsqueda y selección se aceleran en exceso, como consecuencia de una elevada rivalidad entre naciones, se puede producir una carrera de armamentos que, aunque generará capacidades superiores para ambas partes, no conducirá necesariamente a una mayor seguridad, al igual que una guerra de precios entre empresas puede, en última instancia, conducirles simplemente a la quiebra.

6.5. La no linealidad del proceso evolutivo

Por último, hay que señalar que el carácter no lineal de los procesos de innovación, donde existe un claro sesgo respecto a las innovaciones de proceso o de producto realmente exitosas,⁴⁶ hace que solo unas pocas inversiones en esta materia proporcionen réditos relevantes, mientras que el resto no producirán beneficios apreciables. Es decir, la mejora de las capacidades militares, como se ha comentado, resulta cara.

En resumen, existen importantes limitaciones para que la defensa evolucione hacia nuevas capacidades. Esto que nos lleva a analizar algunas implicaciones prácticas, lo que vamos a realizar en la siguiente sección.

46 Scherer, F. M., and D. Harhoff. "Technology policy for a world of skew-distribution outcomes". *Research Policy*, 2000: 559-566.

7. IMPLICACIONES PRÁCTICAS

La teoría de la evolución económica hace énfasis en el papel del conocimiento sobre la capacidad de adaptación de la sociedad al contexto y sobre la búsqueda de soluciones eficientes. Algunas ideas se prueban y son fiables. Otras se prueban y son rechazadas, para regenerarse con nuevas conjeturas que, a menudo, constituyen variaciones sobre las ideas rechazadas. El resultado final de este proceso iterativo es un mayor conocimiento, lo que contribuye a obtener soluciones mejores y más refinadas.

La consecuencia principal de este hecho es que se deberían promover aquellas acciones que refuercen los mecanismos de generación de variedad, selección y replicación. De esta forma se ayudaría a aumentar el conocimiento, pilar básico para una evolución de las capacidades hacia una mayor eficacia. Esto hace necesario disponer de una estructura institucional efectiva. Es decir, una capaz de generar variedad y de cribar las innovaciones con eficacia, aceptando y difundiendo las buenas y aventando las malas. En otras palabras, disponer de un entorno hospitalario para la innovación y el emprendimiento. En este sentido, podemos observar que algunas naciones disponen de mejores estrategias que otras, a la vista de las importantes diferencias en capacidades que pueden observarse en la práctica.

La variedad se puede fomentar con el apoyo de las actividades de aprendizaje y búsqueda materializados en proyectos de investigación, desarrollo e innovación como la financiación de centros de investigación y de iniciativas privadas en estas actividades. En proyectos pequeños, donde el coste de financiar la generación de variedad es reducido, puede ser más apropiado una competición de ideas entre las empresas descentralizada.

Esto es más difícil en proyectos de gran envergadura, en cuyo caso la aportación de conocimiento operativos, técnicos e industriales de varias naciones permite una exploración mejor orientada y el análisis de más alternativas gracias a los recursos acumulados en un programa multinacional. Para estos casos, realizar esta actividad en el marco de unas fuerzas armadas europeas y un mercado europeo de la defensa puede ser más ventajoso. Es decir, una visión más europea, a pesar de las dificultades que existen para su materialización, podría favorecer claramente la obtención de mejores capacidades y una defensa más eficaz. Otra alternativa es imitar las soluciones de otras naciones e industrias que son claramente líderes en defensa, haciendo las adaptaciones apropiadas con el doble objetivo de reducir el esfuerzo de búsqueda y obtener un producto mejor, línea a menudo usada por los europeos en base a los desarrollos norteamericanos.

El mecanismo de selección requiere un diseño especial para evitar dos errores. El primero es la ausencia de éxito como consecuencia de la búsqueda en zonas yermas. El segundo es la supervivencia de elecciones erróneas. Paliar estos dos problemas significa de nuevo disponer de mayor conocimiento. Por lo tanto, parece recomendable que

las personas que deban tomar la decisión sobre el camino a elegir dispongan de la mejor experiencia y conocimiento sobre la materia objeto de investigación, bien personalmente, bien a través de personal experto o de consultores independientes. En este sentido, las organizaciones como las Oficinas de Programa o del Contratista Principal deben acumular el suficiente talento y conocimiento, tanto técnico como operativo, para guiar el descubrimiento de una mejor solución.

Por último, es importante apoyar la difusión de este conocimiento adquirido de forma que se produzca un efecto de arrastre que permita que los conceptos y tecnologías se difundan⁴⁷ dentro de las fuerzas armadas, la industria de defensa, y de otras organizaciones como los ejércitos aliados o empresas civiles. Esta difusión de conocimiento solo debe estar limitada por la necesidad de evitar que ciertas doctrinas o ciertas tecnologías caigan en manos de un potencial adversario.

Así la Administración puede apoyar la implantación de una nueva tecnología, cuyos efectos se desborden por el resto de la economía como es el caso de los sistemas de posicionamiento por satélite y otras tecnologías de propósito general. Este fomento se puede extender al apoyo (pues la Administración difícilmente puede actuar directamente) de las actividades encaminadas a coordinar el conocimiento especializado y favorecer la fertilización cruzada de ideas, como la formación de seminarios, o la formación de *joint ventures*. Este apoyo es necesario, si tenemos en cuenta que la empresa tiene pocos incentivos para difundir el conocimiento, y tiende más bien a ocultarlo o impedir su uso mediante patentes.

