A proposal for modeling the relationship between domestic technology and autarky

Paz Alejandra Díaz Castillo
BASF Chile S.A. paz.diaz@basf.com

Abstract. This paper proposes a method for measuring the autarky of a country based on its technology. The procedure regards an Internal Technological level that depends on technology management and a Self-Sufficiency Potential quantified by the percentage of goods that a country is able to produce within its borders. The usefulness of the procedure for a country is the generation of a Cartesian plane that informs how sensitive is its autarky to technological changes.

Keywords: technology, autarky, economy, society, model, method

1.- Problema

No cabe duda que los fenómenos de especialización e intercambio tienen efectos positivos en las sociedades, sin importar el tamaño o naturaleza de tales grupos humanos. Así a escala internacional se observa desde hace más de tres décadas una tendencia a la apertura comercial cuyo resultado a largo plazo es el incremento en el bienestar de una gran cantidad de habitantes de los países que siguen tal comportamiento económico.

Sin embargo, algunos vínculos comerciales a nivel internacional pueden ser interrumpidos unilateralmente por una situación dentro de país, dañando los sistemas económicos de otros países con lo cual se ha establecido un intercambio, particularmente en aquellos que operan como clientes. Tal interrupción del comercio puede tener una génesis natural debida principalmente a las condicionantes de la producción interna o pueden tener una génesis puramente política. Respecto a ésta última causa, algunos países con poco poder se enfrentan a diversos grados de aislamiento donde parte del mundo no les compra ni les vende sus insumos y productos. Esto crea transtornos en la economía doméstica, provocando serias alteraciones en los sistemas de actividad humana.

En este contexto, el riesgo derivado de alguna cesación del comercio internacional es alto no por la probabilidad de que ello ocurra; sino por la magnitud de los daños asociados. Incluso no es necesario que exista un bloqueo comercial total para causar daños mayores; la experiencia indica que bastan dos semanas de interrupción del flujo de un insumo vital importado y/o de un producto primario exportado para deteriorar algún rubro económico importante del país de destino.

Considerando a la Autarquía como la producción de todos los bienes que cada país necesita dentro de sus fronteras, resulta interesante determinar qué tan cerca está Chile de alcanzar tal vital condición.

A la caracterización de dicho estado sistémico se le denominará Potencial de Autosuficiencia, el cual es un importante indicador de la capacidad de reacción frente a una cesación de parte del comercio internacional, siendo en extremo imprescindible cuando la dependencia económica con el exterior es significativa.

Sin embargo, actualmente no existe ninguna medida cuantitativa ni cualitativa del Potencial de Autosuficiencia de Chile. Por lo tanto, la inexistencia de dicha información dificulta la estimación de la capacidad de respuesta de nuestro país ante alguna interrupción del comercio internacional.

2.- Objetivos

Ciertamente el Potencial de Autosuficiencia de Chile, como de cualquier otro país, depende de varias variables, siendo una de ellas el desarrollo de la tecnología doméstica. En efecto, dada la importancia que actualmente en nuestro país se le está asignando a la forma en que se integran los diferentes factores productivos, resulta pertinente utilizar un Nivel Tecnológico Interno como variable explicatoria.

Por ello, como primer paso dentro de un proyecto de interés nacional, este artículo plantea el siguiente objetivo general: establecer un procedimiento para cuantificar la relación entre el Potencial de Autosuficiencia de Chile en función del Nivel Tecnológico Interno -

3.- Estado del Arte

En un mundo globalizado no es de extrañar que el término Autarquía se mencione con una frecuencia inferior al 2 % en la literatura económica latinoamericana, siendo particularmente raro en aquella destinada a formar profesionales especialistas en las ciencias sociales. Pareciera incluso que dicha palabra estuviera recluida a los libros de Historia de la Economía, señalando que en ciertos períodos pretéritos de la humanidad la Autarquía hubiese tenido una importancia capital, situación ahora olvidada.

Sin embargo, desde el año 2008 se ha observado una reducción intermitente en la oferta de alimentos y de energía desde países reconocidos como exportadores de tales productos, repercutiendo en el sistema económico interno de países que dependen de dichos productos que importan. Puesto que no existen argumentos satisfactorios que aseguren que las fuentes externas no fallen en un futuro cercano ni menos distante, surge el cuestionamiento de revitalizar el fenómeno de Autarquía y de desarrollar alguna capacidad de autosuficiencia ante escenarios inciertos de suministro externo.

