



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DOCTORADO EN ECONOMÍA
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN
TEORÍA ECONÓMICA APLICADA

SERVICIOS INTENSIVOS EN CONOCIMIENTO
(IMPLICACIONES PARA EL CRECIMIENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR MANUFACTURERO)

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN ECONOMÍA

PRESENTA:
MARIO MARROQUÍN CASTILLO

TUTOR: DR. ISAAC MINIAN LANIADO

MÉXICO, CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO DE 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi entrañable y querida familia.

Agradecimientos:

Al Dr. Isaac Minian Laniado, Director de Tesis.

Reiteradamente, por su valiosa, experta, y entusiasta dirección académica, quien permanentemente me motivó para realizar y concluir la investigación. Los SICP son un tema en extremo interesante, el cual, no obstante haber estado siempre presente en el sistema económico, la importancia de su papel como un factor de primer orden en la teoría de producción y crecimiento, se le reconoce hasta hasta fechas recientes. En la actualidad, el tema cobra vigencia e importancia en la teoría del crecimiento económico y cómo uno de los elementos que es menester desarrollar y potenciar en el corto plazo en beneficio del crecimiento y desarrollo de nuestro país.

A: Los miembros del comité tutorial.

Doctores: Luis Quintana Romero, Armando Sánchez Vargas, Martín Carlos Puchet Anyul, Fidel Aroche Reyes.

Por sus valiosas y expertas observaciones, recomendaciones y correcciones, su soporte y guía ha sido clave para el desarrollo y la culminación del estudio.

A: Todos los profesores y asesores del Programa de Posgrado de Economía.

A los Doctores: Gustavo Vargas Sánchez, y Marco Antonio Márquez Mendoza. Por sus observaciones, comentarios y entusiasmos brindados en el tema que aborda la tesis.

A nuestra querida Universidad, por otorgarme la oportunidad de incursionar en este interesante campo de conocimiento.

Mario Marroquín Castillo
México, Ciudad de México. Febrero de 2017

SERVICIOS INTENSIVOS EN CONOCIMIENTO
 (Implicaciones para el crecimiento de la productividad del sector manufacturero)
CONTENIDO

	Tema	Pags.
	INTRODUCCIÓN GENERAL: Los Servicios Intensivos en Conocimiento al Productor (SICP)	
	Introducción	7
	1. 0 Los SICP, descripción y ubicación en el campo de actividad	9
	2. 0 Objetivos e hipótesis del estudio	15
	3. 0 Metodología	16
Capítulo 1	SICP, CRECIMIENTO DE PRODUCTIVIDAD, DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA	
	1. 0 SICP, actividad estratégica para el crecimiento de productividad, y la difusión tecnológica	21
	2. 0 Caracterización e importancia de los SICP	24
	3. 0 Ejemplos de ubicación de los SICP y de su papel como agente de innovación, de crecimiento de productividad, y de difusión de tecnología	30
	4. 0 Conclusiones del capítulo	32
Capítulo 2	PRODUCCIÓN, TECNOLOGÍA, PRODUCTIVIDAD	
	Introducción	35
	1. 0 Producción	38
	2. 0 Tecnología	51
	3. 0 Productividad	61
	4. 0 Determinantes del crecimiento de la productividad	101
	5. 0 Otras metodologías para calcular la PTF y su índice de crecimiento	103
	6. 0 Conclusiones del capítulo	111
Capítulo 3	MODELO TEÓRICO Y ECONOMETRICO, ANÁLISIS DE DATOS	
	Introducción	113
	1. 0 Objetivo e hipótesis	114
	2. 0 Un modelo simple: Contribución de los SICP en el Crecimiento de la PTF del Sector Manufacturero	115
	3. 0 Aplicación del modelo: La Especificación Econométrica.	129
	4. 0 Análisis de datos y aplicación del modelo para varias economías	131
	5. 0 Análisis de datos de la economía mexicana	139
	6. 0 Conclusiones del capítulo	145
	CONCLUSIONES y COMENTARIOS	147
	1. 0 Verificación de hipótesis	147
	2. 0 Aportación y Hallazgos del estudio	149
	3. 0 Comentario respecto a la economía mexicana	151
	4. 0 Algo más a considerar	152
	BIBLIOGRAFÍA	155
	Apéndice	
A	Servicios de Alto Desempeño	161

INTRODUCCIÓN GENERAL

Los Servicios Intensivos en Conocimiento al Productor (SICP)

Resumen: Como inicio de la tesis, se describe la ubicación y los rasgos característicos relevantes de los SICP, mismos que soportan las hipótesis y objetivos de la investigación, éstos son elementos centrales que son definidos y enunciados buscando claridad y comprensión respecto a lo que se persigue como meta. En la segunda parte describo la metodología que sigue el estudio para lograr los objetivos, asimismo, los capítulos y secciones que conforman el estudio.

Introducción

Los Servicios (La problemática de los servicios)

El tema que aborda la presente investigación está directamente relacionado con una preocupación de carácter general en la economía actual, se trata del acelerado crecimiento del sector terciario de la economía: “Los Servicios”, campo de actividad que, en estos momentos en los países desarrollados, ocupa a algo más del 90% del empleo total, de allí la importancia de los estudios de varios autores para caracterizar el desempeño del sector servicios.

En ese tenor se menciona, entre otros, los pioneros trabajos de: Fuchs, Victor (1968), *The Service Economy*; Baumol, J. W. (1967), *Macroeconomics of Unbalanced Growth*; Bell, Daniel (1973), *The Coming of Post-Industrial Society*; Cohen, Stephen S. and Sysman, John (1987), *Manufacturing Matters, The Mith of the Post-Industrial Economy*; Miles, Ian and Boden, Mark (2000), “Services and the Knowledge Based Economy”. En la literatura disponible se tratan importantes problemáticas: las causas del crecimiento del sector, el impacto de los servicios en la productividad agregada y en la economía como un todo, la desindustrialización y la relocalización de la industria; de la integración de las ideas que presentan esos estudiosos del tema se concluye acerca del fenómeno que denomino migración del empleo, desde los sectores primario y manufacturero al sector de servicios¹; Entre los temas más recientes sobresalen los estudios relacionados con el impacto de las nuevas tecnologías (Tecnología de la Informática y las Comunicaciones, TIC), el impacto de los servicios en la caída de la productividad agregada, los servicios de alto nivel de ingreso, los servicios caracterizados por alta productividad, y más recientemente los servicios del conocimiento. Este último campo de actividad de servicios ha tomado importancia por sus implicaciones en el crecimiento de la productividad agregada y corresponde precisamente al campo en que se ubica el objeto de estudio de esta tesis.

Los servicios intensivos en conocimiento al productor SICP (campo nuevo en estadística cuyo estudio implica complejidad)

El estudio de los “servicios intensivos en conocimiento al productor” (en adelante referidos por las siglas SICP) pertenece a un campo relativamente nuevo en el estudio y estadísticas de economía, lo que de entrada dificulta su estudio, la cuestión toma mayor dimensión por el hecho de que el campo está íntimamente ligado con conceptos presentes en la ciencia de economía, mayormente y en primera instancia ubicados en el sector de producción y en el de inversiones, en un segundo plano conectados (ex-ante) con los campos de innovación y, de investigación y desarrollo (I+D), finalmente,

¹ En versiones iniciales la tesis incluía un análisis integral de los hechos estilizados del sector de servicios. En el transcurso del estudio tomamos cuenta de que la extensión de esa temática se apartaba del tema y objetivo central, por lo tanto, representaba un factor de distracción para el lector, por ello se juzgó pertinente sacarlo del cuerpo principal de la tesis, sin embargo, parte de ese estudio que trata los servicios de alto desempeño se conserva como apéndice A.

con la oferta y demanda de bienes y por tanto con el nivel de beneficios y la distribución, ver esquema en la figura 1. El escenario que se muestra corresponde a una idealización simplificada que construimos del proceso integral. Ahí, no obstante la simplificación del proceso, se muestra el grado de complejidad que envuelve al estudio del tema, lo que pudiera dar lugar en el transcurso de las cosas a cierto desconcierto en el lector al enfrentarse con asuntos que se conectan con elementos que han sido expuestos con anterioridad y que provocan la sensación de repetición; esto es algo normal cuando se trata con sistemas complejos circulares (retroalimentados), y no obstante la dificultad, la situación no debiera inquietar al lector, todo lo contrario, pues el sistema económico es por naturaleza un complejo sistema circular retroalimentado en el tiempo; algo que desde los albores de la economía fue reconocido por varios economistas, uno de ellos fue Carlos Marx².

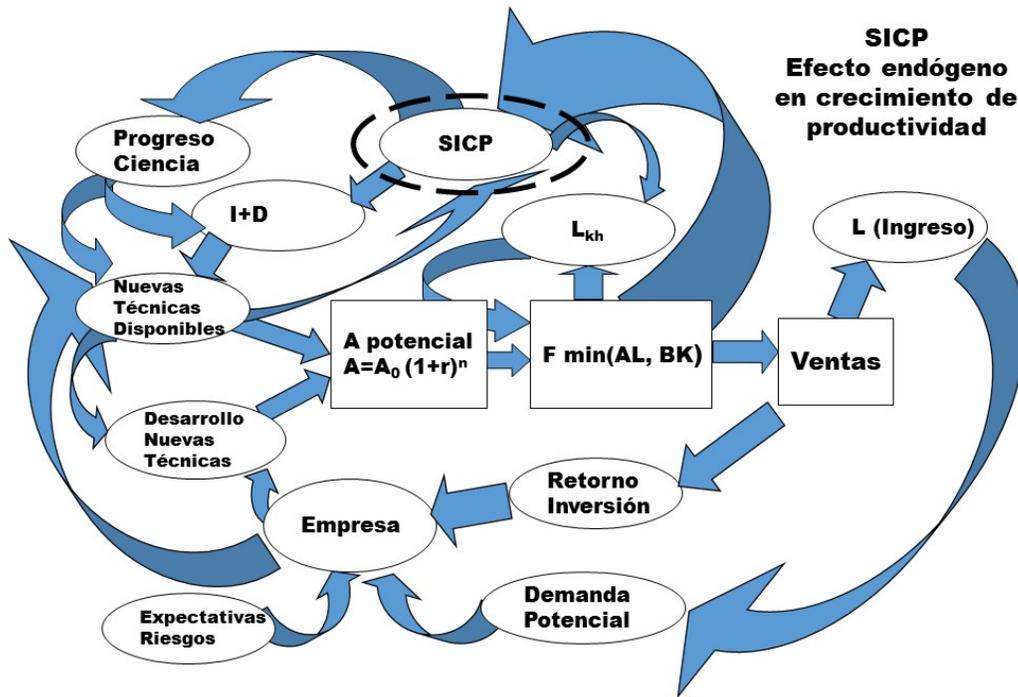


Figura 1

Los SICP, elemento importante en la red de procesos circulares del proceso económico

Fuente: Elaboración propia

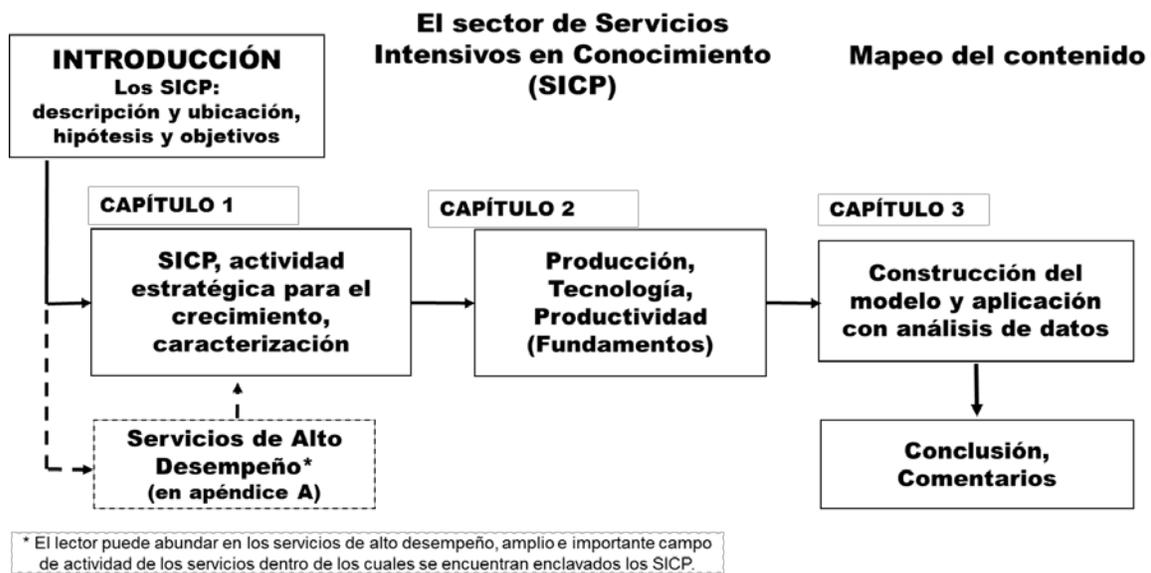
² Carlos Marx (1867-1894) en su obra “El Capital” introduce el concepto del circuito económico al tratar los temas de: producción, realización, inversión, re-producción y, producción ampliada. Sin declararlo explícitamente, Marx definía allí el concepto de un proceso económico complejo conformado por un conjunto de circuitos retroalimentados e interconectados, cuya esencia es retomada en los años 50’s por Phillips A.W. (1950), según cita Keen, Steve (2011), Debunking Economics, 1ª Edición en español, 2014; más adelante en el estudio de Meadows Donella y ...otros (1972), Informe del Club de Roma “Los Limites del Crecimiento”. A partir de ese momento, el enfoque ha permanecido prácticamente en el olvido, pero tarde o temprano había de resurgir, y hoy día lo vemos en auge en diversos planteamientos teórico-prácticos, entre otros, el de la una nueva teoría del crecimiento, o los estudios de desarrollo basados en “Sistemas Complejos en Economía”, ...me refiero a los simposios I y II realizados sobre el tema en 2014 y 2015 en la UNAM, FES Acatlán.

Por añadidura, el tema de los SICP, aunque reviste cierta novedad, corresponde a un elemento que siempre ha estado presente en la economía, pero que por alguna razón quedó oculto, como un eslabón perdido; su discusión, irremediamente, irrumpe en el campo del conocimiento y la productividad, y abre la necesidad de repasar y ampliar conceptos teóricos, particularmente los que están directamente relacionados con el campo de la producción (en realidad en todos los procesos-bloque que están interconectados en el circuito del proceso de economía)³

En los capítulos que siguen regresaremos al esquema de la figura 1 para enfatizar en los bloques relevantes que intervienen en el proceso de análisis y síntesis del modelo que mide la contribución de los SICP. En este momento nuestro propósito es únicamente hacer mención de manera objetiva acerca de la complejidad del proceso; el esquema es simple de seguir, e intuitivo para el estudioso de economía, muestra la idealización de las relaciones de retroalimentación que se llegan a establecer en el sistema económico, pensado éste como una red de procesos “insumo-producto” enlazados como circuitos cerrados retroalimentados.

Orden de exposición de la tesis

El plan y orden de exposición que sigue el presente documento del estudio realizado se muestra en el esquema de la figura 2:



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Secuencia de temas que conforman la tesis

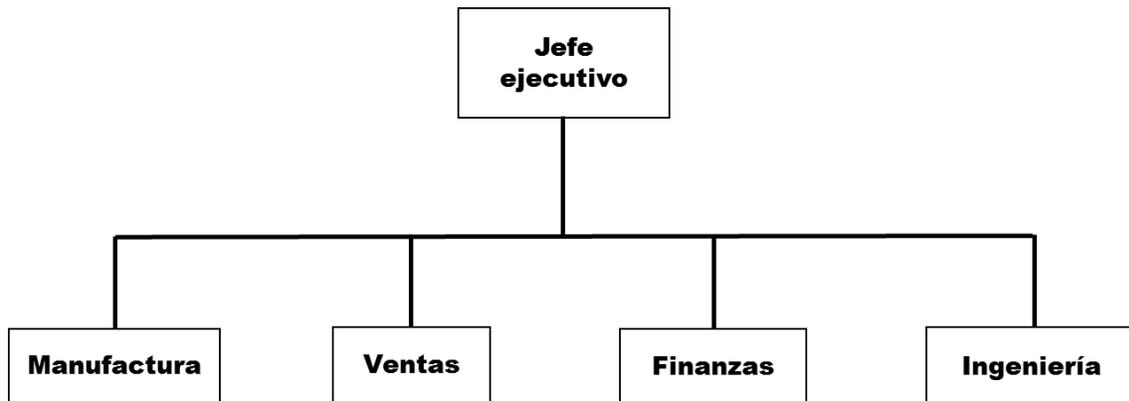
1 Los SICP, descripción y ubicación en el campo de actividad

Los SICP son aquellos servicios que tradicionalmente se ubicaron dentro de la organización de la unidad de producción como parte del personal de soporte de la gestión de la empresa (staff), y cuyo

³ Razón por la cual se desarrolla el Capítulo 2: Conceptos de PRODUCCIÓN, TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD.

papel mayormente se situaba en resolver tareas relacionadas con la productividad (mejora de rendimiento, solución a problemas operacionales, de organización, de la capacitación/entrenamiento del personal, entre otras), y del proceso (la maestría, “know-how”⁴), el concepto se extiende hoy día, con claridad, a las labores de diseño, estudios de inversión de capital, selección e implementación de nuevas tecnologías y el desarrollo y/o renovación de nuevos productos, inclusive en áreas como la financiera y la administrativa, que actualmente son actividades desarrollándose ya sea dentro de la estructura interna de una empresa o como SICP externos a esa estructura, estos últimos también conocidos como SICP suministrados por otros, fuera de la empresa⁵.

La figura 3 muestra el esquema de una organización manufacturera formada por unidades, en una organización de ese tipo se puede ubicar, como ejemplo, a los SICP en la unidad denominada Ingeniería, el esquema tomado del libro “La teoría de la Organización Industrial” Tirole, Jean (1988) p. 18 es significativo, pues no obstante que el funcionamiento de tal unidad (SICP) ofrece la posibilidad de impactar fuertemente en varios de los temas que aborda el autor: Teoría de la firma, Monopolio, Precios, y Adopción de nuevas tecnologías, muy poco se habla de este campo de actividad: los SICP.



Ejemplo de una organización formada por unidades

Fuente: Williamson 1975, p. 134. Traducción del esquema en: Jean Tirole, 1988, The Theory of Industrial Organization.

Figura 3

Los SICP son materia del presente estudio en razón al alto impacto que ofrece esa actividad en los procesos de innovación, de difusión de tecnología y muy enfáticamente en el crecimiento de la productividad agregada del sector manufacturero. Tal aseveración se desprende, por una parte, de la personal experiencia acumulada durante más de 42 años, donde participé activamente en las unidades de ingeniería de varias empresas manufactureras del sector industrial mexicano, durante ese tiempo tuve la oportunidad de apreciar la magnitud del impacto que ofrecen los SICP en el crecimiento de la productividad de los establecimientos, viviendo y desempeñando el ejercicio de esos servicios, y pude sentir e identificar la forma en que se realiza el proceso, la problemática y

⁴ Término inglés adoptado por la lengua castellana, implica conocimiento y destreza en el cómo hacer las cosas; implica también procedimientos y tecnología. Diccionario Clave, Diccionario de uso del español actual.

⁵ SICP outsourcing en la jerga corriente de actualidad. Nota del autor.

dificultades que el mismo entraña, y reconocer el impacto que ofrece la actividad en el mejoramiento del desempeño de la empresa, ello “siempre y cuando” las tareas realizadas por los SICP sean realizadas eficaz y eficientemente: por ejemplo al solucionar un problema de la línea de producción, llevar a cabo un proyecto de implementación de cambio tecnológico, al contribuir en la formación operacional de los trabajadores y empleados, al haber participado activamente en el desarrollo de nuevos productos y, en general el logro de los objetivos de la empresa (crecimiento de la productividad operacional, crecimiento del nivel de calidad y seguridad de los productos, crecimiento del nivel de vida de todos los participantes), todas ellas situaciones que se ven reflejadas en la mejora operacional y de crecimiento de productividad de las empresa, lo que necesariamente se traduce en un mayor nivel de beneficio para la economía. Durante tal ejercicio reconocí la inherente potencialidad que muestran los SICP para impactar positivamente en los procesos de innovación, de difusión de tecnología, y muy enfáticamente en el crecimiento de la productividad del establecimiento. Por otra parte, y en el mismo tenor, en el curso de la investigación encontramos que similar planteamiento surge de varios estudiosos del tema entre los que se puede citar a Francois, Joseph F. (1990), *Producer Services*, Oxford Journals, New Series, Vol. 42, No. 4, p 715-729; Guerrieri, Paolo, y Meliciani Valentina (2005), *Technology and international competitiveness: The interdependence between manufacturing and producer services*, *Structural Change and Economic Dynamics*, 16, p 489-502; Boden, Mark - Miles, Ian – Hauknes Johan – Bessant, John and Rush, Howard - Antonelli, Cristiano - Katsoulacos, Yannis and Tsounis, Nicholas – Hertog, Pim den and Bilderbeek Rob (2000), en el libro “*Services and the Knowledge Based Economy*”, Londres, Continuum; Nickerson, Zenger (2004), *A knowledge - Based Theory of the Firm - The problem - Solving Perspective*, *Organization Science*, Vol. 15, No. 6, November-December 2004. PP 617-632 entre otros.