8. CONCLUSIONES

Este breve artículo ha presentado una visión evolutiva de la defensa en la que podemos señalar la creciente complejidad de las capacidades militares -manifestada en una organización más sofisticada, una doctrina más avanzada, y unos equipos con mayores funciones y prestaciones- que permiten una mejor protección de la sociedad. Esta evolución está gobernada por un constante proceso de cambio que permite aumentar el conocimiento y desarrollar unas capacidades mejor adaptadas a la resolución de los problemas militares. En este marco las nuevas capacidades son fruto de una co-evolución entre el conocimiento, los procedimientos de operación y los medios materiales.

Como se puede observar en la práctica, los mecanismos de esta evolución son capaces de lograr notables resultados, a pesar de las limitaciones comentadas. Es decir, la efectividad del propósito humano, inteligencia y visión de futuro, tiene que

47 Ver por ejemplo Geroski, P. A. "Models of technology diffusion." *Research Policy*, 2000: 603-625.

complementarse con la generación de una serie de variaciones y alternativas, con un cierto carácter aleatorio (*ex ante* no se sabe ciencia cierta lo que es correcto hacer), y una selección *ex post* que permite corregir los errores, cometidos por las limitaciones de conocimiento y cálculo, para obtener una solución mejor en el largo plazo.

Esta evolución conlleva procesos de aprendizaje y descubrimiento que consumen importantes recursos económicos cuya rentabilidad no está siempre garantizada. Esta gran dificultad explica la lenta y tortuosa progresión de las capacidades militares de los ejércitos, una cuestión que habitualmente se tiende a infravalorar.

Disponer de instituciones y estructuras organizativas capaces de apoyar mejor el desarrollo de las capacidades militares es un requisito imprescindible para lograr que estas protejan a la sociedad de forma eficiente. Esto requiere la creación un marco favorable para esta acción, y mecanismos para su constante revisión para confirmar que dichas estructuras e instituciones cumplen adecuadamente su función.

BIBLIOGRAFÍA

- Alic, J. A. *Trillions for Military Technology. How the Pentagon Innovates and Why It Costs So Much*. New York: Palgrave MacMillan, 2007.
- David, P. A. "Path Dependence, its critics and the quest for 'historical economics'" in *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas: Past and Present*, edited by P. Garrouste and S. Ioannides. England: Edward Elgar Publishing, Cheltenham. 2000.
- Dosi, Giovanni, y Richard Nelson. "An introduction to evolutionary theories in economics" *Evolutionary economics*, 1994: 153-172.
- Downs, A. *Bureaucratic Structure and Decisionmaking*. Memorandum RM-4646-1-PR. Santa Mónica, CA: RAND. 1966.
- Geroski, P. A. "Models of technology diffusion" *Research Policy*, 2000: 603-625.
- Hartley, Keith. *The Economics of Defence Policy: A new perspective*. Routledge, 2011.
- Henderson, R., and K. Clark. "Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms" *Administrative Science Quarterly*, 1990: 9-30.
- Leitenberg, M. "The dynamics of military technology today." *International Social Sciences Journal*, 1973: 336-357.
- Martí, Carlos. *Tecnología de la defensa. Un análisis de la situación española*. Madrid: Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado, 2006.
- Martí, Carlos. *Sobre la eficiencia en defensa*. Madrid: Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado, 2015.
- Millet, A. R., W. Murray, and K. H. Watman. "The Effectiveness of Military Organisations" *International Security*, 1986: 37-71.
- Nelson, R., y Nelson, K. "Technology, institutions, and innovation systems." *Research Policy*, 2002: 265-272.
- Nelson, Richard. "The role of knowledge in R&D efficiency." *The quarterly journal of economics* (O), 1982: 453-470.
- Nelson, Richard. "What enables rapid economic progress: what are the needed institutions?" *Research Policy*, 2008: 1-11.
- Nelson, R. R. and Winter, S. "In search of useful theory of innovation." *Research Policy*, 1977: 36-76, p. 68.

- Nelson, Richard, y Sydney Winter. *An evolutionary theory of economic change*. The Belknap Press, 1982.
- North, Douglas. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press, 1990.
- Pavitt, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13: 343-373. 1984.
- Polanyi, M. *The Tacit Dimension*. University of Chicago Press. 1966.
- Rivkin, J. W. "Imitation of complex strategies." *Management Science*, 2000: 824-844.
- Rosenberg, Nathan. "The direction of technological change: inducement mechanism and focusing devices." *Economic development and cultural change*, 1969: 1-24.
- Rosenberg, Nathan. "Science, Invention and Economic Growth.", *The Economic Journal*, 1974: 90-108.
- Scherer, F.M., and D. Harhoff. "Technology policy for a world of skew-distribution outcomes." *Research Policy*, 2000: 559-566.
- Schumpeter, J. A. *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper & Row. 1942.
- Simon, H. A. *Rational decision-making in business organizations*. Nobel Memorial Lecture. Stockholm. 1978.
- Tushman, M., and D. Anderson. "Technological discontinuities and Organizational Environments." *Administrative Science Quarterly*, 1986: 439-465.
- Utterback, James M., and William J. Abernathy. "A dynamic model of process and product innovation". *The international journal of management sciences*, 1975: 639-656.

- Artículo recibido: 1 de junio de 2015.

- Artículo aceptado: 4 de septiembre de 2015.