Ciertamente una situación autárquica no es la más recomendable desde la Teoría Económica, de hecho etimológicamente significa algo así como “soportar un carga, un sufrimiento por uno mismo”. Puesto que desaprovechar las ventajas comparativas explicadas hace bastante tiempo por David Ricardo constituye en efecto soportar un sufrimiento, en el presente artículo se preferirá el concepto más cercano ya previamente comentado de Potencial de Autosuficiencia. Sin embargo, dicha capacidad de proveer los propios bienes que se requieren utilizando solo insumos y medios de transformación internos, depende entre otras variables, de la tecnología disponible al interior de la sociedad que se obligada a producir los bienes que el exterior le niega.

En el párrafo precedente implícitamente se asume la hipótesis que *Ceteris paribus* es posible explicar el Potencial de Autosuficiencia en función del Nivel Tecnológico Interno. Tal hipótesis se sustenta en la acepción de tecnología que en el presente trabajo de investigación se ha definido como el fenómeno que se observa cuando el ser humano, haciendo uso de los conocimientos científicos, interviene elementos del Universo para transformarlo de acuerdo a sus intereses.

La definición recién expuesta presenta interesantes cualidades. En primer lugar, es un fenómeno identificable por un observador y por lo tanto depende de la percepción de éste. En segundo lugar es un fenómeno humano, exclusivo de la especie *Homo sapiens* y privativo para las otras. En tercer lugar, requiere de conocimientos científicos, siendo una aplicación de éstos. En cuarto lugar se trata de un fenómeno activo y no pasivo, siendo por tanto una actividad que interviene sobre elementos ajenos a quien la hace. En quinto lugar tiene una clara intencionalidad, aunque no necesariamente un logro por alcanzar las transformaciones deseadas.

Según esta definición, se puede establecer efectivamente una relación de causalidad y el mecanismo de impacto de una variable

sobre otra [1]. En el presente caso se trata del Nivel Tecnológico Interno sobre el Potencial de Autosuficiencia. En efecto, dicho mecanismo se soporta en dos premisas. La primera afirma que si el Nivel Tecnológico Interno es nulo, el Potencial de Autosuficiencia es cero. La segunda afirma que la pendiente entre ambas variables es positiva.

4.- Método

Para alcanzar el objetivo general planteado en la tercera sección de este artículo, primero se revisa el concepto de Autarquía y se discute la importancia relativa que tal fenómeno puede tener en escenarios futuros como fenómeno complejo [2]. Con ello se está en condiciones de estructurar el procedimiento propiamente tal según directrices de causalidad [3], actividad que se realiza a través de la descripción de las diferentes etapas que permiten establecer la relación entre el Potencial de Autosuficiencia y el Nivel Tecnológico Interno.

5.- Resultados

- Cuantificación del Nivel Tecnológico Interno (NTI)

Si se considera a la tecnología como un fenómeno de creación, difusión y utilización; puede asumirse que el NTI “inundará” a la sociedad conformen existan tales fenómenos. Por lo tanto, para la cuantificación se considerará secuencialmente a:

- Creación de tecnologías
- Difusión de tecnologías
- Utilización de tecnologías

Ya individualizadas las tres manifestaciones, la modelación o simplificación continúa, abstrayendo aun más la fenomenología a cantidades mensurables. En efecto, la Creación de Tecnología se medirá a través de la cantidad per capita de patentes (X1). La Difusión de Tecnología se medirá por la

cantidad *per capita* de conexiones a la red (X2) y por la cantidad *per capita* de patentes otorgadas (X3). La Utilización de Tecnología se medirá a través de la cantidad de licencias de patentes *per capita* (X4).

Por simplificación se asumirá una función aditiva lineal, donde el Nivel Tecnológico Interno (NTI) queda determinado por:

$$NTI = W1*X1 + W2*X2 + W3*X3 + W4*X4$$

En la ecuación anterior W_i son los pesos o las importancias relativas de cada una de las variables X_i . El valor de estas variables es de fácil conocimiento a través de organismos públicos (Ministerio de Economía, Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Propiedad Intelectual). Los pesos de las variables representan los impactos en la sociedad y por lo tanto pueden deducirse a través de los sacrificios relativos que la sociedad como un todo está dispuesta a hacer por cada unidad de variable.