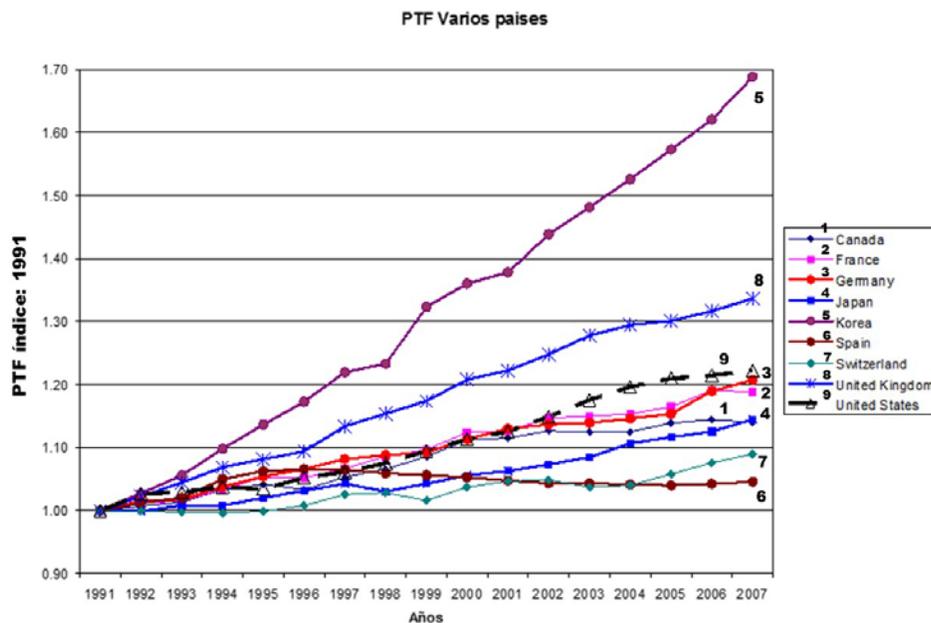


Figura 4: Índice de crecimiento de la Productividad Total Factores (PTF), varios países de la OCDE

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la OCDE.

Los argumentos anteriores y los antecedentes inducen a plantear, líneas adelante, la primera hipótesis de la tesis, que pone de manifiesto la aportación positiva de los SICP en las empresas del sector manufacturero de la economía, la figura 4 muestra el desempeño de la productividad total de factores en varios países de OCDE (organización para la cooperación y desarrollo económico). La gráfica en esa figura muestra la forma impactante en que la economía de Corea ha dejado atrás a importantes países que se consideran desarrollados. Los medios actuales permiten tomar conciencia de ello, basta observar el espectacular escenario que dejan ver algunos videos documentales que ilustran, por ejemplo, la impresionante transformación que ha tenido lugar en la industria naviera de ese país, allí observamos una industria altamente tecnificada, basada en automatismos y robots controlados por microprocesadores, tal avance tecnológico ha arrebatado la producción que antes tenían importantes astilleros internacionales. Obviamente el nivel de educación tecnológica y la actividad de los SICP de esa economía han contribuido en importante medida en ese espectacular logro.

Sin embargo, la situación puede mostrar otra faceta, ella consiste en el carácter no eficaz y no eficiente de los SICP, la cual se puede presentar cuando esos servicios son deficientemente realizados, lo que puede deberse a diferentes causales, por ejemplo, que el entorno económico no promueve su funcionamiento dinámico y eficaz, o que no se han dado las bases para su desarrollo. La situación de la economía mexicana podría caer en tal esquema, pues el crecimiento agregado del sector manufacturero muestra una tendencia al estancamiento y decrecimiento de la productividad (PTF) manufacturera agregada, ver cuadro 2. Tal situación es la que me lleva a plantear la segunda hipótesis, ver la sección 2 del capítulo.

CUADRO 1 - Intensidad basada en valor agregado de la I+D en la Industria

AÑO	CANADA	ALEMANIA	JAPÓN	COREA	SUECIA	SUIZA	INGLATERRA	EUA	ESPAÑA	MÉXICO
1995	1.06	1.60	1.83	1.88	2.80		1.39	1.78	0.42	0.06
1996	1.03	1.60	1.92	1.92	2.95	1.96	1.33	1.85	0.43	0.06
1997	1.07	1.67	1.99	1.95	2.96		1.29	1.89	0.43	0.06
1998	1.14	1.71	2.05	1.75	2.94		1.30	1.92	0.50	0.10
1999	1.14	1.86	2.05	1.73	3.05		1.37	1.97	0.49	0.10
2000	1.24	1.92	2.08	1.90	3.36	1.99	1.33	2.03	0.54	0.10
2001	1.38	1.91	2.22	2.12	3.65		1.32	1.96	0.53	0.11
2002	1.27	1.91	2.26	2.03	3.44		1.30	1.82	0.59	0.13
2003	1.24	1.95	2.30	2.13	3.23		1.25	1.80	0.63	0.13
2004	1.24	1.92	2.30	2.29	3.00	2.27	1.18	1.76	0.64	0.18
2005	1.20	1.91	2.44	2.39	2.96		1.19	1.79	0.67	0.20
2006	1.13	1.96	2.54	2.59	3.14		1.21	1.85	0.75	0.19
2007		1.97		2.73	2.97			1.91	0.79	0.18
2008		2.07		2.83				1.97	0.81	

Fuente: OCDE, noviembre, 2011

En el cuadro 1, la intensidad basada en valor agregado de la I+D en la industria en México muestra cifras bastante más bajas que las de los otros países allí mostrados, tal situación podría estar señalando un serio atraso (comparativamente) en el desarrollo tecnológico industrial del país. Es claro que para mejorar el desempeño de esta economía se requiere crecer sustancialmente ese parámetro, se sigue que para lograr un crecimiento efectivo en I+D será menester crecer a los SICP, al menos en la misma proporción que el crecimiento de la inversión en I+D.

Cuadro 2: México, cifras para empleo y PTF

	Unidad	1997	2002	2007
Empleo total	Personas ocupadas 10 ⁶	4.175	4.198	3.993
Trabajadores de Línea (BCH)	%	71	66	73
Empleados (WCH)	%	29	34	27
NR (WCH/BCH)	#	0.41	0.52	0.37
PTF País		1.82	1.89	2.55
PTF Industria Manufacturera		1.27	1.31	1.29

BCH: Trabajadores de línea denominados de cuello azul, WCH: Empleados fuera de la línea de producción o trabajadores de cuello blanco, NR: Relación (cuellos blancos) / (cuellos azules)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (Censos económicos y la OCDE)

1.1 Ubicación de los SICP dentro del campo de actividad económica

Cuadro 3: Clasificación de los servicios en México

Subsector	El objeto de estudio		
	Al productor	Mixtos	Al consumidor
1 Comercio	x		
2 Servicios profesionales, científicos y técnicos	x		
3 Dirección de corporativos y empresas	x		
4 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	x		
5 Transporte, correos y almacenamiento		x	
6 Información en medios masivos		x	
7 Servicios financieros y de seguros		x	
8 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles		x	
9 Servicios de salud y de asistencia social			x
10 Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos, y otros servicios recreativos			x
11 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas		x	
12 Servicios educativos		x	
13 Otros servicios excepto actividades del gobierno		x	
14 Actividades del gobierno - servicios al productor	x		
15 Actividades del gobierno excepto servicios al productor			x

Fuente: Elaboración propia tomando como base la clasificación del INEGI

En el cuadro 3, titulado “Clasificación oficial de los servicios en México”, señalo mediante el contorno de línea punteada a los subsectores de servicios en que se puede ubicar a los SICP y por tanto son el objeto de estudio de la tesis.

Los cuadros 4, 5, 6, muestran las ramas que conforman el subsector SICP a que nos referimos, corresponde a la agrupación estadística conformada al sistema SCIAN de Norteamérica por la institución mexicana INEGI (sistema SCIAN de México⁶), dentro de ese sistema los servicios al productor se ubican en los subsectores con código 54, 55 y 56: respectivamente los servicios profesionales científicos y técnicos, la dirección de corporativos y empresas y los servicios de apoyo a los negocios, cuya característica general son los servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal, debido a ello se les conoce como el sector de la economía o industria del conocimiento.

Cuadro 4: Clases del sector 54 que serán incluidas en el estudio

Rama	Sub rama	Clase	Descripción
13	3	0	Servicios de Ingeniería
14	2	0	Diseño industrial
14	3	0	Diseño gráfico
15	1	0	Servicios de diseño en computación
16	1	0	Servicios de consultoría en administración
16	2	0	Servicios de consultoría en medio ambiente
16	9	0	Otros servicios de consultoría científica y técnica
17	1	1	Servicios de investigación y desarrollo en ciencias físicas, de la vida e ingeniería prestados por el sector privado.
19	1	0	Servicios de investigación de mercados y encuestas de opinión pública
19	9	0	Otros servicios profesionales, científicos y técnicos

Cuadro 5: Clases del sector 55 que serán incluidas en el estudio

Rama	Sub rama	Clase	Descripción
11	1	2	Dirección de corporativos y empresas no financieras

⁶ En los países integrantes del mercado de América del Norte, se utiliza ahora un sistema unificado de cuentas, algunas presentan diferencias de índole geográfica, así, existe el SCIAN de Canadá, el de EUA y el de México.

Cuadro 6: Clases del sector 56 que serán incluidas en el estudio

Rama	Sub rama	Clase	Descripción
11	1	0	Servicios de administración de negocios
12	1	0	Servicios combinados de apoyo en instalaciones

2 Objetivos del estudio e hipótesis

De la caracterización y ubicación de los SICP que se presenta en la primera parte de esta sección y más adelante con mayor amplitud en el capítulo 1, así como también, de los fundamentos teóricos que se exponen en el capítulo 2, se desprende y establece como hipótesis 1: ***“el desempeño eficaz y eficiente del subsector SICP, contribuye en forma muy importante al crecimiento de la productividad agregada de las empresas del sector primario y de manufactura y, en consecuencia, al crecimiento de la productividad agregada de la economía”***; tal comportamiento ha sido bien identificado en las economías desarrolladas.

La situación, también antes mencionada, respecto al crecimiento estancado de productividad que se observa en el sector manufacturero del país, nos lleva a formular como hipótesis 2: ***“en el sector manufacturero mexicano, los servicios intensivos en conocimiento al productor (intra y externo⁷ a la empresa), si bien están presentes, no han sido suficientemente desarrollados⁸, y por ello el impacto de su desempeño en los resultados esperados en la economía actual pudieran ser marginales y no suficientes para alcanzar el nivel observado en economías desarrolladas y otras economías emergentes que en reciente pasado han mostrado crecimiento (Corea, China, entre otras)”***

Tal situación implicaría ser parte causal del bajo crecimiento de la productividad agregada en algunos de los sectores implicados.

2.1 Objetivo General

Del planteamiento anterior surge como objetivo general de la investigación el determinar ¿en qué medida podría adjudicarse al bajo desempeño de éste subsector ser parte importante de las causas que podrían explicar el bajo crecimiento de la productividad agregada del sector manufacturero en México?

2.2 Objetivos específicos

Resulta claro que para cumplir el objetivo general de la tesis es menester determinar:

⁷ Los SICP externos a la empresa, son también conocidos con el anglicismo “outsourcing kibs”

⁸ Se debe reconocer que en el país ésta situación tuvo un intenso momento durante la época llamada “Sustitución de Importaciones”, ahí los SICP necesariamente se desarrollaban a un ritmo acelerado, soportando una industrialización del país que mostraba avances muy satisfactorios que se reflejaban en buenos índices de crecimiento del PIB Industrial y mejora sensible del nivel tecnológico de la operación industrial; el proceso fue interrumpido con el advenimiento de una nueva economía (1986 a fecha actual) con ello gran parte del capital de conocimiento humano así formado se perdió y da lugar a la situación que hoy día prevalece. Nota del autor

- a) Las características que posee el sector en cuanto a capital humano de conocimiento,
- b) la forma en que se desarrolla el empleo de trabajo de los SICP,
- c) un modelo teórico que explique el desempeño de los SICP de la productividad agregada de las empresas manufactureras,
- d) el grado de incorporación y efectividad que tiene el sub-sector SICP Manufacturero en la economía mexicana (grado alcanzado en México en relación a lo que ocurre en los países avanzados) y en su caso las posibles acciones para impulsar su desarrollo con el objetivo primario de mejorar la productividad agregada de la economía,
- e) el potencial que puede tener en México el sub-sector SICP para demandar mayor empleo,
- f) Demostrar la validez o invalidez de las hipótesis formuladas.

3 Metodología

3.1 Selección del método de análisis

En esta sección tratamos varios aspectos relevantes respecto a las metodologías que se podrían seguir para cumplir los objetivos del estudio, se hace mención de requerimientos, limitaciones y dificultades, finalmente describo la metodología adoptada y las razones para formularla.

3.1.1 Estudios de Caso

La primera propuesta respecto al tipo de investigación a realizar (teórica?, empírica?), atendiendo recomendaciones de estudios previos y a los dictados por nuestra propia perspectiva y experiencia, fue la de ir por un estudio del tipo empírico como podría ser un estudio de caso⁹, ello con el propósito de obtener información lo más fidedigna posible en el lugar de los hechos, y separar o aislar las perturbaciones no relevantes al fenómeno que se acusan como externalidades que afectan o distorsionan a la realidad del fenómeno que se estudia; al mismo tiempo para incursionar puntualmente en la organización de la producción del establecimiento para identificar con precisión los factores y componentes de la producción, la cantidad de trabajo y esfuerzos efectivos de los SICP dedicados al crecimiento de la productividad en el establecimiento.

Desafortunadamente tal proyecto no fue factible debido a la escasa disponibilidad que encontré, por parte de las empresas, para permitir realizar el ejercicio en alguno sus proyectos de inversión relacionados con innovación, mejora de eficiencia operacional o cambio tecnológico. Es claro que la mayoría de las empresas no se siente atraída en tal tarea debido a que existe una fuerte resiliencia a permitir que terceros incursionen en información que la empresa considera propia y en extremo confidencial. Tal situación me llevó a optar por una metodología basada en el análisis teórico – práctico y la comprobación empírica; a continuación, la expongo.

3.1.2 Enfoque teórico-práctico y análisis de evidencia empírica

En estudios previos relacionados, no he localizado una metodología teórica del todo aplicable al estudio, de ahí la necesidad de diseñar un modelo ad-hoc que explique teórica y prácticamente cómo impacta el desempeño de los SICP en el parámetro productividad. En esa tarea recurro a la experiencia

⁹ Tal es el caso de autores como Brynjolfsson, E, y Hitt, L. (2000), quienes para lograr resultados efectivos en estudios similares para los servicios TICC, recurrieron la realización de estudios de caso dentro del sector manufacturero.

de estudios afines previos de los autores antes citados, así mismo a la experiencia propia respecto al empleo de los SICP en el campo de los hechos. El comportamiento teórico - empírico se explica mediante la función de producción de Leontief en su modalidad dinámica, conjuntamente con los conceptos de la producción, de la tecnología y de productividad, estos se tratan en el capítulo 2, y permiten construir el modelo teórico-práctico, que se presenta en el capítulo 3, para medir el impacto de los SICP en el crecimiento de la productividad.

Del planteamiento de la hipótesis se hace evidente que un aspecto crucial del estudio es el contar con una concepción clara y sonora del significado de productividad y su medición, particularmente de la productividad total de factores (PTF), por ello y como una parte fundamental del estudio, en el mismo capítulo 2, se tratan conceptos relevantes de la teoría de producción y del crecimiento de la productividad, que considero pertinente refrescar, aclarar, abundar o re-definir, partiendo del reconocimiento del proceso de producción como un proceso de transformación en donde Q, L, K y A son los actores principales.

La metodología que guía la investigación obedece al mapeo de exposición mostrado en la figura 2. El diseño del modelo elaborado tiene como características relevantes, por una parte, un nuevo enfoque que considera al crecimiento de la productividad como el producto que genera el trabajo de los cuellos blancos (SICP), tal enfoque permite determinar la contribución al crecimiento de la producción imputable a este sector en una forma diferente y con una mayor precisión que la que logran otros estudios previos basados en el enfoque participativo en el empleo total del establecimiento; Es claro que la aportación específica de los diversos agentes en juego al crecimiento de la productividad no puede medirse en forma precisa considerando únicamente el nivel de participación en el empleo total, considérese la siguiente situación, el impacto de la decisión acertada de un ejecutivo de la organización, la cual puede ocupar solo unos cuantos minutos de su tiempo, no puede compararse al impacto de un trabajador de línea, por ejemplo, durante el mismo intervalo de tiempo.

Un trabajo que sigue un enfoque similar a la tesis es el realizado por Katsoulacos y Tsounis (2002)¹⁰ en su estudio de los KIBS (anglicismo de SICP) y el crecimiento de la productividad, ellos señalan que *"El residual del crecimiento de producto - la porción de crecimiento de producto que no puede ser explicado por el crecimiento de los dos factores económicos fundamentales (capital y empleo de la fuerza de trabajo) - puede explicarse en relación con el uso de KIBS. Si el cambio en producción es igual al cambio en insumos entre dos puntos en el tiempo, entonces no hay cambio en eficiencia tecnológica que pueda atribuirse a los KIBS entre esos dos años, todo puede atribuirse a los factores tradicionales. Pero si la producción se incrementa más que el incremento de insumos, entonces este incremento puede estar relacionado al cambio de eficiencia tecnológica causada por el uso de KIBS"* *Ibíd.*

Es claro que el planteamiento de la tesis coincide con el enfoque teórico de los autores citados, más no coincide con el método y modelos de análisis de la evidencia empírica que ellos siguieron. Ellos evalúan tres especificaciones econométricas para medir la contribución del sector de KIBS en la productividad agregada en Grecia en los años 1980 a 1988. Analizan cuatro series de datos, dos para los insumos de servicios a los negocios por cada 10^6 de producto y dos para los insumos tradicionales

¹⁰ Katsoulacos y Tsounis (2002), "Knowledge-Intensive Business Services and productivity Growth: The Greek Evidence" en *Services and The Knowledge-Based Economy*, Boden y Miles ... et al (2000).

por cada 10⁶ de producto: capital y trabajo, el producto es expresado en 10⁶ unidades. Las series corresponden a 75 sectores o campos de la economía de Grecia. Los datos de producción e insumos corresponden a los respectivos coeficientes técnicos de la producción.

Dada la estadía de esta introducción, pudiera ser de interés para el lector el conocer a nivel resumen las ecuaciones y resultados involucrados en tal estudio, estos se muestran en el cuadro 7.

El resultado obtenido por estos autores parece avalar las hipótesis formuladas en el sentido de que el cambio técnico, o crecimiento de productividad, representado aquí por el residuo en la regresión de la función de producción (Q_i), está asociado al crecimiento de los negocios. Sin embargo, un pequeño ejercicio (estimación aproximado: PTF “Z” y tasa anual de crecimiento “z”, basado en la producción unitaria dada) indica que tal conclusión no puede ser del todo correcta, pues a pesar de que el sector de servicios muestra un considerable crecimiento anual (13.2%) en esa economía, el crecimiento de la PTF¹¹ se sitúa en el orden de 0.2% (ver cuadro 8).

Cuadro 7

	Especificación del caso	Período	a	t _a	b	t _b	R ²
a)	$BS_j = a + b * COM_j$	1980	0.013	4.92	0.020	3.73	0.037
		1988	0.020	3.73	2.737	5.33	0.280
b)	$DBS_j = a + b * DCOM_j$	1980-1988	0.844	11.75	0.413	3.43	0.159
c)	$RES_j = a + b(\ln BS_{j,1988} - \ln BS_{j,1980})$	1980-1988	-0.72	3.31	0.489	6.31	0.349

En las ecuaciones especificadas: BS= Servicios a los negocios, DBS es crecimiento de los servicios a los negocios, RES= Residuo de la función de producción, ecuación: $Q_i = A_i K_i L_i BS_i$

Cuadro 8: Grecia Crecimiento anual promedio de PTF en el período 1980-1988

1980		1988		Crecimiento PTF	
Insumo	PTF	Insumo	PTF	Índice	Tasa anual %
Combinado (10 ⁶)		Combinado (10 ⁶)		z	
19.92	3.77	19.55	3.84	1.02	0.23

Estimación basada en datos de los autores, un cálculo exacto requiere del nivel de producción de cada sector que no es disponible. No obstante, el valor estimado es congruente con el valor del crecimiento anual de la productividad del trabajo, ~0.5%, que reporta la OCDE para este país en el periodo 1990- 2011.

Fuente: Elaboración propia basada en: Katsoulacos, Yannis y Tsounis, Nicholas (2002), "Knowledge-Intensive Business Services and productivity Growth: The Greek Evidence" en, Services and The Knowledge-Based Economy, Boden y Miles ... et al (2000), paginas 192-208.

El resultado, un crecimiento anual promedio de PTF del orden de 0.2%, según mi estimación basada en los datos de los autores, implica que el impacto del trabajo de los cuellos blancos SICP en el

¹¹ El valor de la PTF y su crecimiento la determino aquí aplicando la tecnología vectorial que he desarrollado en la tesis a partir de la función de producción de Leontief, esa aportación forma parte del presente trabajo. El desarrollo correspondiente lo expongo en el capítulo 2.

crecimiento de la productividad agregada para el período estudiado en ese país no fue el esperado y, es contrario a la conclusión a que llegaron los citados autores como resultado de su modelaje participativo en el análisis econométrico.

El modelo teórico que desarrolla esta tesis se aparta de las fórmulas enclavadas en la pura participación en el empleo total, al tiempo que se apoya firmemente en el análisis de causalidad en el proceso circular para diseñar un modelo del proceso apegado a la realidad que se vive; en ese camino, el modelo que se elabora captura el impacto del trabajo de “*cuello blanco*”, esto es los SICP, como el logro de la mejora operacional efectiva (del incremento de la eficiencia operacional y del cambio de la productividad de frontera) que se obtiene en el establecimiento de producción en que interviene; en ese sentido la actividad de los SICP es una variable independiente que actúa para la formación y desarrollo de capital humano K_h , y para el crecimiento del acervo de capital fijo con tecnología avanzada para la producción, elementos que cuando son acompañados por un nivel adecuado de producción son determinantes del crecimiento de la PTF.

En los capítulos 2 y 3 se retoma éste asunto, que es central en la tesis, para abundar en el desarrollo del modelo y las ecuaciones que de allí se desprenden.

3.2 Organización de la Tesis

La organización de la tesis, sigue el mapeo de los capítulos en la parte de introductoria del capítulo, soporta la metodología que se sigue y los resultados; pertinente es mencionar que para realizar el estudio fue menester incursionar en el tema los servicios como un todo, tal trabajo fue clave para comprender en toda su magnitud el significado de los SICP y llegar a modelar el impacto de su función en el crecimiento de la productividad en el proceso de producción manufacturera, no obstante, debido por una parte a la cantidad de aspectos y problemática que envuelve al tema servicios como un todo, y por otra a que tal dimensión apartaba atención respecto al tema objeto central de la tesis, es que en beneficio de claridad y desarrollo del estudio decidimos circunscribirnos al tema de los SICP. Pertinente es reconocer y señalar otro importante distingo que encierra a nuestro tema, el asunto es que los SICP están implícitos en el grupo conocido como los “Servicios de Alto Desempeño”, que sitúa a los SIC a un terreno más amplio, es decir no se limita al manufacturero, tal horizonte obligadamente establece la necesidad de una mayor desagregación, que por una parte dificulta la obtención de datos precisos acerca del tema central, y por la otra, marca la pauta de una interesante línea de investigación; no obstante las limitaciones, en la parte final de la tesis he insertado como apéndice A, una corta sección que habla de esos servicios, los “Servicios de Alto Desempeño”.

En ese tenor, en la presente sección de “Introducción” describo el subsector de SICP, en que consiste y su ubicación en los campos de actividad física y en la clasificación de estadística de economía, así mismo se describen las características relevantes de su desempeño que conducen a formular las hipótesis y objetivos de la tesis. El capítulo concluye exponiendo la metodología adoptada.

El capítulo 1 abunda en la caracterización de los SICP, y se cita estudios realizados, asimismo, algunos ejemplos de SICP, que coadyuvan para su conocimiento y distingo.

El capítulo 2 incursiona en la teoría de producción para definir claramente los conceptos de producción, tecnología, y productividad, los cuales son fundamentales para el estudio, son temas

clave para la formulación del modelaje del comportamiento de los SICP. Es de particular interés y relevancia el análisis que se hace de la función de producción adoptada, la cual se desarrolla en tres dimensiones, lo interesante de ese enfoque, es que permite observar la ubicación de los factores técnicos del trabajo, y del capital, asimismo la relación que tienen estos con los insumos y la producción; también permite identificar la forma en que la función conserva la característica de sesgo del proceso, es decir si está orientado al capital o al trabajo, todo ello en forma integral y objetiva en un marco espacial geométrico; más adelante, tal esquema lleva a formular una metodología vectorial para calcular con simplicidad y precisión aceptable la PTF y su índice de crecimiento, se incluye allí un breve análisis de las metodologías existentes. Es particularmente interesante el enfoque del proceso de producción como un sistema complejo formado por circuitos retroalimentados y entrelazados, en dónde la tecnología se incorpora mediante la intervención activa de los SICP, lo que da lugar al crecimiento de la productividad del proceso de producción. En el análisis de la productividad se hace énfasis en la forma que actúan los SICP en el proceso de producción para crecer la productividad efectiva y para difundir la tecnología. En tal dirección se avanza en la formulación de la función de producción que modela la incorporación del cambio tecnológico, y el crecimiento del capital humano en conocimiento y habilidad de los cuellos azules, elementos que si son acompañados de crecimiento del nivel de producción conducen al crecimiento de la productividad.

En el Capítulo 3 se formula propiamente el modelo matemático de la función de producción tipo Leontief para calcular el crecimiento de la productividad en función de la intervención de los SICP, de la inversión en capital para la producción basado en nueva tecnología y del nivel de producción respecto a la producción máxima o de frontera. Se formula la especificación econométrica y se corre una regresión OLS en panel para los datos del sector de producción manufacturera de las bases de datos EUKLEMS y Eurostat para las economías de Alemania, Francia, España e Inglaterra, para el período que va de 1996 a 2008. Respecto a la economía mexicana, a falta de información, únicamente se realiza una aplicación de la metodología vectorial para calcular la PTF y su índice de crecimiento, se concluye respecto a los hallazgos. Como parte final de la tesis se incluye una sección de Conclusiones y Comentarios, una sección que muestra la Bibliografía e referenciada; el trabajo concluye con el apéndice marcado con la letra A: Los Servicios de alto desempeño.

4 Conclusiones de esta Introducción.

En la presente sección he definido al sector SICP, sus características, su ubicación en el campo físico y en las estadísticas de la economía, y se hace énfasis en el impacto positivo, que puede ofrecer, en el crecimiento de la productividad del sector de producción manufacturera. De los planteamientos que se hacen aquí y las características propias de los SICP que se expone en el capítulo 1 que sigue, surgen las hipótesis principales y objetivos de la tesis, cuya respectiva demostración y cumplimiento son la meta que persigue el curso de la investigación. Se concluye exponiendo los aspectos relevantes de la metodología que se aplica y se presenta un resumen del contenido de la tesis.

Capítulo 1

SICP, CRECIMIENTO DE PRODUCTIVIDAD, DIFUSIÓN DE TECNOLOGÍA

Resumen: El capítulo profundiza en la definición y caracterización de los SICP, cita autores y estudios, enfatiza respecto a sus implicaciones en el crecimiento de productividad y difusión tecnológica; para facilitar conocimiento e identificación se describen algunos ejemplos de los SICP. El capítulo concluye con un listado de hechos estilizados que caracterizan a los SICP.

1 SICP, actividad estratégica para el crecimiento de productividad y la difusión tecnológica

Varios autores¹² que han abordado el estudio del sector de servicios formulan diversos enfoques tratando determinar las causas que explican el intenso crecimiento de los servicios (su análisis es materia de investigación que obviamente no cubre el alcance de la presente tesis), tales líneas de pensamiento me llevan a plantear la teoría / mecanismo que denomino "Efecto Empuje-Jalón (Push-Pull) de la migración del "empleo" hacia los Servicios", como una posible explicación integral de las causas que contribuyen al acelerado crecimiento del sector servicios.

Una pauta para el presente estudio consiste en que dentro de la literatura analizada (y evidente presencia en las actividades cotidianas) hay enfoques formulados por varios autores que demuestran que dentro del sector servicios hay campos de actividad, tales, que contrariamente a la tradicional percepción del sector como de baja productividad e ingreso, muestran un comportamiento de elevado nivel de productividad e ingreso (comparable al del sector manufacturero), dichos campos del sector servicios se encuentran, como se menciona en la introducción de la tesis, enclavados en los subsectores de servicios al productor, estos ya sea en la forma de servicios intra-empresa o como servicios externos a la misma (outsourcing), por ejemplo los servicios al sector financiero y los servicios al productor (este último refiriéndose a los sectores primario y secundario manufacturero), los cuales poseen la cualidad de utilizar intensivamente el conocimiento y habilidades tecnológicas (por ejemplo los servicios profesionales, científicos y tecnológicos), esto es, los SICP.

1.1 Crecimiento de productividad, producto de la actividad de los SICP

Las investigaciones de los autores referidos en el apartado 1 de la Introducción general encuentran que los campos de actividad de ese particular sector de servicios producen un efecto muy positivo en el crecimiento de la productividad agregada a nivel empresa, lo que ahora agrego, es que tal efecto positivo es inherente a la naturaleza misma de su función, de su razón de ser, pues su actividad, su trabajo, es demandado y contratado para resolver problemas o situaciones de cambio que afectan directamente a la productividad del establecimiento, es decir que su éxito como solucionadores de problemas y catalizadores de la mejora en el desempeño de las empresas (crecimiento de productividad) representa el producto mismo de su función.

Sin dejar de reconocer que el cambio tecnológico de los establecimientos obedece a varios determinantes (el capital, la empresa, la gerencia, los centros I+D, el nivel de producción, la demanda efectiva), el rol de los servicios al productor cobra importancia central en el crecimiento de la productividad de las empresas, pues en su contingente de trabajadores yace el cúmulo de conocimiento, tecnología y maestría que se requiere para resolver los problemas que aquejan a los

¹² Citados en la Introducción de la tesis, página 7.

procesos y/o que son susceptibles de mejora y, para aplicar las tecnologías disponibles e implementar exitosamente el cambio tecnológico; su intervención puede ser directa, participando en los procesos de cambio de la producción, o indirecta actuando como un consultor (asesoría, enseñanza, entrenamiento) o como director de las tareas que se hacen necesarias para llevar a cabo el proceso de cambio¹³.

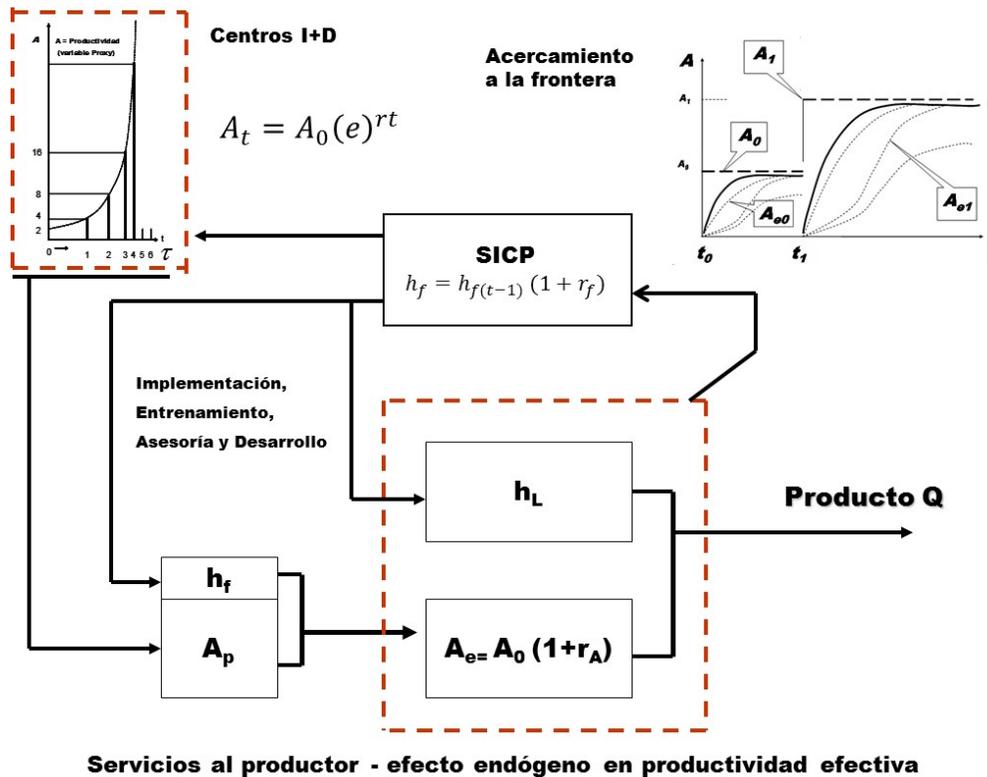


Figura 1

Notación: h_L : capital humano de la fuerza de trabajo; h_f : capital humano de los trabajadores SICP; A_p : Nueva tecnología disponible; A_e : Productividad efectiva

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1, h_f es el factor capital humano de los empleados de servicio al productor (conocidos en la jerga de economía como empleados de cuello blanco), h_L es el factor capital humano de los trabajadores operadores de la planta, A_p es el factor potencial tecnológico de las tecnologías disponibles en el mercado, A_e es el factor efectivo de la planta en un momento dado (términos definidos en el curso del estudio). En la esquina superior derecha se muestra la trayectoria de las productividades, en la esquina superior izquierda la trayectoria de la tecnología como un proceso exógeno/endógeno.

Su función ofrece una situación característica muy importante en el desarrollo del capital humano (apropiado por la empresa) de los operadores y de ellos mismos. Para comprender el concepto consideremos el siguiente proceso, el trabajador de SICP en la fase de inicio de su intervención en un

¹³ Nickerson y Zenger Organization Science, Vol 15, No 6, November-December 2004, pp 617-632, exponen la perspectiva del "Resolvidor de Problemas" como elemento central motor y estrategia para generación de innovación y crecimiento de productividad de las empresas.

evento dado (entrenamiento, solución o mejora de una situación, implementación del cambio técnico, etc.) es poseedor de un conocimiento y tecnología dado (inicialmente basado en formación académica o experiencia previa), durante su intervención en el proceso o evento, este personal no solamente aplica el conocimiento y las habilidades que posee, sino que aprende del contenido nuevo de las nuevas situaciones o proyectos, al término del evento esa persona ha crecido y reafirmado su conocimiento y habilidades tecnológicas, es decir ha acrecentado su capital humano, ha adquirido un nivel mayor de especialización; ahora reúne condiciones para afrontar problemas más complejos o hacer valiosas aportaciones para innovar el producto o la tecnología.

El proceso que hemos relatado es susceptible de repetirse en cada intervención, en cada evento, y, por tanto, los SICP representan un sector de actividad que durante su trabajo pone en juego su capital humano y al mismo tiempo se nutre del nuevo conocimiento y tecnología que contienen los nuevos procesos en que interviene. Es decir su función no es estática, es dinámica en cuanto a conocimiento, a creación de innovación y transferencia tecnológica se refiere, se trata de un individuo o grupo de individuos que se encuentra inmerso en un proceso retroalimentado en circuito cerrado (proceso circular en economía), en donde la porción de empleados de SICP desempeñan un papel determinante en el crecimiento de la productividad agregada del establecimiento y como un agente muy activo e importante en los procesos de innovación y en la difusión del conocimiento tecnológico (ver figuras 1, 2)¹⁴.

En el esquema de la figura 1 se muestra los circuitos que se establecen alrededor y formando parte del proceso productivo, en donde en virtud de la interacción del sector servicios del conocimiento con: los trabajadores (trabajadores de cuello azul), con el aparato productivo (la tecnología incorporada) y, con el sector de I+D, se forman tres diferentes y entrelazados circuitos retroalimentados, que consecuentemente producen un impacto positivo, endógeno-exógeno, en el crecimiento de la productividad operacional efectiva (A_{e_t}), lo cual a su vez se traduce en una disminución de la brecha con la productividad de frontera (crecimiento de eficiencia). El diagrama pequeño que se ubica en el margen superior derecho muestra las posibilidades de trayectoria de la productividad efectiva, la productividad de frontera y el salto de productividad. El pequeño gráfico al margen superior izquierdo muestra el patrón (exponencial $A_t = A_{t-1} * e^{rAt}$) de crecimiento de la tecnología incorporada disponible como fuente endógena-exógena de potencial de cambio de la productividad de frontera del establecimiento o empresa.

Resulta obvio suponer que este elemento (los SICP) ha estado activo desde el origen del proceso económico, ya sea como una parte integral de la empresa o como un recurso externo a la misma (outsourcing); desafortunadamente, para muchas economías, la importancia plena de su papel en los procesos económico y productivo no se logra plena identificación dentro de la literatura de economía, sino hasta recientes fechas.

¹⁴ Boden y Miles...et al, (2000), Antonelli Cristiano: Los servicios TIC afectan a la apropiación y negociabilidad de la información favoreciendo el crecimiento de KIBS, el resultado combinado de ello debería reflejarse en crecimiento de la PTF.

2 Caracterización e importancia de los SICP

La importancia de los servicios al productor se hace patente con el advenimiento de la IT (Tecnología de la Información) en los años 70, como una de las consecuencias del desarrollo de la micro-electrónica, en particular la aplicación del microprocesador en el campo de la computación y la comunicación (período identificado como *Intelismo*).

En un momento dado un grupo de investigadores identificó a ese nuevo campo de actividad y tecnología con el título genérico de "Tecnología de la Información" IT, reconociendo con ello el enorme impacto que estaba y continuaría causando en el campo de la Informática (el proceso de datos y las comunicaciones), el cual primariamente se materializaba intensamente en los campos de las finanzas, la contabilidad, la organización y las comunicaciones. Intuitivamente, las nuevas tecnologías no podrían sino coadyuvar en el crecimiento de la productividad, la competitividad y los beneficios de las empresas. El efecto inmediato fue una alta demanda de productos basados en las nuevas tecnologías e intensiva inversión de capital, adquiriendo nuevo equipo de computación y comunicación; desafortunadamente en aquella etapa los estudiosos del tema no lograban demostrar la contribución de tales inversiones en el logro de los beneficios esperados, tal situación daba lugar a la cuestión conocida como "**paradoja de la productividad de la IT**"¹⁵. Si bien el nuevo campo generaba la creación y demanda de nuevos servicios, productos y empleo, el beneficio en incremento de productividad y ganancias no se lograba demostrar. Una ola de estudiosos se embarcó en investigaciones tratando de resolver la paradoja, de allí surgen discusiones temáticas respecto a varios problemas asociados, como ejemplos se cita las siguientes:

- La eficiencia del esquema de suministro de los nuevos servicios al productor (Intraempresa Vs externo-empresa), Novak y Stern (2007)
- Productividad de la inversión y del trabajador, Aral, Brynjolfsson, Alstytne (2007)
- Paradox Lost? - Productividad IT a nivel empresa, Brynjolfsson y Hitt (1996)
- Contribución de las computadoras al desempeño de los negocios y al crecimiento económico, Brynjolfsson y Hitt (2000), Barua y Kribel (1995)

Investigadores de esa corriente enfrentaron dificultades para aplicar modelos de comportamiento y análisis en casos específicos de comunicación o informática pura, es por ello y en busca de un Proxy del comportamiento en IT que acuden al análisis de procesos industriales a nivel empresa (procesos y líneas de producción), campo en donde sí bien la informática es importante no es propiamente en ella donde reside el proceso central de cambio, pues como veremos en tales procesos el elemento central de cambio lo conforman los automatismos o servomecanismos (fundamentalmente basados en el microprocesador electrónico), el diseño de nuevos procesos productivos, nuevos mecanismos y máquinas con mayores prestaciones de velocidad, capacidad de producción y calidad.