A través de esta expresión, puede concluirse que la tecnología a través del NTI puede cuantificarse en contextos económicos. Al respecto es importante comentar la validez de dicha posibilidad. En efecto, Jevons [4] y Schumpeter [5] remarcaron que si la mayoría de las disciplinas han inventado procesos de medición para sus variables, la economía admite una cuantificación natural por cuanto los bienes deben ser previamente cuantificados para ser admitidos como escasos. Por otra parte, el intercambio entre estos bienes escasos, necesariamente exponen un precio, o lo que es lo mismo, una relación de equivalencia para el comercio. Aun cuando los economistas clásicos tales como Smith, Ricardo y Marx fueron esencialmente literarios; la introducción de las matemáticas como un lenguaje de representación fue ya iniciado formalmente por Cournot [5].

- Cuantificación del Potencial de Autosuficiencia (PA)

Para cuantificar el grado de Autarquía de una sociedad que ocupa un determinado territorio, se debe recurrir a la definición concensuada del fenómeno a modelar, concluyéndose que el indicador numérico debe representar la cantidad de flujo de bienes registrado al interior del territorio respecto a todos los flujos de bienes de la sociedad.

Una manera de cuantificar el PA de una sociedad es a través de la obtención de un cociente entre la cantidad de bienes que dicha sociedad es capaz de producir al interior de su frontera y la cantidad total de bienes que ella demanda.

Si una sociedad demanda p bienes en total, de los cuales q los produce en su propio territorio, el Potencial de Autosuficiencia (PA) será:

$$PA = (q/p) * 100$$

Sin embargo, la manera recién explicada presenta el problema que asigna igual importancia relativa a todos los bienes, situación que se aleja demasiado de la realidad. Por lo tanto, es necesario considerar el impacto que los bienes demandados por la sociedad producen en ella.

Para desarrollar un procedimiento que incorpore la importancia relativa de los bienes, necesariamente se debe recurrir a conceptos cibernéticos, modelando a la sociedad como un subsistema parcialmente cerrado que intenta su viabilidad a través de una lucha contra la entropía y otros fenómenos deteriorantes de su estado deseado.

En este contexto, cada bien que demanda la sociedad representa un aporte a dicho propósito y por ende, cada uno de ellos posee un efecto neguentrópico (antónimo de entrópico). Por lo tanto, una manera adecuada de cuantificar el PA es midiendo la incorporación de neguentropía contenida en los bienes hacia el subsistema.

Si una sociedad demanda una cantidad de bienes que en total aporta r unidades energéticas, de las cuales s unidades las

podría obtener desde bienes producidos en su propio territorio, el PA será simplemente:

$$PA = (s / r) * 100$$

Pero: ¿ cómo medir la energía ? Por una cuestión pragmática, se utilizará como variable *proxí* al valor o precio de los bienes en representación del aporte energético en cuestión. Así, el aporte energético se podrá obtener del precio de los bienes transables, información disponible en bolsas de comercio y ministerios con injerencia en aspectos económicos.

- Gráfica NTI v/s PA

En las dos subsecciones precedentes se construyó a través del conocimiento científico, una manera de cuantificar el NTI y el PA respectivamente; siendo ahora necesario determinar la manera de vincular ambas variables.

Una manera puede ser recurrir a registros históricos y en base a estadísticas calcular el PA para cada NTI. Otra puede ser simulando distintos valores de NTI y PA en diferentes escenarios internos y externos. De cualquier manera se debe obtener una nube de puntos sobre un plano cartesiano donde cada uno de esos es un par ordenado (NTI,PA).

Finalmente, a través de una técnica de econometría tradicional tal como regresión lineal y/o a través de tecnologías emergentes tales como Redes Neuronales Artificiales, se buscará una relación entre dicho conjunto de pares ordenados (NTI,PA).

Así se podrá descubrir la función que vincula a ambas variables.

6.- Conclusiones Generales

La presente investigación se ha desarrollado sobre la premisa que la sociedad aprovecha para su beneficio a la tecnología; es decir, que la tecnología está

al servicio de la sociedad. Ciertamente ésta premisa puede ser discutible si se examinan diversos episodios mundiales y nacionales donde pareciera observarse una situación inversa.