Esos autores enfocaban su atención en el dispositivo tecnológico (la computadora) como elemento central, omitiendo el rol del individuo (el trabajador de servicios IC al productor especializado en TICC)

¹⁵ La paradoja de la productividad de la IT da lugar al conocido comentario de Solow, R.: La productividad de las computadoras se le encuentra en todos lados menos en las estadísticas de economía.

como un agente determinante en el proceso creativo de cambio tecnológico e innovación, obviamente sus conclusiones estaban lejos de tomar conciencia de la realidad.

En contrapartida y reconociendo tal falta, es que surge una nueva corriente de investigadores que ubica a los servicios al productor como un elemento central en la Economía Basada en Conocimiento¹⁶. Esta corriente enfatiza el papel de los SICP, también conocidos bajo el acrónimo "KIBS"¹⁷, como agentes de innovación y productividad (Ejemplos: servicios de ingeniería, tecnología especializada y gerenciamiento al productor).

Bajo tal línea ahora se reconoce la actividad de "servicios intensivos en conocimiento al productor (SICP)" como el elemento que faltaba considerar en el proceso completo de cambio (el eslabón perdido),... para ellos esa actividad representa el elemento que interconecta, interrelaciona y retroalimenta los factores de capital, de Ciencia y Tecnología, de I+D, con el aparato productivo para hacer crecer su productividad y, adicionalmente algo muy importante y trascendente,... bajo determinadas circunstancias se convierte en dinámico agente de intercambio tecnológico (difusión, transferencia de conocimiento y de tecnología) a nivel de establecimiento y a nivel de la economía agregada como un todo. Las figuras 1 y 2 intentan mostrar, similarmente a lo expuesto líneas arriba, el proceso involucrado. Bessant, J. y Rush, Howard (2000), los ejemplifican mediante la metáfora de la abeja polinizadora, donde el sector SICP (la consultoría interna o externa) es como la abeja que recoge el polen (en nuestro caso el nuevo conocimiento) de una flor y lo disemina de flor en flor multiplicando y expandiendo la polinización, en un proceso creativo y multiplicador de nuevo conocimiento y tecnología.

Desde otra perspectiva, este tipo de servicio representa la liga que permite explotar el conocimiento académico de Ciencia y Tecnología, actuando como un ejecutor en la implementación de inversiones de capital que involucran nuevas tecnologías y productos generados por la I+D, para continuar en el proceso como depositario y poseedor del nuevo conocimiento que lo habilita para realizar la tarea de entrenamiento y transferencia de tecnología que a su vez da lugar a la mejora continua de la eficiencia operacional, el ciclo culmina teniendo como producto el crecimiento de capital humano (el propio y el del trabajador de producción) y el crecimiento de productividad de la economía.

2.1 Los SICP, elemento clave en los Sistemas Nacionales de Innovación

Hertog, Pim den y Bilderbeek Rob (2000)¹⁸ introducen el concepto de "nueva infraestructura del conocimiento", en él, los servicios intensivos en conocimiento KIBS (referidos aquí con el acrónimo SICP) están desempeñando un rol creciente en los "Sistemas Nacionales de Innovación SNI". Ellos consideran que los KIBS contribuyen en la capacidad de esos sistemas para distribuir/difundir conocimiento. Tal conclusión era de esperarse, el lector puede comprender ahora tal rol, al considerar las características brevemente expuestas acerca de los SICP, en particular su función en redes

¹⁶ Citados en la Introducción general, página 11, y en el curso del presente capítulo.

¹⁷ Del idioma inglés: "Knowledge Intensive Based Services"

¹⁸ Boden y Miles et al, (2000), The New Knowledge-Infrastructure: The Role of Technology-Based Knowledge -Intensive Business Services in National Innovation Systems in Services and the Knowledge Base Economy.

retroalimentadas que determinan su potencial para crear innovación y para hacer crecer y difundir conocimiento y tecnología (figuras 1, 2)¹⁹.

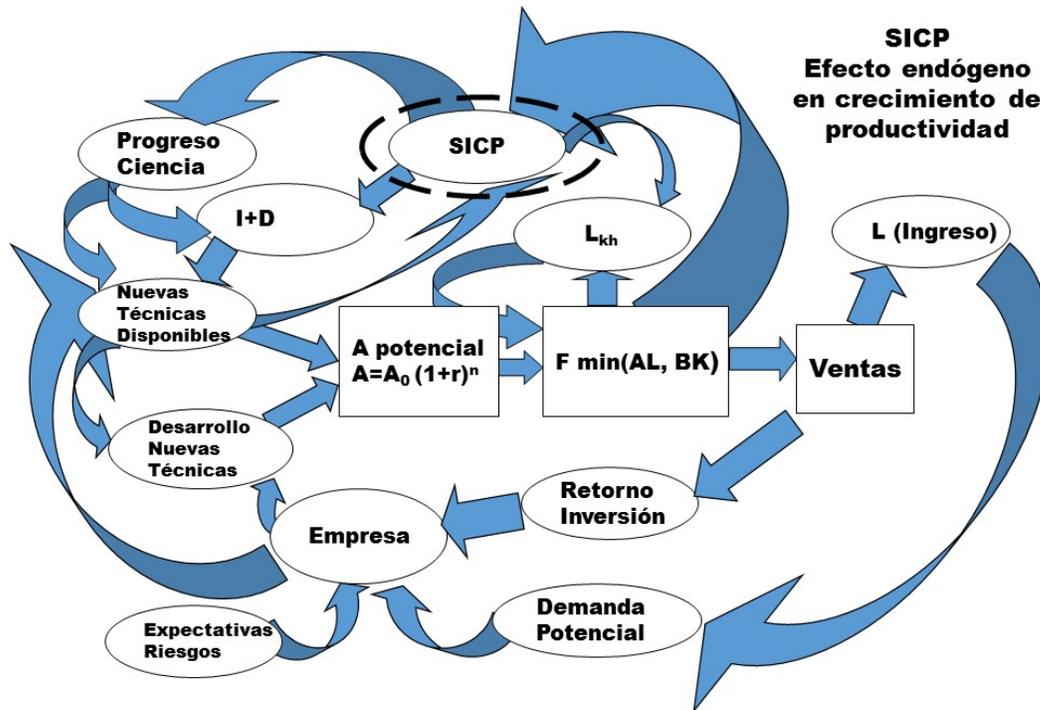


Figura 2

El papel de los SICP, como elemento central en mejora de productividad y difusión de conocimiento y de tecnología.

Fuente: Elaboración propia

El esquema de la figura 2, referido anteriormente en la Introducción general de la tesis, ilustra el proceso de la figura 1 con mayor amplitud tratando de mostrar los lazos más importantes que intervienen en el proceso (una aproximada abstracción). En el diagrama se relacionan los procesos (bloques) mediante conexiones tipo insumo-producto (aquí el extremo trasero de la línea flechada toma la salida o producto (output) del proceso anterior o emisor y, el extremo flechado de la línea señala el punto de entrega como insumo (input)) al proceso receptor.

¹⁹ Presento el circuito únicamente como recurso explicativo, considero que el concepto vertido en el esquema de la figura 2 es altamente intuitivo, al mismo tiempo resulta claro que el concepto merece mayor definición y explicación, por lo cual el tema se abordará nuevamente en los siguientes capítulos. Nota del autor.

2.2 Efecto positivo indirecto en el empleo de los SICP, la mejora en competitividad.

Del planteamiento hasta aquí expuesto, se comprende que la importancia de los SICP no subyace en la cantidad de empleados que allí se ocupan, estos son realmente un número muy reducido en el universo del empleo total de una economía dada, se estima en un orden $< 1\%$ de la población trabajadora, es decir, su efecto y su aportación real al crecimiento del empleo y la economía no es directa, más bien tiene un carácter indirecto, ya que el mejoramiento en el crecimiento de la productividad industrial determina un mayor nivel de competitividad, el cual puede dar lugar a un mayor crecimiento del PIB al concursar exitosamente en la economía local, y mayormente en el mercado internacional; se sigue con ello que es factible llegar a establecer una mayor ocupación de la fuerza de trabajo local. Es en este mecanismo donde reside el potencial de crecimiento de empleo de la actividad que se estudia.

2.3 Los SICP un servicio negociable

Dentro de la economía basada en el conocimiento, refiriéndonos al difícil tema de la creación de empleo, existe otro rasgo que se agrega para acrecentar la importancia estratégica de los SICP, consiste en que a diferencia de las otras clases de servicios, estos servicios poseen la propiedad de ser negociables, tal característica abre interesantes posibilidades de nuevo empleo en el campo de exportación-importación de servicios²⁰.

En este momento se puede intuir que el desarrollo de sector SICP posee una importancia estratégica de primer orden en el desarrollo industrial y económico de los países. El estudio que aquí se realiza así lo demuestra y por tanto se hace necesario reconocer y considerar la existencia de esas dos características estratégicas (empleo - comercialización de SICP) cuando se trata de establecer políticas de desarrollo industrial y de crecimiento de la productividad agregada de la economía.

2.4 Diferenciando los servicios al productor

En este momento es pertinente hacer mención a las diferencias que caracterizan a varios servicios al productor. Así se puede diferenciar entre servicios al productor y SICP. Los servicios al productor engloban a los SICP y a otros servicios al productor, estos últimos están ubicados dentro de la categoría global de servicios, los cuales, si bien requieren satisfacer un nivel dado de entrenamiento, conocimiento, y habilidades, su nivel de conocimiento y actualización tecnológica dista del nivel que necesariamente exhiben los SICP, ellos se encuadran en servicios rutinarios tales como vigilancia, jardinería, algunos tipos de mantenimiento y limpieza, oficinistas, cajeros, etc., los cuales la empresa contrata a terceros (outsourcing) en un afán de evitar la distracción de sus recursos de gestión en actividades no relacionadas con su campo de especialidad y con ello concentrar sus esfuerzos en las actividades de la especialidad que impactan en el negocio, al mismo tiempo obtener una factible reducción de gastos al emplear los servicios de una empresa de terceros especializada en un campo específico de especialidad, por ejemplo, los servicios médicos, la limpieza, suministro de alimentos preparados, vigilancia, entre otros. En forma similar se puede diferenciar entre los servicios al productor y maquila de bienes intermedios que son contratados o subcontratados a terceros. El lector

²⁰ Love, James y Mansury, Mica (2009), *Exporting and productivity in business services: Evidence from the United States*. Los autores encuentran una asociación positiva ligada entre la productividad de las grandes empresas, la exportación y una creciente exposición a los mercados internacionales.

puede encontrar una exposición más amplia del tema “Servicios de alto desempeño” en el apéndice A.

2.5 Enfoques hacia la participación del sector servicios en la productividad agregada, y el crecimiento de la producción y el empleo

¿El crecimiento de servicios un problema en la productividad agregada?²¹

El sector de servicios ha tenido una connotación de baja productividad asociada con los servicios tradicionales en el ámbito doméstico y servicios personales, hecho que llevó a forjar la idea de que el sector terciario sería por definición una causa para la caída de la productividad agregada (Baumol, 1985).

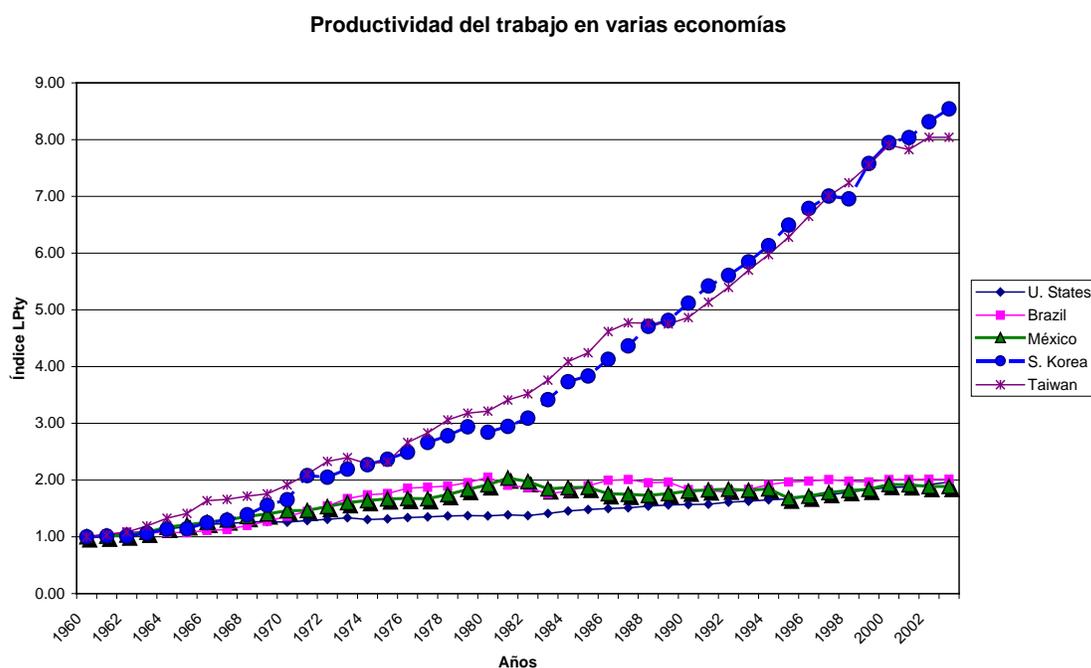


Figura 3: Productividad del trabajo en varias economías

Fuente: Elaboración propia basada en “Table 2: Groningen Growth and Development Centre and The Conference Board, Total Economy Database, February 2004. Available in: /http://toww.ggdc.net/”

Algunos autores: Baumol, J. W. (1967, 1985); Castaldi, Carolina (2009); Maroto-Sánchez y Cuadrado-Roura (2009); Pugno, Maurizio (2006); Miles, Ian (1983, 1985, 1993), entre otros; aceptando el fenómeno de desplazamiento del empleo de la actividad económica hacia el tercer sector, se han mostrado preocupados por el impacto negativo revelado en la productividad agregada en muchos países (ver figura 3), presumiblemente debida al crecimiento de servicios (asociado en un origen con el estancamiento de la productividad), lo que ha llevado a pensar en fórmulas de cambio estructural

²¹ La frase que se muestra es tomada del título del paper de Maroto-Sánchez y Cuadrado-Roura (2009), ¿Is growth of services an obstacle to productivity growth?

e innovación en la actividad de servicios, ello en busca de un crecimiento positivo de la productividad agregada.

La grafica de la figura 3, muestra con claridad una situación real que aqueja actualmente a los economistas, la cuestión es saber, refiriéndonos a los países mostrados en la gráfica, ¿cuál es la razón o razones que explican que los países EUA, Brasil, y México exhiban un estancamiento en su productividad del trabajo en comparación con el impresionante crecimiento exhibido por Taiwán y Corea?

2.6 Sectores de servicio de alto desempeño

Como antes refiero, en estudios recientes se identifican algunos campos de actividad dentro del sector de servicios que poseen características positivas de crecimiento de empleo y productividad equiparables a las del sector manufacturero, en esa corriente, un grupo cada vez mayor se inclina por la idea de que ese sector de servicios se encuentra en los servicios externos (outsourcing²²) a la Industria, ya antes se ha hecho referencia a este asunto al comentar enfoques de economistas como Miles, Ian (1993) y François, Joseph F. (1990), se agrega ahora en esta corriente a Fixler, Siegel (1999); Bartel et al (2005); la OCDE (2005); Novak y Stern (2007); Castaldi, Carolina (2008); Maroto-Sánchez y Cuadrado Roura (2009); el apéndice A contiene mayor información respecto esos servicios, los servicios de alto desempeño.

2.7 Los SICP externos a la empresa, un campo de alto ingreso, creciente productividad y contribución positiva al crecimiento de la productividad agregada

Maroto-Sánchez y Cuadrado Roura (2009), en su estudio sobre el impacto de la tercerización en el crecimiento de la productividad agregada, refutan parcialmente el conocimiento tradicional de la baja productividad de los servicios, ellos demuestran que varias actividades terciarias (como el outsourcing de alta tecnología y conocimiento) han mostrado dinámicas tasas de crecimiento de productividad y que su contribución al crecimiento de la productividad total juega un papel más importante que lo que históricamente se creía.

Como ejemplo de ello, resaltan los servicios de Tecnología Informática Comunicaciones y Computación (TIC&C), de Ingeniería, de Contabilidad y Administración, de Ventas y Marketing, de Finanzas y Consulta, ... etc.; conocidos como servicios a la Empresa, los cuales se caracterizan por requerir un nivel de habilidades y conocimiento actualizado de vanguardia, y por proporcionar mayores ingresos y percepciones, mayor tasa de crecimiento de empleo en los últimos años y mayor tasa de beneficio. Además de que tal actividad se establece como de mayor permanencia en el largo plazo y con el carácter de negociable dentro del mercado internacional (divisas y demanda de empleo).

De los planteamientos expuestos sobre los servicios y en particular de los servicios externos a la empresa (outsourcing) surgen cuestionamientos importantes acerca de la supuesta creciente demanda de empleo que traen consigo dichos servicios y del impacto en el desempeño de la industria.

²² Palabra “outsourcing”, anglicismo que denota algo que proviene de afuera, en el ámbito de economía y la administración el término se utiliza como sinónimo de servicios de personal o de maquila suministrados por otros, por entidades externas a la empresa que hace uso del servicio; el término es empleado también para denotar a los servicios al productor (los SICP). En los textos que siguen se hace uso de esa palabra.

2.8 Participación del subsector SICP para tres parámetros clave de la economía

Carolina Castaldi (2008), en su estudio *“The relative weight of manufacturing and services in Europe: An innovation perspective”* determina las cifras de participación en productividad, empleo y valor agregado, para los subsectores de servicios de redes de informáticas (IN) y servicios del conocimiento intensivo a la empresa (KIBS²³) en varias regiones (cuadro 1). Obviamente, el cuadro presenta valores significativos para los rubros Productividad y Valor Agregado, así mismo las cifras de participación en el Empleo, corresponden a las de menor rango dentro de los resultados ahí mostrados.

Cuadro 1: Participación del subsector KIBS, tres parámetros clave de la economía

Participación en el Total (%)	EU-15	Japón	EUA
Productividad	54.5	38.9	45.75
Empleo	26.3	21.0	30.7
Valor Agregado	41.5	37.6	48.33

KIBS: Servicios intensivos en conocimiento a la empresa.

Nótese que el enfoque de la presente tesis concuerda, como se podrá constatar en el curso de la exposición, con los resultados obtenidos en el estudio de Carolina Castaldi (2008), respecto a la importancia de los KIBS en la economía. El enfoque central de la tesis está orientado enfáticamente hacia la determinación del impacto desarrollado por sector KIBS, referido aquí como SICP.

El lector observará que la importancia a que se hace referencia en esta sección, se basa únicamente en participación en el ingreso o en el empleo, considerando todo lo que se ha dicho, se puede presumir ya que el impacto real de los servicios al productor no depende de su participación en el proceso únicamente, sino que más bien es un asunto que depende del alcance que les confiere el capital de conocimiento humano que poseen y ejercitan.

3 Ejemplos de ubicación de los SICP y de su papel como agente de innovación, de crecimiento de productividad y, de difusión de tecnología

Es comprensible que en la importancia estratégica económica que representan los SICP resida la razón que impulsa al presente estudio; sin embargo y no obstante lo que se ha expuesto, en este momento, al lector no le resulte tan evidente la ubicación de tal característica, por ello trataré de ejemplificarlo con algunos casos que comúnmente encontramos en el acontecer de la vida industrial y comercial de muchos países industrializados.

Un primer caso, se podría referir a situaciones tales donde ciertos empleados clave (los poseedores del conocimiento y tecnología actualizada SICP, por ejemplo de la “maestría -know how- en el cómo hacer las cosas”) de cierta empresa que denominaremos empresa "A", se separan de ella para fundar otra, la empresa "B" (generalmente una nueva propiedad en grupo); el nivel de conocimiento y maestría acumulada por ese grupo de empleados (empleados de cuello blanco, o SICP), les permite mejorar el diseño de producto y de los medios de producción con que se contaba en la empresa A, es

²³ Acrónimo del idioma Ingles: Knowledge Industrial Business Services.

decir, les permite innovar e implementar el cambio tecnológico, el resultado es que la empresa B se transforma en un eficiente competidor de la empresa A (mediante un producto innovado y eficiente en uso y menores costos de manufactura -alta productividad), con lo cual logra arrebatar el liderazgo y la mayor parte del mercado que poseía antes la empresa A. Al final es la sociedad o economía en su conjunto que se beneficia del crecimiento de productividad, la innovación y el menor costo de los bienes producidos por la nueva empresa B.

Otro ejemplo es el impresionante progreso logrado por la industria automotriz Japonesa²⁴, partiendo prácticamente de la nada alrededor del año 1910, hasta llegar a situarse como un líder mundial (tecnología automotriz de punta, alta calidad y bajo costo de manufactura) en la industria automotriz de hoy día, no es sino un ejemplo de innovación y crecimiento de productividad logrado por (además de otros factores como la disponibilidad de capital, espíritu de empresa y situaciones de coyuntura como la necesidad de armamento y la milicia) el trabajo tenaz y persistente del contingente de empleados de SICP, o sea la porción de cuellos blancos Japoneses que se han ocupado del diseño e innovación de productos y procesos, del progreso de conocimiento tecnológico y de lograr una elevada eficiencia y productividad operacional en su industria automotriz.

También se puede citar el caso de innovación de producto y procesos de la industria vitivinícola en las economías emergentes de Argentina, Chile y Sudáfrica, Giuliani, E. et alii (2011), cuyos efectos se acusan en una transformación de la geografía de la producción de esa industria, en la cual los nuevos productores han ampliado y conquistado gran parte del mercado mundial, tomando con ello el liderazgo que antes poseían unos cuantos países de Europa. Giuliani, E. et alii, en su libro "Innovation and Technological Catch-Up" de 2011, señalan que la trayectoria de creación e innovación tecnológica seguida en esas economías se fundamenta en los centros de formación científica y tecnológica, las asociaciones de investigación y publicaciones de la industria, las instituciones de formación profesional y de ciencia y tecnología (universidades y tecnológicos), los fabricantes y proveedores de maquinaria y equipo, las redes profesionales y el desarrollo de nuevas plantas y procesos. En resumen, los bloques de conocimiento que pertenecen o están íntimamente relacionados con esa industria, en donde la función del personal SICP se encuentra centralmente presente.

Otros casos se pueden circunscribir al ámbito académico, como el de nuestra universidad, lugar donde se llevan a cabo actividades de investigación en varios campos científicos y tecnológicos, como el de protección del medio ambiente, las energías alternativas, los alimentos, entre otros muchos más. Para avanzar en las investigaciones y desarrollo se hace necesario elaborar prototipos, realizar pruebas piloto y aterrizar finalmente con la aplicación del nuevo conocimiento y productos en su explotación industrial; para esos subsecuentes pasos se hace necesaria la intervención del empresario (capital, el deseo de beneficio y de gestión) y de un grupo de tecnólogos (los SICP) que puedan implementar las ideas y necesidades de los proyectos, sin tales elementos es prácticamente imposible

²⁴ Odaka, Konosuke et alii (1988), en el libro "The automobile industry in Japan, A study of ancillary firm development" relatan como se desarrolló la industria automotriz japonesa partiendo prácticamente de la nada en 1911.

cristalizar las nuevas ideas y conocimiento como nuevos productos o nuevas tecnologías²⁵ en la línea de producción²⁶.

Casos similares a los descritos se pueden encontrar en el diario acontecer de la vida económica y tecnológica de los grandes países, ahí el común denominador lo representa en un buen grado el empuje empresarial, el capital, y la tecnología disponible (actualizada y tradicional) y, en importante medida la intervención de los trabajadores de cuello blanco de SICP; sin ellos los proyectos no podrían materializarse, sin ellos la labor de fertilización cruzada del conocimiento y de la tecnología que da paso a la innovación no puede darse eficazmente, son ellos (en su modalidad intra o extra empresa) quienes tienen la tarea de eficientar los procesos de producción y de buscar e identificar alternativas de crecimiento de productividad e innovación.

En esos casos, el grupo de trabajadores SICP son factor clave (entre otros) para la exitosa realización de los proyectos involucrados; en ellos están presentes los siguientes rasgos característicos:

- Creación y desarrollo de una nueva empresa
- Creación del desarrollo e innovación de nuevos productos
- Desarrollo de nuevas tecnologías
- Implementación del cambio tecnológico
- Difusión de la tecnología
- Crecimiento de la productividad efectiva (mejora operacional o eficiencia)

El planteamiento teórico y los resultados empíricos de la tesis permiten generalizar la presencia de estos rasgos característicos en la actividad de los servicios SICP, lo que determina su rol estratégico como motor de innovación y crecimiento de productividad en la economía.

4.0 Conclusiones del capítulo

El propósito de la Introducción General y este primer capítulo es que el lector tenga una definición clara de los SICP, en qué consisten, sus características y su campo de acción, de las hipótesis y objetivos, de la metodología que se sigue para concluir la investigación. En ese tenor, en continuación a lo que se presenta en la Introducción a la tesis, el presente capítulo define con mayor amplitud al sector SICP, sus características, su ubicación en el campo físico y en las estadísticas de la economía, y se hace énfasis en el impacto positivo, que puede ofrecer, en el crecimiento de la productividad del sector de producción manufacturera. La exposición hace uso intensivo de esquemas que buscan ilustrar los mecanismos de retroalimentación endógena y exógena en que se encuentra inmersa la actividad de los SICP, muestran la forma natural en que este agente automáticamente interactúa con el proceso de producción y la implementación de proyectos de inversión que mayormente involucran

²⁵ Una nutrida lista de investigaciones en este tenor se pueden obtener y consultar en centros de Formación Profesional y de Investigación en Universidades e Instituciones Tecnológicas Públicas, por citar un caso a manera de ejemplo, véase el reporte de la investigación y desarrollo de celdas electroquímicas para la producción de electricidad a partir de hidrógeno, desarrollo experimental de científicos de la UNAM y el Tecnológico de Melbourne, el caso aparece en la Gaceta, Órgano Informativo de la UNAM, 6 de mayo de 2013, Número 4511.

²⁶ Es de reconocer que los trabajadores de línea, también conocidos como empleados de cuello azul, pueden y participan activamente en la solución de problemas de la línea de producción, toda vez que son expertos en la actividad que rutinariamente realizan y por tanto aportan en el crecimiento de la productividad, sin embargo, tal aportación no puede ser sino marginal, pues su atención y labor esta depositada en el cumplimiento del programa de producción y en el logro de una operación eficiente dentro de la referencia establecida.

la innovación y el cambio tecnológico incorporado y no incorporado, haciendo crecer con ello el factor tecnológico total disponible, mismo que incluye el crecimiento de capital humano y el crecimiento del factor tecnológico incorporado.

Siguiendo, elaboramos la siguiente lista de hechos que definen y caracterizan a los SICP:

- No obstante, han estado “siempre” presentes en la economía, hoy día corresponden a un campo relativamente nuevo en el estudio del crecimiento y las estadísticas de economía.
- Abren la factibilidad de impactar positivamente en el crecimiento de la productividad de los establecimientos y sectores de producción primaria y de manufactura de la economía.
- Cuando no son suficientemente eficaces ni eficientes, obviamente, su impacto en el crecimiento económico es de esperarse que sea mínimo o nulo.
- Son un agente endógeno muy activo en la difusión del conocimiento y de la tecnología.
- Son un agente de primer orden en los sistemas nacionales de innovación.
- Son un agente de primer orden en las redes de especialización tecnológica.
- Impactan positivamente en el crecimiento y desarrollo del capital humano del personal que labora en los sectores de producción de la economía.
- Impacta en el crecimiento y desarrollo del factor técnico total (tecnología incorporada y no incorporada).
- Dentro del universo de los servicios, corresponde a un sector de alto desempeño, de alto ingreso y alta productividad, en diferencia a otros servicios que contrariamente exhiben una baja productividad e ingreso.
- Su efectividad no solamente depende de su participación en el campo de actividad, sino del nivel de conocimiento y maestría que posee, y del nivel de eficacia en que se desarrolla su actividad, así como en la medida en que se encuentra inmerso en la ejecución de tareas y la solución de problemas que implican el cambio tecnológico y la mejora de eficiencia.
- Corresponden a un sector de actividad muy pequeño en número dentro de la economía.
- Interactúa con los sectores de ciencia y tecnología, I+D y eventualmente son potenciales proveedores de nuevas tecnologías.
- Su impacto en la economía puede medirse con precisión mediante estudios de caso.
- Algunos son bienes de servicio negociables y exportables.
- El producto de su trabajo puede medirse por la magnitud del crecimiento de la productividad del establecimiento.
- Representan el eslabón perdido en las teorías de crecimiento económico y en la teoría de la organización industrial.
- Elemento clave en el proceso de creación y desarrollo de tecnología propia.
- Factibles de actuar dentro o fuera de la organización.
- Representan un campo de actividad creciente dentro de la economía.
- Factibles de citarse ejemplos en diversos campos de actividad: agrícola, manufacturera, I+D, redes de nuevas tecnologías, y en la academia de ciencia y tecnología.
- Su presencia activa, eficaz y eficiente, señala la existencia de una economía productora de bienes de consumo y de servicios, caracterizada por alta productividad y generadora de riqueza, con un nivel digno de ingresos y una sociedad en sano desarrollo.

Capítulo 2 PRODUCCIÓN, TECNOLOGÍA, PRODUCTIVIDAD

Resumen: El capítulo incursiona en la teoría de producción para definir los conceptos de producción, tecnología, y productividad, los cuales son fundamentales para el estudio, son temas clave para la formulación del modelaje del comportamiento de los SICP que se desarrolla en el capítulo 3. Es de particular interés y relevancia el análisis que se hace de la función de producción adoptada, la función de producción de factores complementarios en proporciones fijas conocida como de Leontief, la cual se desarrolla en tres dimensiones o coordenadas (relevancia que se omite en los tratados de microeconomía corriente), lo interesante de este enfoque, es que permite observar la ubicación de los factores tecnológicos del trabajo, del capital y la relación que tienen estos con los insumos y la producción; así mismo, identificar la forma en que la función conserva las características de sesgo del proceso, es decir si está orientado al capital o al trabajo, todo ello en forma integral y objetiva en un marco espacial geométrico; más adelante tal esquema conduce a formular una metodología vectorial para calcular la PTF y su índice de crecimiento con una precisión que supera las metodologías empleadas hasta ahora; se incluye ahí un breve examen de las metodologías de frontera: Malmqvist y DEA para el cálculo de PTF, índice de crecimiento y eficiencia. Como parte de la metodología, se incluyen lineamientos respecto a la homologación de unidades (monetarias e índices) de las cantidades de producción e insumos, asimismo respecto a la agregación productividad y se describe la PTF en su forma “Valor Agregado”. Es particularmente interesante el enfoque del proceso de producción como un sistema complejo formado por circuitos retroalimentados y entrelazados, en dónde la tecnología se incorpora mediante la intervención activa de los SICP, lo que da lugar al crecimiento de la productividad del proceso de producción. En el análisis de la productividad se hace énfasis en la forma que actúan los SICP en el proceso de producción para crecer la productividad efectiva, y en el circuito económico, como un todo, para difundir la tecnología. En tal dirección se avanza en la formulación de la función de producción que modela la incorporación del cambio tecnológico, y el crecimiento del capital humano en conocimiento y de la habilidad de los cuellos azules, elementos que, sí son acompañados de crecimiento de nivel de producción, conducen al crecimiento de la productividad.

Introducción

El concepto de productividad es un elemento central de las hipótesis de la presente investigación, de aquí se desprende que un aspecto crucial para el estudio es contar con una concepción clara y sonora del concepto de productividad, su significado y su medición, particularmente de la productividad total de factores (PTF), por ello, como parte fundamental del estudio, en el presente capítulo expongo algunos conceptos que considero relevantes respecto a la teoría de producción, la tecnología y la productividad; son fundamentos en que me basaré para construir los modelos, teórico y econométrico, que muestran la forma en que los SICP impactan en el crecimiento de la productividad del proceso de producción, y que por tanto es pertinente refrescar, aclarar, abundar o re-definir.

Los tres conceptos que nos ocupan son inherentes al proceso productivo, de aquí que tratar de hablar de alguno de ellos sin hacer mención de los otros dos, se torna difícil y prácticamente imposible, más aún, si se considera el hecho de que esos tres conceptos están siempre presentes en el bloque de producción dentro del proceso económico como un todo, cuyas partes esenciales se encuentran interconectadas en redes circulares cerradas (retroalimentadas).

El esquema de la figura 1, hace énfasis en el carácter de los parámetros / e indicadores de desempeño: factor tecnológico e indicador de productividad, el primero como una condición de diseño ex – ante,

y el segundo como un resultado ex -post del proceso de producción; el primero corresponde a una característica o propiedad de la planta o sector de producción cuya magnitud a nivel micro es factible determinar (proceso , maquina, planta) con precisión, sin embargo, dado que la productividad depende del producto logrado y de los factores insumo, se sigue que la medición de productividad se puede considerar como una proxy de la magnitud del factor tecnológico, tomado en cuenta que la diferencia entre el valor medido de la productividad contra el valor de diseño de la planta corresponde a un valor de pérdida de desempeño que, per sé, establece un nivel de eficiencia operacional. Esta propiedad permite estimar a nivel macroeconómico la magnitud del factor tecnológico del sector o de una economía como un todo.

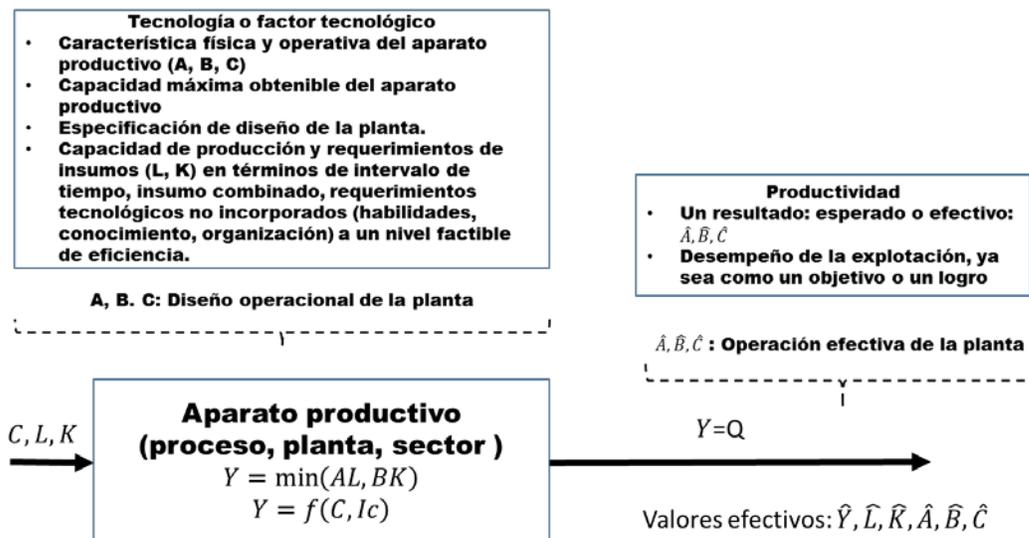


Figura 1: Producción, tecnología, productividad; esquema simplificado

Fuente: Elaboración propia

Para lograr claridad de los conceptos, en la presente exposición agrupo en tres bloques principales cada uno de los temas abordados en el título del capítulo, desde luego, dada la inherente interrelación que existe entre ellos, irremediamente, en el curso de la exposición repetidamente se hace referencia a esos conceptos lo que conlleva cierta sensación de repetición o salto a un asunto ya tratado; apelo a la comprensión del lector por tal situación, que considero es propia y es común a nuestra disciplina.

Conforme se deja ver en el esquema de la figura 1, el desarrollo de la investigación lo fundamento en la función de producción de Leontief; algunos lectores podrán cuestionar por qué no recurrir al enfoque teórico convencional basado en una función de producción neoclásica como la Cobb - Douglas, mi punto de vista al respecto es realmente escéptico, es mas, parece que coincido con algunos conocidos autores de corte neoclásico, principalmente estudiosos del crecimiento, que reconocen que el esquema neoclásico de producción es inconsistente con la realidad (tasa de crecimiento a largo plazo igual a cero, supuesto de pleno empleo y factor tecnológico constante en el corto plazo), como ejemplo de ello, consideremos a Sala -i-Martin (2000), Apuntes de crecimiento económico, p 43. allí él manifiesta que para resolver muchos de los problemas de la vida real, bajo los

fundamentos de la economía convencional se hace necesario modificar o eliminar muchos o la mayoría de sus supuestos:

“Si queremos construir un modelo que explique el crecimiento a largo plazo, deberemos abandonar alguno de los supuestos neoclásicos: o bien la función de producción no es neoclásica, o bien no hay competencia perfecta, o bien se relaja algún otro supuesto” Sala -i- Martin (2000), pág. 43

Solow. R. M., al final de su carrera llegó a similar conclusión, en su paper académico “Perspectives on Growth Theory”, Journal of Economic Perspectives, Volume 8, Number 1, Winter 1994, Pages 45-54, allí, él explícitamente lo manifiesta.

Otro motivo para dedicar una sección de la tesis a los tres temas que abordamos, obedece a que en la literatura disponible no se logra localizar una teoría de la producción completa, actualizada y aproximada a la realidad física. Lo que mayormente encontré son una mezcla de diferentes definiciones y propuestas emanadas de muchos particulares autores y siguiendo diferentes vertientes de pensamiento; ello se puede constatar al leer y comparar el contenido de diversos ejemplares de la literatura, incluyendo aquí los textos académicos a que comúnmente se recurre en la actualidad, asimismo, en muchas obras recientes tratando los temas de Productividad y las Nuevas Teorías de Crecimiento; un ejemplo concreto al respecto está contenido en la obra de Stigler, George Joseph (1911), “Production And Distribution Theories, versión 2013 by Transaction Publishers”; allí el autor elabora una ejemplar recopilación de los enfoques de relevantes autores como W.S. Devons, P. H. Wicksteed, A. Marshall, F. Y. Edgeworth, C. Menger, F. von Wieser, Eugen von Böhm – Bawerk, L. Walras, K. Wicksell, J. B. Clarck; e inclusive, dedica una amplia sección al Teorema de Euler y la Teoría de la Productividad Marginal; el análisis de los enfoques mostrados pone en claro el clima de confusión y falta completitud prevaleciente en la teoría de producción en aquellos días. Otro caso ejemplar lo representa la obra de Robinson, Joan (1953-1954), “The Production Function and the Theory of Capital”, que abre la discusión alrededor de la incoherencia en las unidades de medida del factor capital y trabajo humano entre otras cuestiones similarmente importantes. El clima de falta de completitud y diversidad de corrientes de pensamiento, desde mi punto de vista, prevalece hasta nuestros días, el lector coincidirá en tal apreciación al repasar el tema según se expone en los diversos libros de texto comúnmente consultados en la enseñanza actual de economía²⁷

El presente capítulo tiene el objetivo de ubicar al lector en la base teórica en que descansa la construcción del modelaje de la actividad de los SICP y su impacto en el crecimiento de la productividad manufacturera, en este sentido resulta obvia la utilidad de su lectura en aras de mejor comprensión a lo que más adelante se trata. Es oportuno, aquí, mencionar que lo que aquí expongo, de ninguna forma trata de crear una nueva teoría de la producción, tampoco responde a una crítica a las teorías existentes de producción, simplemente trata de mostrar los elementos que desde nuestra opinión son relevantes para comprender el análisis y síntesis del estudio que aquí se realiza; desde luego, la mayor parte de tales elementos emanan del bagaje y herramientas teóricas ya disponibles,

²⁷ Koutsoyiannis, A. (2002), en Microeconomía moderna, Amorrortu, p 79; Mas-Collel, Andreu (2007), en Microeconomic Theory, Oxford, reimpresión, Capítulo 5, p 127-160; Varian, Hal R. (1987, 1978), en Microeconomía Intermedia 5ª Ed. 1987, y, en Análisis Microeconómico, 3ª Ed. 1978; Sala-I-Martin, X. (2000), en apuntes de crecimiento económico 2ª Ed.

simplemente lo que hemos hecho es retomar los conceptos que por su racionalidad y por propia experiencia, mejor explican el proceso de producción acercándose a la realidad de las cosas y que por ello hacen factible resolver nuestra investigación. En otras palabras, con el desarrollo del presente capítulo, simplemente ponemos al descubierto importantes elementos que “siempre” han estado presentes en el modelo de producción representado por la llamada función de producción de insumos complementarios, conocida también en la literatura como de Leontief, de Harrod-Domar o de insumos complementarios (designados aquí como BC).

1 PRODUCCIÓN

La teoría de la producción en el proceso económico es en primera instancia algo simple e intuitivo que en sus grandes líneas concuerdan las diferentes corrientes de pensamiento, sin embargo, prevalecen diferencias alrededor de los supuestos del comportamiento esperado por la interacción de las variables y en las restricciones implícitas en el funcionamiento de sus respectivos modelos, tal situación implica, entre otras cosas, un dilema para el investigador respecto a la referencia a seguir.