La misma investigación ha tenido un contexto económico por la definición de tecnología en cuanto a que el ser humano trata de alterar elementos del Universo. Simplemente realiza tal alteración porque el estado de tales elementos no le satisface. Si los elementos fuesen tal como él los desea en cuanto a cantidad y calidad; éstos no tendrían la condición de escasos y por lo tanto no sería competencia de la economía como ciencia.

También la investigación en el contexto económico ha tenido una fuerte connotación positiva más que normativa. Ciertamente se distinguió “el reino de los hechos respecto del reino de los valores” [7], con la convicción que primero se deben estudiar las cosas como son para luego apreciar qué tan distantes están de lo que deben ser.

A través de una reflexión recursiva, el método desarrollado es una innovación que responde a una situación de riesgo de la sociedad. La innovación es tal por cuanto a la fecha un método como el descrito no ha estado disponible por los potenciales usuarios, que el presente caso corresponde a organismos del Estado (Ministerio de Defensa, Ministerio de Bienes Nacionales y Ministerio de Relaciones Exteriores). La situación de riesgo es tal por la probabilidad de un cese del flujo comercial multiplicado por los daños en Chile, situación que se amortigua al disponer de una función conocida entre la tecnología y la Autarquía.

Si bien es cierto que la Semántica, Sintaxis, y Pragmática reducen los riesgos de un modelo y método (creaciones tecnológicas) con supuestos discutibles de Relación de Causalidad y *Ceteris paribus*; no liberan de otro supuesto económico más fuerte de Racionalidad. Es decir, como toda actividad humana, la tecnología está expuesta a situaciones de NO racionalidad, incrementando los riesgos sobre la sociedad.

Hasta ahora no se ha cuestionado la capacidad de la propia sociedad de accionar y reaccionar ante la tecnología emergente, de tal forma de permitir un acoplamiento armónico entre ambas. De hecho, con el método desarrollado en la presente investigación, el Universo es diferente por cuanto se dispone en la actualidad de un conjunto de procedimientos para estimar la función que explica la Autarquía con la tecnología.

La única recomendación al respecto es la explotación de la imaginación. En efecto, la imaginación sirve para traer a la mente situaciones inexistentes y así ampliar el espectro de alternativas de decisión. En efecto, la bibliografía disponible en cuanto a riesgo tecnológico no menciona explícitamente la participación de la imaginación como una máquina reductora de efectos nocivos. Si la imaginación se incrementa, en nuestras mentes se pueden construir una mayor cantidad de escenarios (positivos o negativos) y también una mayor cantidad de respuestas (incrementadoras o reductoras) para lo bueno o malo respectivamente.

Al examinar situaciones dañinas a la sociedad, desde la extinción de la fauna sudamericana, pasando por los cobradores automáticos en la locomoción colectiva de Santiago hasta la explosión de bomba atómica en Hiroshima, puede concluirse que faltó imaginación para encauzar la tecnología por nuevas vías alternativas.

Puesto que la imaginación tiene un rol fundamental en el acoplamiento Tecnología-Sociedad, se espera con el presente trabajo haber iniciado una nueva línea de investigación en torno a dicho fenómeno.

Referencias

[1] Bernard Walliser y Charles Prou, “La Science Economique”, 1988, Paris, Du Seuil.

[2] Guido Caldarelli y Michele Catanzaro, "Networks", 2012, Oxford, Oxford University Press.

[3] Stephen Munford y Rani Lill Anjum, "Causation", 2013, Oxford, Oxford University Press.

[4] William Jevons, "Theory of political economy", 1871, Londres. Penguin Books.

[5] Joseph Schumpeter, "The common sense of econometrics", 1933, *Econometrica*, Vol. 1, páginas 5–12

[6] Antoine-Augustin Cournot, "Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses" 1838, Paris, Librairie des sciences politiques.

[7] David Hume, "Treatise of human nature", 1839, Paris, Aubier-Montaigne.

Paper Info

Fecha de recepción: enero 2015.

Fecha de aceptación: marzo 2015.

Revisores: 3.

Cantidad de revisiones consolidadas: 1

Total de observaciones: 13

Índice de Novedad: 0,80.

Índice de Utilidad: 0,55.