Partiendo del reconocimiento del proceso de producción como un proceso de transformación que toma lugar en un cierto período o lapso de tiempo en donde los factores representados por las literales **L**, **K**, y **A**, son los principales actores, los ingredientes fundamentales y, **Q** (o **Y**) el resultado del proceso de transformación. Los factores **L** y **K** representan a los insumos fundamentales del proceso de transformación, respectivamente: **L** la fuerza de trabajo empleada en términos de cantidad Hora-Hombre (H-H) y, **K** el uso de capital puesto en juego (representa el uso de capital invertido en medios de producción -tierra-edificios-maquinaria-, y el capital circulante, éste último corresponde al fondo para pago de salarios y al costo de adquisición y de uso de materiales intermediarios -materiales propiamente dichos, servicios, energía-); **A** representa el factor tecnológico o la productividad, dependiendo del contexto, ambos son parámetros que respectivamente caracterizan a la planta productiva y su eficiencia. Aquí es claro que los componentes “**Q**, **L**, **K**”, son fácilmente identificables, respecto a “**A**”, la productividad o factor tecnológico, la cosa ya no resulta tan sencilla y evidente; la falta de comprensión de este importante factor ha derivado en mitos y erróneas interpretaciones de los procesos producción y de crecimiento. En el curso del capítulo volvemos a tratar este tema con mayor amplitud.

1.1 Representación del proceso económico mediante bloques.

1.1.1 Esquema de una economía cerrada

La representación gráfica de un sistema, proceso, o concepción ideal, representa una herramienta de preciada utilidad en los procesos de comprensión, análisis, síntesis y diseño²⁸. En tal tenor y con el

²⁸ Nota del autor: La representación gráfica de una situación, relación, sistema, proceso o concepción ideal, es algo de preciada utilidad en los procesos de enseñanza/aprendizaje, comprensión, análisis, síntesis y diseño. La disciplina de Economía no puede estar al margen de tal recurso, debido principalmente a que la naturaleza del proceso económico corresponde a una compleja madeja de relaciones causa-efecto o insumo-producto, que se conectan en forma circular retroalimentada, con funcionamiento continuo o funcionamiento discreto, dicotomías y enlaces condicionados. De aquí que el disponer de esquemas gráficos representando esas redes complejas es valiosa ayuda para ilustrar, abstraer y comprender tales procesos. Desde luego, tal herramienta representa una formidable ayuda para el economista que trata de acercarse a un modelaje realista.

propósito de tener presente una visión global del proceso económico, a continuación, inserto un esquema del mismo (figura 2), es una representación simplificada (economía cerrada, sin banca y sin gobierno), ubica centralmente el bloque que representa el proceso de producción y su función de producción (bienes complementarios de Leontief), se muestran allí los factores insumo-producto. Tal esquema es de utilidad para efectos del análisis y de la exposición. El esquema es intuitivo y objetivo, y creo que es fácilmente comprensible en el ámbito académico de economía.

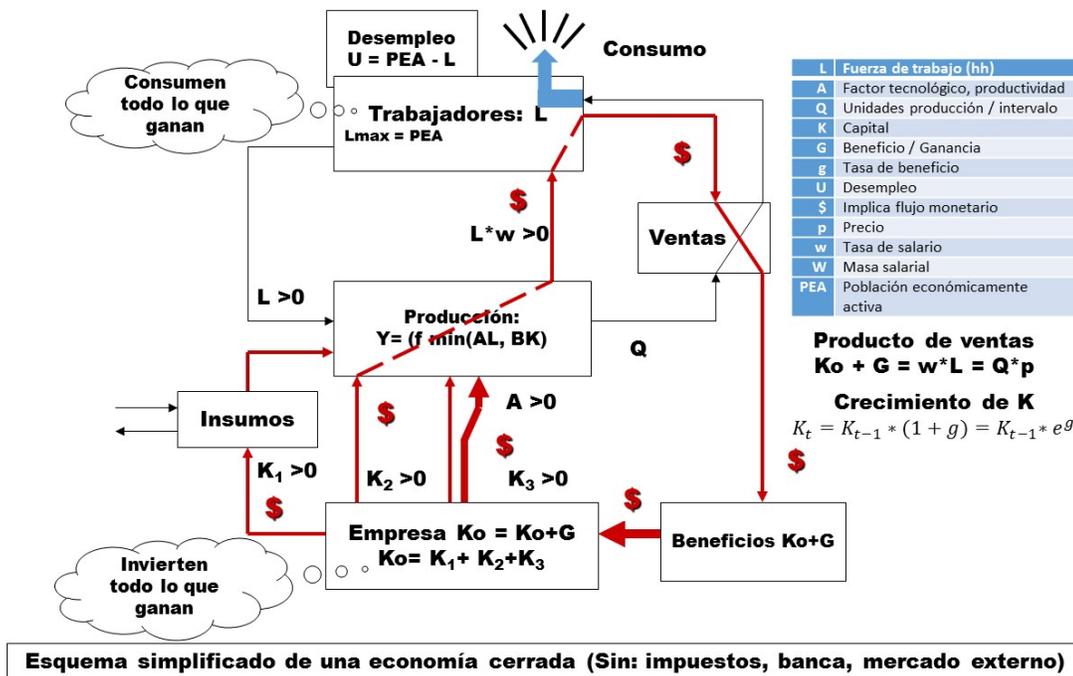


Figura 2²⁹

Nota: El bloque representa el mercado o transacción de mercancías por dinero, en forma simplificada muestra únicamente el gasto de los trabajadores del sector de producción, obviamente el bloque es algo más complejo que involucra además del gasto del sector servicios, también el gasto capitalista en bienes de consumo, en servicios y en bienes de capital (inversión), éste último es representado en esquema por la literal K_3 .

Fuente: Elaboración propia durante el estudio que realicé en 2009, "Tesis de Maestría en Economía: El Impacto del Cambio Tecnológico en la demanda de Empleo, UNAM, FES Acatlán, 2009"

1.2 Función de producción adoptada

1.2.1 Función de producción estática y Función de producción dinámica

En la búsqueda de una teoría y modelo de producción aplicable y lo más apegado posible a la realidad, he optado en basarme en la función de producción de factores insumo complementarios o proporciones fijas en el corto plazo (Marx, Leontief, Harrod y Domar), comúnmente conocida como

²⁹ La figura 1, muestra en forma simplificada que el producto de las ventas es igual a la masa salarial (wL) e igual a la producción tasada por un precio. El punto representa un problema crucial del sistema económico, consiste en el problema de la realización del ciclo de la producción, el cual a falta de una solución plena se ha soslayado, generalmente no se habla mucho del asunto; la referencia normalmente citada es la del seminal trabajo de Marx, C. La situación de crisis permanente que prevalece actualmente el mundo económico es probable que en el corto plazo el tema reclame una enérgica y responsable atención de los economistas al problema de la realización. Nota del autor.

la función de producción de Leontief la cual tiene la forma $Y = \min (AL, BK)^{30}$, donde **A** es el factor técnico del trabajo (productividad del trabajo): cantidad de unidades producidas por unidad de trabajo, durante la unidad de tiempo considerado; **B** es el factor técnico del capital o productividad del capital: cantidad de unidades producidas por unidad de capital utilizado durante la unidad de tiempo considerado. Hasta aquí lo que convencionalmente se supone es que la proporción entre insumos y los coeficientes técnicos (trabajo, capital y tecnología) permanecen constantes, porque el escenario es el corto plazo, un instante de tiempo en el cual las cosas necesariamente no cambian, es decir no son función del tiempo. Un esquema similar ocurre con todas las demás funciones de producción que se estudian en microeconomía, por ejemplo, la Cobb-Douglas. A esta forma de representación de la función de producción es lo que se puede denominar una función estática de producción.

El esquema estático da pie a incompreensión del cómo funcionan las cosas en la realidad, pues ahí las cosas que suceden en un cierto lapso de tiempo no necesariamente ocurren en la misma forma en que ocurrieron las cosas en el instante o intervalo de tiempo que le precede, ello lleva a buscar la forma de representar a la función de producción en función del tiempo, la pregunta que se formula aquí es: ¿cuál puede ser la trayectoria de la producción en función del tiempo y de las demás variables ya conocidas?, por ejemplo para la función de Leontief, cuál sería el valor de la función de producción al transcurrir un lapso de tiempo, en el cuál también ocurren cambios en las proporciones de complementariedad y en el valor de los coeficientes técnicos?.. la respuesta da lugar a la transformación de la ecuación estática que mayormente conocemos a la forma que se puede considerar una función dinámica, resulta intuitivo que tal función podrá presentar en el transcurso del tiempo rendimientos a escala crecientes, constantes o decrecientes. En el apartado 1.7 de este capítulo examino el tema “Función de producción de Leontief en su versión dinámica”, y mediante los esquemas de la figura 7 del apartado 2.6 se ilustra al respecto.

Desde mi punto de vista, aunque la función de producción de Leontief aparece en los cursos de microeconomía convencional, veo que no ha sido aprovechada en todo lo que ofrece para explicar el proceso de producción; mi posición respecto de ella, es de una preferencia absoluta, pues por una parte, su definición explica en forma simple, y apegada a la realidad física, las relaciones entre el factor tecnológico, los insumos y el producto en el proceso de producción, por otra parte, por la enorme ayuda que brinda en el análisis de problemas y demás procesos que ocurren dentro de la gestión de producción, hechos que se ven correspondidos por la realidad que experimente al participar activamente durante algo más de 42 años en el campo de la producción industrial manufacturera mexicana; todo ello me conduce a aceptarla como una función simple, que conceptual³¹ y fielmente representa al proceso de producción.

³⁰ Barro, R. y Sala-i-Martin (2004), en *Economic Growth, Second Edition*, definen la función de leontief como de proporciones fijas donde $A > 0$ y $B > 0$ son constantes. Aquí estos autores revelan desconocimiento en dos características esenciales de esa función: el que tales literales no son constantes sino variables, representando respectivamente a los coeficientes técnicos del trabajo y de capital, y omisión del carácter dinámico que caracteriza a las proporciones de complementariedad.

³¹ Nota del autor: La función de producción es una modelación y representación abstracta del proceso de producción, y desde luego se encuentra delimitada por la simplificación que se hace en beneficio de comprensión.

1.2.2 La función de producción de Leontief se conoce también como Harrod-Domar

La función de Leontief³², también es conocida como modelo Harrod y Domar, es adjudicada también a ellos por su acercamiento³³ a sus independientes trabajos en la búsqueda de una explicación/solución al crecimiento económico, la expansión de capital y el desempleo de largo plazo, problemas cruciales alrededor de la Gran Depresión (1929 ~ 1939); Harrod, Roy F. (1939), “An essay in Dynamic Theory”; Domar, Evsey D. (1946), “Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment”. Se dice que su modelo predice la aparición de eventos indeseables en la economía en la forma de perpetuos incrementos de desempleo de trabajadores o máquinas, en realidad ellos reconocen la inconsistencia del pleno empleo en la función de producción y plantean una solución a éste basándose en la complementariedad de factores, ellos, independientemente, tratan de determinar cómo lograr el pleno empleo mediante el compromiso o equilibrio entre demanda y oferta, y mediante la determinación del mecanismo de inversión efectiva que asegure una expansión del acervo de capital fijo y circulante necesario para asegurar absorber en la actividad productiva el crecimiento de población, situación que inhibiría pasar a situaciones de desempleo. El enfoque dinámico, novedoso en aquellos días, que ellos asignan al proceso económico es pionero en la materia, tal situación es reconocida inclusive por Solow. R (1994), en la publicación académica antes mencionada; él allí reconoce al modelo de estos autores como la primera alternativa a considerar para desarrollar una teoría actualizada del crecimiento económico.

La forma condensada de la función de producción que representa el enfoque de estos autores, y que corresponde a la función de producción de Leontief, es la siguiente³⁴:

$$Y = \min(AL, BK) \quad \dots (1)$$

Dependiendo del elemento de dominio (supuesto de escasez o de interés del estudio) toma las formas:

$$Y = AL \quad \quad \quad Y = BK \quad \quad \quad \dots (1')$$

1.3 La función de producción BC, fundamento que emana de Carlos Marx

Remontando a los albores del estudio de la economía, daremos cuenta que Carlos Marx en su obra “El Capital” expone el principio de complementariedad que rige en el proceso de producción:

“... [La composición técnica del capital es una proporción que]... descansa sobre una base tecnológica y debe ser considerada como dada en una cierta etapa del desarrollo de las fuerzas productivas. Se necesita una cierta cantidad definida de mano de obra representada por el número definido de trabajadores para producir una cantidad definida de productos en, digamos, un día y, -lo que es evidente- para consumirlos en forma productiva, es decir, para poner en movimiento una cantidad definida de medios de producción, maquinaria, materia prima, etc.” Versión de Elster, Jon (1983), El cambio tecnológico, pág. 145, del texto de Marx, C., 1894, El Capital, libro III, páginas 152-153.

³² La función de producción de insumos complementarios en proporciones fijas, es comúnmente identificada por el nombre de Leontief. Barro y Sala-i-Martin (2004), págs. 71, 634, la describen como una función de producción previa a la neoclásica y señalan la fuente: Leontief, Wassily (1941). The Structure of the American Economy, 1919-1929. Cambridge, MA Harvard University Press.

³³ Sala-i-Martin (1994, 2000), “Apuntes de crecimiento económico”, p 71, y en Philippe Aghion y Peter Howitt (1998), “Endogenous Growth Theory

³⁴ Barro y Sala-i-Martin (2004), Economic Growth, pág. 71.

Es claro que en este pasaje Marx, C. establece, consideradas las diferencias de época, la esencia de la función de producción de insumos o bienes complementarios, de aquí que el mérito de la función de producción BC podría bien ser adjudicada a este autor, con ello se estaría hablando de la función de producción de Marx.

1.4 Representación de la función de producción en un sistema cartesiano

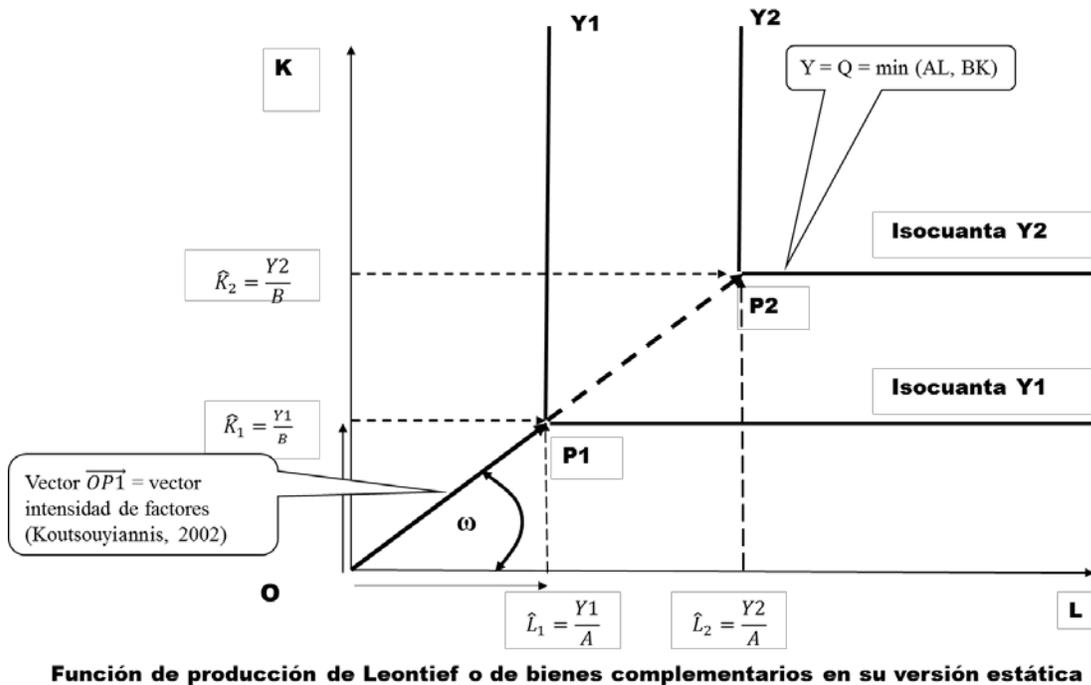


Figura 3

Fuente: Elaboración propia basada en la representación de la función de producción de Leontief en textos de microeconomía. La función que se representa en la figura 3, muestra la relación determinante que existe entre las variables en juego en un instante dado, así, si se considera la isocuanta que representa el resultado de la función Y1, en función de $A, B, L, \hat{L}, K, \hat{K}$, el resultado de la función para las situaciones a y b respectivamente es:

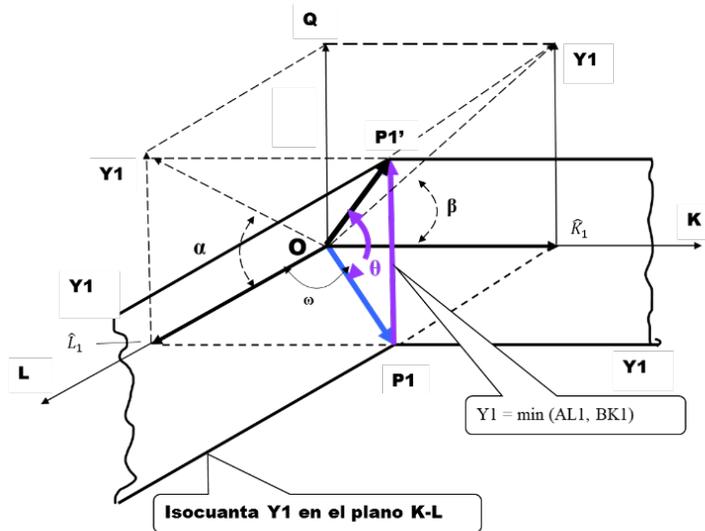
- a) $Y1 = A * \hat{L}_1$, para: $K > \hat{K}_1$, significa que cualquier cantidad de K que exceda el valor de \hat{K} complementario a \hat{L} , no tiene efecto en mayor producción, es decir el valor de ésta queda determinado como $Y1 = A * \hat{L}_1$
- b) $Y1 = B * \hat{K}_1$, para: $L > \hat{L}_1$, significa que cualquier cantidad de L que exceda el valor de \hat{L} complementario a \hat{K} , no tiene efecto en mayor producción, es decir el valor de ésta queda determinado como $Y1 = B * \hat{K}_1$

1.5 Función de producción de Leontief en un espacio de 3 dimensiones

Es común que el estudio de la función de Leontief, en adelante función de producción de bienes complementarios (BC), se limite a su visualización en un plano, dos dimensiones, L y K, olvidando de momento que se trata de una función que se desarrolla en tres dimensiones, L, K, Y; en forma similar a lo que sucede con otras funciones como la Cobb-Douglas, donde se reconoce que la producción Y se ubica en una superficie en tres dimensiones, definida por la forma matemática de la función. El plano L-K contiene las curvas isocuantas, estas corresponden al contorno de la superficie (casquete cuasi esférico) en que se ubican los diferentes puntos Y correspondientes a un valor constante de la función, el trazo de estos puntos sobre el plano L-K, la isocuanta, representan al mismo tiempo la intersección de un plano paralelo a L-K que se levanta a una distancia constante Y sobre el punto coordenado P (L, K) que corresponde al valor constante dado de la función; Las curvas isocuantas también son conocidas como curvas de nivel como resultado de la intersección entre la superficie curva Y, y un plano acotado $|L - K|_{\bar{Y}}$ paralelo al plano L-K.

En el caso de la función que nos ocupa, la cosa es más sencilla, pues la expresión es lineal, las curvas de nivel están formadas por una familia de curvas, no continuas, cada una formada por dos líneas respectivamente paralelas a los ejes L y K, que se cortan en ángulo recto en el punto P. Así, podemos visualizar el valor y forma de su isocuanta como dos muros de altura constante Y que se intersectan en una línea normal en el punto de complementariedad P en el plano $|L - K|_{\bar{Y}=0}$, ver la figura 4.

Figura 4



Función de producción de Leontief, muestra la elevación de la isocuanta en dirección del eje Q (o cantidad de bienes producidos Y)

Fuente: Elaboración propia basada en la representación de la función de producción de Leontief en textos de microeconomía.

1.6 Ubicación de los coeficientes técnicos A, B y C, en la representación esquemática de la función en 3D

Expuesto lo anterior, es claro que la función de producción BC, a similitud de la Cobb-Douglas se desarrolla en un espacio de tres dimensiones, lo interesante es que esta situación abre la posibilidad para identificar plenamente no únicamente al vector producción, sino también la ubicación de A, B y

C, los factores técnicos (nótese que en este punto aparece en el escenario un nuevo factor técnico, corresponde al C que representa al factor técnico total), algo que no es factible hacer, por lo menos con alguna claridad en la representación en 2 dimensiones (L – K)³⁵.

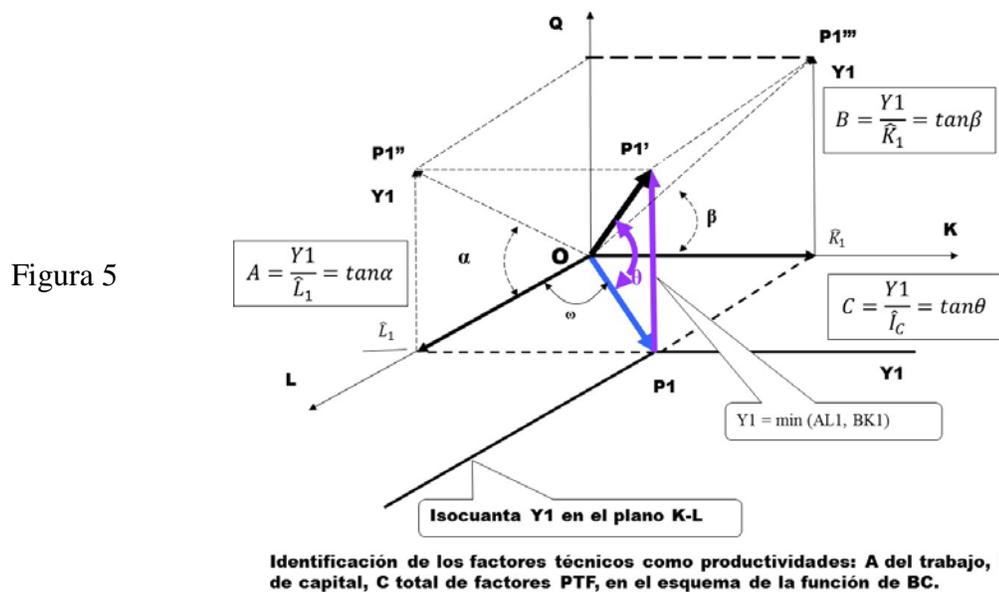
En este punto se hace necesario incursionar brevemente en el tema de productividad y tecnología, de momento lo haremos, y volveremos a profundizar sobre el particular más adelante.

Es menester tener presente que la función de producción se puede aplicar o interpretar en 3 momentos diferentes, el primero obedece a un momento previo, ex – ante al evento de transformación, ahí, a partir de los valores de diseño de los factores técnicos (tecnología), insumos, y un nivel factible de eficiencia, establece el valor máximo de producción que es factible o esperado - por diseño- obtener de la planta (establecimiento, línea, proceso) para el intervalo base de tiempo.

El segundo momento corresponde al valor que adquiere la función, bajo factores técnicos, insumos y eficiencia que corresponden a las condiciones de la práctica operacional que priva en ese momento.

El tercero corresponde a un evento ex -post, el resultado de la operación transcurrido el intervalo base de tiempo, cuando el valor de la producción obtenida y los insumos efectivamente utilizados son conocidos; aquí, la función BC puede aplicarse para obtener los valores efectivos de los factores o coeficientes técnicos A, B, y C, los cuales como veremos representan respectivamente a la productividad del trabajo, la productividad del capital y la productividad total de factores PTF (ver figura 1)

Dicho lo anterior podemos ahora interpretar lo que se observa en el esquema de la función en 3D, figuras 4 y 5.



Fuente: Elaboración propia basada en la representación de la función de producción de Leontief en textos de microeconomía.

³⁵ Tal dificultad se encuentra cuando se trata representar los factores A y B en el diagrama típico de la función $Y = \min(AL, BK)$, lo primero que viene a la mente es considerar los valores AL, y BK, como los valores de los ejes coordenados de la función, pero eso conlleva la dificultad de tener dos variables en un solo eje; la visualización en tres dimensiones permite ubicar con claridad las variables A, B y C.

Sobre el punto P1, levantemos el valor de la producción Y1, esto representaría un vector que se levanta perpendicular al plano L-K con dirección paralela hacia el eje Q. El extremo terminal del vector Y1 define un punto coordenado 3D, P1' ($\hat{L}_1, \hat{K}_1, Y1$), donde \hat{L}_1 y \hat{K}_1 son respectivamente los insumos efectivos complementarios de trabajo humano y capital, y Y1 el valor de la producción efectiva. El paralelepípedo así construido permite identificar claramente la ubicación de los factores o coeficientes técnicos (o productividades)³⁶ que en el plano L-K no se pueden visualizar, esto es:

La proyección del triángulo vectorial (O-P1-P1') sobre el plano L-Q, muestra el triángulo recto (O – \hat{L}_1 – Y1), en éste se distingue el ángulo α formado por el segmento o vector insumo trabajo humano \hat{L}_1 , y el segmento o vector suma (O – OP1''), es claro que aquí, la productividad del trabajo está dada por:

$$A = \frac{Y1}{\hat{L}_1} = \tan\alpha \quad \text{..... (2)}$$

Similarmente, la proyección del triángulo vectorial (O-P1-P1') sobre el plano K-Q, muestra el triángulo recto (O – \hat{K}_1 – Y1), en éste se distingue el ángulo β formado por el segmento o vector insumo capital \hat{K}_1 , y el segmento o vector suma resultante (O – OP1'''), aquí la productividad del capital es dada por:

$$B = \frac{Y1}{\hat{K}_1} = \tan\beta \quad \text{..... (3)}$$

Finalmente, en el triángulo recto (O-P1-P1') que se muestra en el plano perpendicular al plano L-K, y justamente sobre la línea isóclina que contiene al vector insumo combinado Ic, se distingue el ángulo θ formado por el segmento (O-P1) o vector insumo combinado total $\hat{I}c_1$ (en la figura 3 denominado también como vector intensidad de factores), y el segmento o vector suma resultante (O – OP1'), es claro que aquí el coeficiente técnico total o productividad total de factores (PTF) está dado por:

$$C = \frac{Y1}{\hat{I}c_1} = \tan\theta \quad \text{..... (4)}$$

De la figura el insumo combinado efectivo: $\hat{I}c_1 = \sqrt{\hat{L}_1^2 + \hat{K}_1^2}$ (5)

En este momento, el lector podrá visualizar la posibilidad de abundar en asuntos relacionados con la PTF, de momento diremos que el profundizar el análisis de la función de producción BC abre la posibilidad de establecer una metodología para determinar la PTF y su índice de crecimiento de una forma precisa, así mismo, definir con claridad otros conceptos relacionados como la eficiencia, la productividad de mejor práctica, la productividad de frontera y el salto tecnológico. Más adelante volveremos a ese tema para incursionar en esos interesantes aspectos.

³⁶ Pertinente señalar que en este estudio denominamos indistintamente factor técnico, factor tecnológico o coeficiente técnico, a los coeficientes que aparecen en la función de producción representadas con las literales A, B, o C. En algunos textos esos factores se designan simplemente como parámetros, y en algunos tratados relacionados con la “Matriz Insumo – Producto”, al concepto inverso: 1/A, 1/B (cantidad de insumo por unidad de producto) se denomina también por coeficiente técnico; lo cual no está alejado de error, pues Leontief, W. (1985) en su libro se refiere a tal variable como coeficiente de insumo, y no lo relaciona con la palabra técnico.

1.7 Función de producción de Leontief en su versión dinámica

La ecuación 1 representa la forma más conocida de la función BC, generalmente se tiende a hacerla a un lado debido a que pronostica un bajo desempeño cuando se le analiza desde un enfoque, estático³⁷ de factores per cápita que sigue al modelo de crecimiento de Solow, ver Sala i, Martin, 1999-2000, “Apuntes de Crecimiento Económico”, páginas 70-76.

Es claro que los resultados indeseables que pronostica el modelo estático están fuera de contexto, pues más allá de la unidad básica de tiempo, al observar el escenario real de la producción, daremos cuenta de que las proporciones de los factores y la magnitud de los mismos no es estrictamente fija, en realidad están cambiando constantemente al pasar el tiempo, cada momento, cada instante que transcurre, los factores de la producción toman diferentes valores, diferentes proporciones, pues el proceso está siempre expuesto a cambios en eficiencia operacional y tecnológicos, debido a la interacción de calidad de factores y perturbaciones que se asocian a factores deseables o indeseables en su funcionamiento, por ejemplo: fallas o mejoras técnicas en los equipos, cambios en la eficiencia (conocimiento y maestría) y actitud del personal, fallas en la proveeduría de insumos materiales o de suministro de personal, e inclusive por factores externos al establecimiento de producción, por ejemplo, falla en el suministro de energéticos para la producción; el proceso de cambio puede llegar al extremo cuando el proceso de producción es sometido a un cambio de tecnológico en toda su magnitud. Tal situación modifica la ecuación 1 para considerar tales cambios, algo que hoy día se reconoce plenamente y que lleva a cambiar los modelos de función de producción y de crecimiento tradicionalmente aceptados, la ecuación toma la forma siguiente:

$$Y_t = F(C_t, K_t, L_t) = \min(A_t L_t, B_t K_t) \quad \dots (6)$$

Observar que la ecuación básica que se conoce es la ecuación 1:

$$Y = \min(AL, BK)$$

En la expresión (1) se tiende a pasar por desapercibido el hecho de que en el segundo miembro se encuentra implícito, en los coeficientes A y B, el factor tecnológico total, o PTF que hemos representado antes con la literal C, entonces la expresión 1 se complementa en la ecuación 6, en la cual, además, se señala la condición de que los valores de todas las variables son para el mismo intervalo de tiempo t.

Ahora bien, introduciremos el valor de la tasa de cambio o crecimiento de insumos, y la de factores técnicos, en función de las expresiones generales (7, 8) que siguen:

$$R_t = R_0 * e^{rt}, \text{ para el caso de un proceso de crecimiento continuo} \quad \dots (7)$$

$$R_t = R_0 * (1 + r)^{nt}, \text{ para el caso de un proceso de crecimiento discreto} \quad \dots (8)$$

³⁷ Estática implica acciones y reacciones en equilibrio (ejemplo: fuerzas, procesos), e implican la idea “sin movimiento”; obviamente el proceso de producción por definición no puede ser un proceso estático, desafortunadamente la función de producción que conocemos así lo representa, pues arroja el resultado que se obtiene del proceso de transformación en el muy corto plazo, en un sólo instante de tiempo, en el cual los valores de las variables no se mueven, en ese momento el valor de la función de Leontief es único para el conjunto dado de valores, representa la forma intrínseca en que se relacionan las variables del proceso excluido el tiempo (la fotografía). Es en ese contexto que se asigna al proceso la denominación “estático”, es decir que se aplica únicamente para obtener el valor representativo de la producción en un instante dado, que no toma en consideración el transcurso del tiempo; es claro que la función estática no es útil para describir o predecir la trayectoria de la producción en un intervalo de tiempo mayor al básico o en el transcurso de “n” intervalos de tiempo. Nota del autor.

Esas expresiones resuelven el problema general del crecimiento de una cantidad que crece a un ritmo constante por unidad de tiempo, para una cierta temporalidad consistente de "n" de períodos básicos de tiempo "t", por ejemplo, el valor futuro de una cantidad que crece a una tasa constante "r" durante un número de períodos "nt".

Si bien la producción puede presentarse como un proceso continuo, es claro que ésta puede también corresponder a un proceso discreto (la generalidad), dado que las cantidades de producción son evaluadas en términos de intervalos específicos de tiempo (hora, turno de 8 horas, día, semana, mes, años), y en términos de las unidades físicas que se producen (cajas con cierta cantidad de unidades terminadas, cantidad de kg o toneladas de un cierto producto, etc.), adicionalmente, en la práctica cotidiana no es posible pensar en términos continuos de producción, es decir en términos fraccionarios de la unidad de producción, por ejemplo hablar de media o 0.775 llantas, simplemente es impensable.

Por facilidad de notación y operación³⁸ de la forma matemática utilizaremos la forma continua, en el entendido de que en el transcurso del proceso es siempre factible su transformación a la forma discreta.

Para pasar a la forma dinámica los factores A, B y, C, estos deben cambiar en el tiempo, la academia reconoce que históricamente tal cambio, para fines del análisis, sigue una trayectoria exponencial conforme un factor de crecimiento que se ajusta bien a las expresiones 7 y 8³⁹, es decir la forma $(1 + r)^t$ que considera una cuantificación discreta (periódica) o de la forma (e^{rt}) para una función continua. Por conveniencia de notación y operación, como se ha dicho, utilizaremos la notación continua, en el entendido de que al final del proceso, si así corresponde, la expresión se transformará conforme la notación discreta.

Entonces, los valores de los factores de la producción al momento t_i y partiendo de un valor inicial de referencia t_o , serán como sigue:

$C_t = C_o(e^{znt})$...Productividad total de factores en el intervalo considerado t; z, tasa de crecimiento de C.

$K_t = K_o(e^{knt})$...Insumo capital en el intervalo t; k, tasa de crecimiento de K para el período considerado.

$L_t = L_o(e^{lnt})$...Insumo trabajo en el intervalo t; l, tasa de crecimiento de L para el período considerado.

$A_t = A_o(e^{r_A nt})$...Tecnología o productividad efectiva del capital en el período t; r_A , tasa de crecimiento de A para el intervalo t considerado.

$B_t = B_o(e^{r_B nt})$...Tecnología o productividad del trabajo en el intervalo; r_B , tasa de crecimiento de B para el período considerado.

³⁸ El manejo de índices de crecimiento en la forma e^{rt} , facilita y simplifica en extremo las operaciones matemáticas contra su opción alternativa, la forma discreta $(1 + r)^t$.

³⁹ El lector podrá encontrar una exposición más amplia en mi anterior investigación: Tesis Maestría en economía: Impacto del cambio tecnológico en la demanda de empleo, 2009, UNAM, FES Acatlán.

Al considerar el crecimiento (en periodos de tiempo) de los factores de la producción, incluido el factor de tecnología, la variable dependiente toma el valor resultante del proceso; resulta claro que esa función podrá exhibir rendimientos variables: crecientes, estancados o decrecientes, dependiendo de los valores efectivos de las tasas de crecimiento de las productividades y , de los factores de producción K y L respectivamente.

La función de Leontief arroja claridad al respecto, observemos con detenimiento la figura 7, apartado 2.6 de este mismo capítulo, que se ha tomado del paper de Solow R. y Tobin, J., al que se hace mención en la misma figura; ahí los esquemas ilustran acerca de los tres tipos básicos de cambio tecnológico que pueden incorporarse en el proceso de producción: Neutro, Ahorrador de Trabajo y Ahorrador de capital; el distingo fundamental y común que muestran los esquemas es precisamente el movimiento, de cambio de posición relativa respecto a los ejes coordenados del punto complementariedad de factores insumo y de posición del vector producción, que significa también cambio de posición de las isocuantas, cambio de la magnitud del insumo combinado, y de los valores de los ángulos α , β , θ y ω , que son características de la función de producción, del factor tecnológico y de la productividad cuando se analiza en 3D. Se entiende que los cambios que se muestran en las ilustraciones son referidos a lo que sucede a las trayectorias de las variables en un intervalo de tiempo Δt , conforme lo que antes he expuesto en este apartado.

En este punto, el lector notará que lo que llamamos aquí productividad total, productividad del trabajo o productividad del capital, respectivamente, son conceptos diferentes a producto marginal del factor, pues es común encontrar confusión entre ambos conceptos. Así mismo, resulta pertinente señalar que se debe prestar atención al distinguir si las cifras o magnitudes de que se habla en la discusión se refiere a valores medidos en un instante del tiempo t (toma fotográfica), el resultado del valor agregado o acumulado en un intervalo básico de tiempo: Δt , o el valor acumulado en un intervalo cualquiera de tiempo que implica la agregación o integración de n intervalos básicos de tiempo: $n * \Delta t$, éste último caso podría corresponder por ejemplo al registro estadístico del PIB el cual agrega la producción mensual de 12 meses de un año.

Aún hay más respecto a esta función, pues como he mencionado la utilización práctica no se confina a su forma estática que es la que mayormente se conoce, su utilidad se ubica en su forma dinámica, es decir cuando la magnitud de los factores técnicos (productividades) y la de los factores insumo cambian respecto al tiempo.

La forma que se estudia en Microeconomía trata de enmarcarse en la lógica de las curvas de indiferencia, para el caso de producción las curvas isocuantas de producción; aunque para la función de Leontief, tal tratamiento resulta superfluo (si bien se debe reconocer su utilidad al tratar de explicar el significado de la función) pues el punto de interés lo representa el punto de encuentro o de complementariedad de los dos insumos que entran en juego (L y K). Las líneas trazadas a 90° a partir de ese punto conforman la isocuanta, pero en realidad tales líneas no tienen utilidad en el análisis que sigue, pues, aunque representan un distingo (que el disponer de una mayor cantidad, que la que requiere el complemento, de un solo recurso no tiene efecto en una mayor cantidad de producción) tal elemento no es más de mayor utilidad en los procesos que siguen. Lo que define el nivel de producción lo establece el punto de complementariedad que corresponde al punto en que los dos insumos K y L son combinados para transformarse, mediante la tecnología presente, en un producto,

ello nos lleva a una notación diferente, consideremos lo siguiente: las cantidades de K y L pueden tomar cualquier valor, pero únicamente un conjunto de ellas (\hat{L} y \hat{K}), los valores complementarios actuales, se combinan para producir una cierta cantidad de bienes como producción, en tal caso el valor de ésta queda definido por esas cantidades, las cuales a nivel agregado representan los factores de producción realmente utilizados en ella. Con este tratamiento la función toma la forma:

$$Y = F(C, [\hat{L}^2 + \hat{K}^2]^{\frac{1}{2}}) \quad \dots (9)$$

Notar que los factores tecnológicos (o productividades) A y B, del trabajo y del capital respectivamente, son reemplazados por un solo factor técnico “C”, el cual representa ni más ni menos a la PTF., los valores de \hat{L} y \hat{K} marcados con énfasis, representan los insumos efectivamente utilizados para la producción, cualquier sobrante o excedente de un solo insumo no puede ser considerado para efectos de cuantificar la producción y por lo tanto no pueden ser utilizados para computar la función. La forma de Leontief se transforma dinámicamente a partir de la ecuación 1, como sigue:

$$Y_t = F(C_0 * e^{rt}, I_{ct}) \quad \dots (10)$$

En donde C_0 es la PTF de la temporalidad de referencia, r es la tasa de crecimiento de la PTF, e^{rt} es el factor o índice de crecimiento de la PTF e, I_{ct} es el insumo combinado para el periodo t dado por:

$$I_{ct} = [\hat{L}_t^2 + \hat{K}_t^2]^{\frac{1}{2}} \quad \dots (11)$$

Corresponde bien a la definición del módulo escalar del vector “intensidad de factores” definido por A. Koutsoyiannis (2000) en su Microeconomía Moderna, pp80. Tal vector está localizado por el argumento “ ω ” que determina su posición angular, esa dirección define la recta denominada isóclina.

1.8 Dos caras de la Producción: La producción en cifras técnicas y la producción en cifras económicas

En el estudio de la producción, ésta se muestra o cuantifica en dos formas, a una de ellas hace referencia a las cantidades físicas que intervienen en el proceso, insumos y productos, las cuales se asumen fijas o constantes, es decir que no cambian al transcurrir del tiempo, por ejemplo pelotas de una especificación dada, kg de metal oro de una pureza determinada, etc. es decir que, salvo su consumo o desgaste por uso, no sufren cambios relativos al tiempo, a esta forma de expresar el valor de la producción y de sus insumos, en la Microeconomía Moderna de Koutsouyannis, 2000, se le denomina “Producción Técnica”. La otra manera implica tasar las cantidades físicas con sus respectivos precios (precio de factores); a esta modalidad se le denomina producción en cifras económicas, o simplemente “Producción Económica”.

Es evidente que hay una notable diferencia entre esas dos formas en que se puede expresar la producción, de entrada, podemos señalar que la forma técnica corresponde a los valores absolutos de la producción. En el caso de la representación en cifras monetarias, se debe reconocer que dada la intervención de la unidad monetaria cuyo valor (cambio o poder adquisitivo) puede cambiar en el tiempo (ejemplo, el cambio del poder de intercambio por efecto de inflación o devaluación de la

moneda), y provocar distorsión en relación al valor de referencia de la moneda, y de los precios; de aquí resulta obvia la necesidad de efectuar correcciones (índices de Laspeyres, Paasche y Fisher).

El manejo bajo cifras monetarias se torna en algo complejo (si bien corresponde al tratamiento normal), que por varias razones adolece de distorsiones importantes en varios sentidos; aquí todos los elementos de la producción están homologados a valores monetarios, lo cual de entrada imprime una característica de cambio, en cierta medida impredecible en relación al tiempo; por otra parte, el factor precio de los insumos y de los componentes de la producción representa una dificultad adicional que es fuente de cambio, pues en él intervienen dos conceptos: el costo de producción y la ganancia⁴⁰, ambos rubros poseen características e ingredientes propios que los hace dependientes del problema de la realización, y por tanto cambiantes en relación al tiempo, la demanda, el poder de compra y los salarios; finalmente aparece el efecto de las pérdidas o ganancias de productividad, este efecto también impacta en los precios.

El elemento precio de los bienes de la producción ofrece aún otra faceta, me refiero los precios hedónicos, asunto que hoy día no se discute, pero que desde los inicios de la economía estuvo presente en el debate de las teorías de la producción y de la distribución⁴¹.

Es obvio que ambos tratamientos conducen a paradoja en las cifras que reportan el valor de la producción y de su índice de crecimiento, lo que puede provocar, a falta de una referencia, confusión y erróneos entendidos en el discurso.

Si bien las distorsiones son factibles de corrección, en aproximación, aplicando por ejemplo ajuste (por deflactación) de los precios, para llevar o transformar los precios a un año base, lo cual los hace comprobables a los precios de un año de referencia, tal proceso de ajuste adolece de inexactitudes debido a la imposibilidad práctica de obtener los precios corrientes de cada bien producido, lo que se dispone comúnmente y es el caso de nuestro país, son valores agregados de la producción, es decir, no se cuenta con índices de precios desagregados a nivel de clase de actividad-campo-sector. Dada la importancia del punto volveremos sobre este particular al tratar en específico el asunto de la PTF.

1.9 Efecto del carácter de medición en el esquema de la función BC en 3D

Al construir el esquema en 3D de la función BC, se presenta cierta preocupación respecto al grado de distorsión que pudiera presentarse al calcular los factores A, B y C, debido a las unidades utilizadas; aquí debe comprenderse que el valor de la tangente del ángulo que geoméricamente existe en el esquema, se calcula como un cociente, en tal sentido, lo que se debe cuidar es mantener congruencia de unidades, y eso es válido para cualquier metodología de cálculo que se adopte, esto es importante si se desea utilizar el esquema 3D para efectuar conversiones entre A-C, B-C, A-B, y es particularmente importante en la determinación del Insumo combinado total I_c , y el ángulo de la isóclina, donde es indispensable determinar el valor del ángulo ω , para después obtener los valores seno y coseno que se requieren para efectuar proyecciones de C en los planos Q-L y Q-K, finalmente, se torna

⁴⁰ Al tratar los efectos de Costo y Ganancia en el valor monetario de la producción, es menester recordar que el problema de la realización tiene fuertes implicaciones en ambos rubros; la economía corriente se fundamenta en el supuesto de que “el mercado se vacía”, con ello se desentiende de “la realización”, omitiendo el hecho de que tal proceso es afectado por los precios, y también de que este es causa y efecto del sistema monetario, y de la caída de la tasa de ganancia.

⁴¹ Ver, Stigler, George J. (1941), *Production and Distribution Theories*, Chapter II, “Stanley Jevons, W”

indispensable para efectos de congruencia de cifras, tratándose de comparaciones entre diferentes establecimientos, sectores o economías. Más adelante volvemos al asunto al tratar la PTF.

2 Tecnología

Siguiendo a Cornwall, John (1977), se define la tecnología “[...]de un país en algún punto del tiempo, como el stock de conocimiento que primariamente pertenece a la producción de bienes y servicios. Define que bienes pueden ser producidos y los procesos disponibles para producirlos” Aquí agregó: también la tecnología al ser incorporada en los medios de producción, establece al mismo tiempo el valor potencial de la capacidad máxima de producción de un producto dado (la frontera de producción). “La parte operacional de esa tecnología consiste de un conjunto de técnicas, cada técnica está definida como un conjunto de acciones y reglas de decisión, para transformar las diversas entradas, en productos. El potencial máximo de una economía en algún punto del tiempo es función del stock de ese conocimiento, por ejemplo, la extensión a la cual la tecnología está incorporada en la fuerza de trabajo, en la estructura de la economía incluyendo las habilidades empresariales y organizacionales, en el stock (acervo) de capital físico (maquinaria, herramientas e instalaciones⁴²) y otros recursos, debiendo tomarse en cuenta la calidad de tales recursos”. Cornwall, John (1977), *Modern Capitalism*, chapter VI, p 103.

Tratando de encontrar cuales son los condicionantes del progreso de la tecnología, los economistas han incursionado en varias vertientes de pensamiento, desde el concepto de la invención casuística o debida al azar hasta los conceptos más avanzados basados en el desarrollo de la Ciencia y Tecnología (las ingenierías) y los centros de Investigación y Desarrollo (I+D) instituidos en las universidades y las grandes empresas. De tal forma que ahora se puede distinguir un sector responsable del progreso tecnológico (el que genera el progreso tecnológico) y un sector que incorpora tal progreso a la economía, ubicado en las universidades, centros tecnológicos y las empresas, quien se encarga de incorporar el progreso tecnológico que se genera en el sector I+D, al sector productivo como tecnologías disponibles que pueden incorporarse en los medios de producción (La maquinaria, la organización y el control de la producción).

En la sección de introducción me he referido a la incompletitud y confusión de términos que aún priva en la teoría de producción que se expone en los textos de microeconomía que comúnmente son consultados. Tal situación se extiende al concepto de tecnología, de ahí la pertinencia de enfatizar que, la tecnología:

- no es una función de producción,
- no está definida ni valorizada únicamente por la forma en que se combinan los factores de producción,
- no está contenida únicamente en las recetas, fórmulas, o métodos de producción “software”, sino que también se encuentra incorporada en la maquinaria (existente o disponible en los proveedores de maquinaria y medios de producción) en la organización y control de producción de las empresas y en las habilidades y conocimiento acumulado de los recursos humanos involucrados en el proceso de producción.

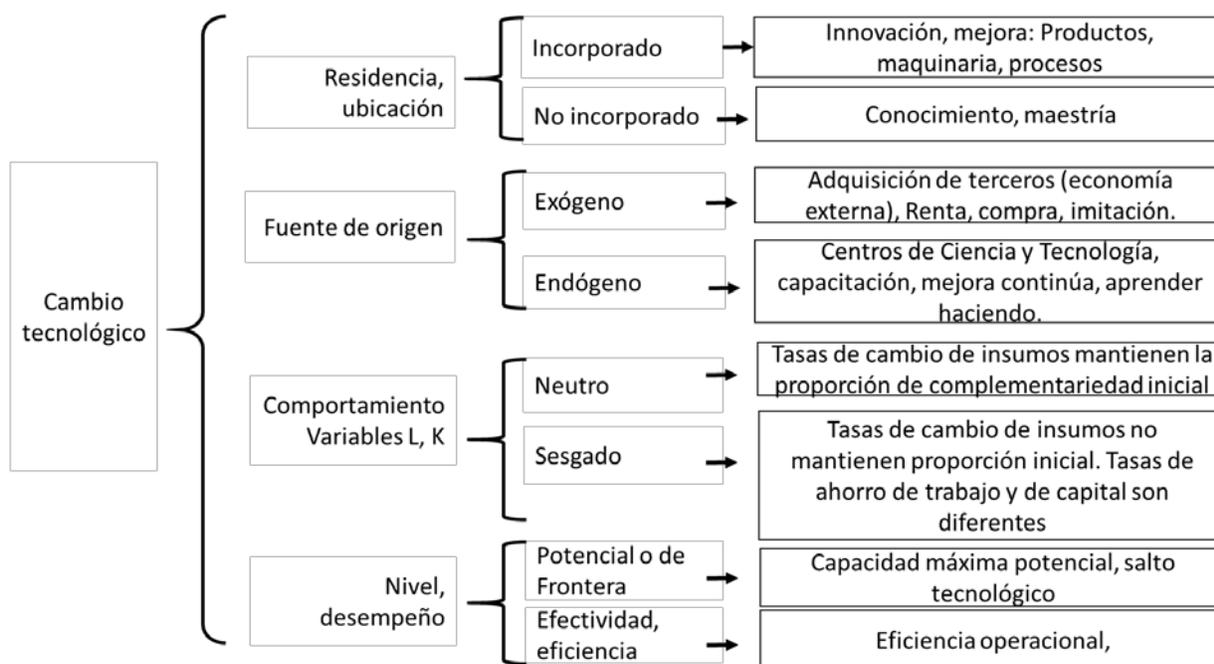
⁴² Nota en paréntesis, es agregada por el autor.

2.1 Clasificación del cambio tecnológico

La incorporación de las nuevas tecnologías disponibles (incluyendo las no incorporadas como el software⁴³) en el aparato productivo representa propiamente el cambio tecnológico.

El lector podrá haber tomado cuenta de que el cambio tecnológico tiene diversos puntos de observación (origen, aplicación y resultado), de aquí que se puedan definir y describir diferentes formas y tipos característicos de cambio tecnológico. El cuadro 1 es una factible clasificación o caracterización.

Cuadro 1: Caracterización del cambio tecnológico.



Fuente: Elaboración propia

2.2 Cambio tecnológico incorporado

La incorporación de la tecnología y del cambio tecnológico se refiere a la forma en que se hacen funcionales estos elementos en el proceso de producción. Se identifica 2 formas en que estos se incorporan en el proceso: uno de ellos se denomina cambio tecnológico incorporado y el otro cambio tecnológico no incorporado; para ser funcionales, ambas formas deben estar simultáneamente presentes, es decir, para funcionar una forma requiere necesariamente a la otra.

⁴³ El término inglés “software”, se refiere a los sistemas que posee la empresa como instructivos, recetas, especificaciones, etc., y a las habilidades y actitudes inherentes al trabajo humano que están depositadas en el capital o acervo de conocimiento, experiencia y maestría que los trabajadores poseen y que son requeridos por la tecnología incorporada en los equipos y herramientas que intervienen en la producción. Se distingue del “hardware” que se refiere a los “equipos y herramientas” para la producción que como acervo de capital son incorporados en la planta de producción.

La tecnología incorporada podemos identificarla en el conjunto de espacios e instalaciones, aparatos y utensilios para la producción, que ubicamos en los establecimientos, sembradíos, minas, granjas y fábricas, los cuales de entrada son el símbolo o distinguido de un centro de producción; la palabra incorporación se refiere al hecho característico de que son partes materiales cuya ubicación se concibe como algo permanente, de hecho la palabra incorporación en el diccionario encuentra un sinónimo en la acción "encarnar", "incrustar", "enraizar", "enclavar", esto es, que pasa a formar parte permanente de un todo.

Siguiendo, el cambio tecnológico incorporado se refiere a la sustitución o renovación de maquinaria, equipo o proceso de producción, el cual implica generalmente mayor volumen y velocidad de producción (unidades de consumo por unidad de tiempo) y un menor empleo de insumos (ejemplo: ahorro laboral, como horas-hombre, h-h) comparado con las características que posee el equipo sustituido. La variable que representa estos efectos (cambios) la denominaremos factor de tecnología "A" y debe estar presente en la función de producción que caracteriza al proceso.

2.3 Cambio tecnológico no incorporado (software)

A diferencia del concepto anterior, la tecnología no incorporada se refiere al conocimiento, las recetas, y los sistemas, que determinan el cómo se puede y deben hacer las cosas para lograr la producción, obviamente estos elementos no pueden estar enclavados en un solo lugar, son susceptibles de movilización. Dado que estos elementos están depositados o empoderados por los empleados trabajadores, su presencia en el evento de producción depende del compromiso con la empresa y por tanto sujeto al contrato y el control.

La definición de tecnología no incorporada físicamente en el aparato productivo lleva a ejemplificar el cambio tecnológico no incorporado en los cambios de la tecnología organizacional de la producción: el conocimiento y las habilidades de los trabajadores, Clark, J. (1980)⁴⁴; corresponde más bien a un elemento que debe incorporarse por los actores del trabajo en el momento mismo de la realización de la producción; en otras palabras los procesos de aprendizaje y culturales del trabajo (la organización de la producción, las actitudes de colaboración en el trabajo, la flexibilización, la habilidad para operar la maquinaria, aprender haciendo, segmentación, justo en tiempo "just in time", etc.) y por tanto algo que cambia constantemente y que se manifiesta como un resultado en la eficiencia de funcionamiento del aparato de producción, esto es, en la productividad efectiva "Ae" del proceso (equivalente al factor tecnológico en la función de producción), ver Figuras 6 y 9.

2.4 Cambio tecnológico efectivo

Es pertinente hacer notar que el concepto de cambio tecnológico como tal es válido únicamente a nivel micro, a nivel macroeconómico el concepto proxy de cambio tecnológico es el cambio de la productividad efectiva. Más adelante volveremos a tratar este tema.

⁴⁴ Clark, John (1980); A model of embodied technical change and employment; Technological Forecasting and Social Change 16, 1980.

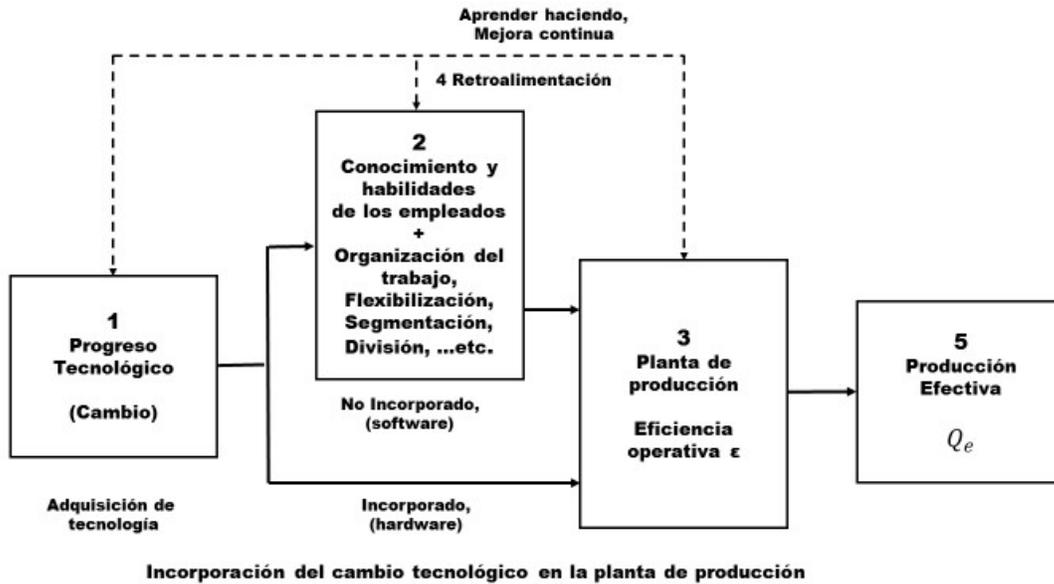


Figura 6: Cambio tecnológico incorporado y no incorporado

Fuente: Elaboración propia, aparece primero en el estudio que realicé en 2009, “Tesis de Maestría en Economía: El Impacto del Cambio Tecnológico en la demanda de Empleo, UNAM, FES Acatlán, 2009”

El cambio de la productividad efectiva "Ae" es el elemento que nos permitirá analizar el comportamiento de los cambios tecnológicos en la producción y el empleo, tal variable envuelve a la acción conjunta de ambos cambios técnicos (incorporado y no incorporado) como un resultado observable y cuantificable que al mismo tiempo es un indicador de la eficiencia conjunta del proceso (ver figuras 6 y 8).

2.5 Tipos de cambio tecnológico por la forma de cambio en las proporciones de insumos

La literatura (neoclásica) define varias formas en que puede presentarse el cambio tecnológico: *ahorrador de capital, ahorrador de trabajo o neutral (insesgado)*. Barro y Sala-i- Martin (2004).

Siguiendo a Barro y Sala-i- Martin: Hicks establece que una innovación tecnológica es neutral (Hicks neutral) si la proporción de productos marginales (del capital, del trabajo) permanece sin cambio para una proporción dada de *capital-trabajo*. De tal forma que las funciones de producción que siguen éste tipo pueden tomar la forma:

$$Y = T(t) * F(K, L) \quad , \text{ donde, } T(t) \text{ es el índice del estado de tecnología, y } T(t) \geq 0.$$

Harrod define una innovación tecnológica como neutra (Harrod neutral) si la participación relativa de insumos, $(K * F_k) / (L * F_L)$, permanece sin cambio para una proporción dada de *capital-producto*. Las funciones de producción de este tipo pueden tomar la forma (Robinson (1938); Uzawa (1961):

$$Y = F[K, L * (T(t))] \quad , \text{ donde, } T(t) \text{ es el índice del estado de tecnología, y } T(t) \geq 0.$$

Esta forma es también llamada de progreso tecnológico *augmentador de trabajo*, debido a que eleva el producto en la misma medida que se incrementa el acervo de trabajo (el factor de tecnología $T(t)$, aparece como un múltiplo de L)

Finalmente, Solow define una innovación como neutral (Solow neutral) si la participación relativa de insumos, $(L \cdot F_L) / (K \cdot F_K)$, permanece sin cambio para una proporción dada de *trabajo/producto*. Implica una función de producción de la forma:

$$Y = F[K \cdot T(t), L]$$

Funciones de producción de esta forma son conocidas como *augmentadora de capital*, debido a que la mejora tecnológica incrementa la producción en la misma medida que se incrementa el stock de capital.

2.6 Definición y descripción simple del tipo de cambio tecnológico

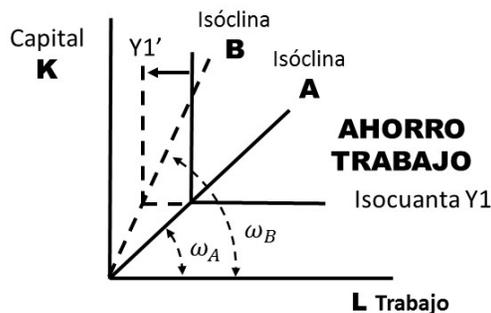


Figura a)

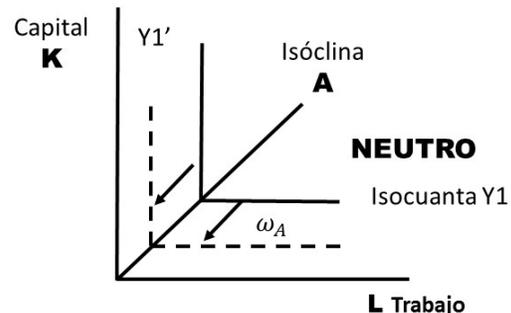


Figura b)

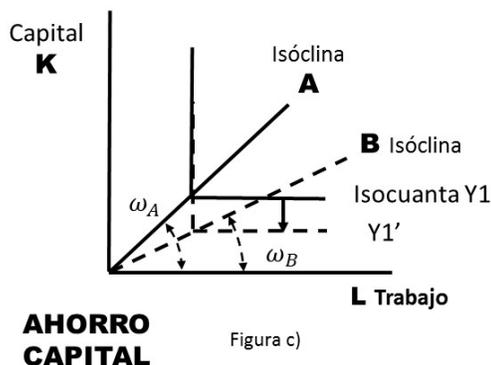


Figura c)

Los 3 tipos básicos de cambio tecnológico (en Δt):

Figura a) Cambio de trabajo o labor (puramente ahorrador de trabajo), La isoclinta cambia, de ω_A a ω_B , aumenta la relación \hat{K}/\hat{L} ; Conocido también como “Harrod-Domar”

Figura b) La relación de complementariedad \hat{K}/\hat{L} y la posición de la isoclinta permanecen constantes, la posición de la isocuinta se mueve internamente hacia el origen, o hacia el exterior (cambio puro de productividad), conocido también como “Hicks neutral”

Figura c) Cambio de Capital (puramente ahorrador de Capital), disminuye la relación \hat{K}/\hat{L} , La isoclinta cambia, de ω_A a ω_B

Figura 7: Tipos de cambio tecnológico

Fuente: Modificación propia de los esquemas de Solow R. y Tobin, J. (1966), “Neoclassical Growth with Fixed Factor Proportions”; The Review of Economic Studies, Vol 33, 2, pp 82.

La función de producción que aquí se adopta, es la de Leontief en su versión dinámica, que antes hemos definido, ella puede exhibir cualquier modalidad de cambio técnico, el cual determina una nueva proporción efectiva de complementariedad de los factores insumo y de la producción. Tal

esquema nos permite distinguir claramente tres tipos básicos de cambio tecnológico que pueden ocurrir en el proceso productivo (figura 7). Esos tipos básicos de cambio tecnológico representan una generalidad de casos que en forma simple sustituyen las diferentes y aisladas definiciones, ciertamente personales, de los autores antes referidos; es decir el tratamiento del esquema basado en la función de producción de BC confiere de entrada un carácter universal a la interpretación del cambio tecnológico.

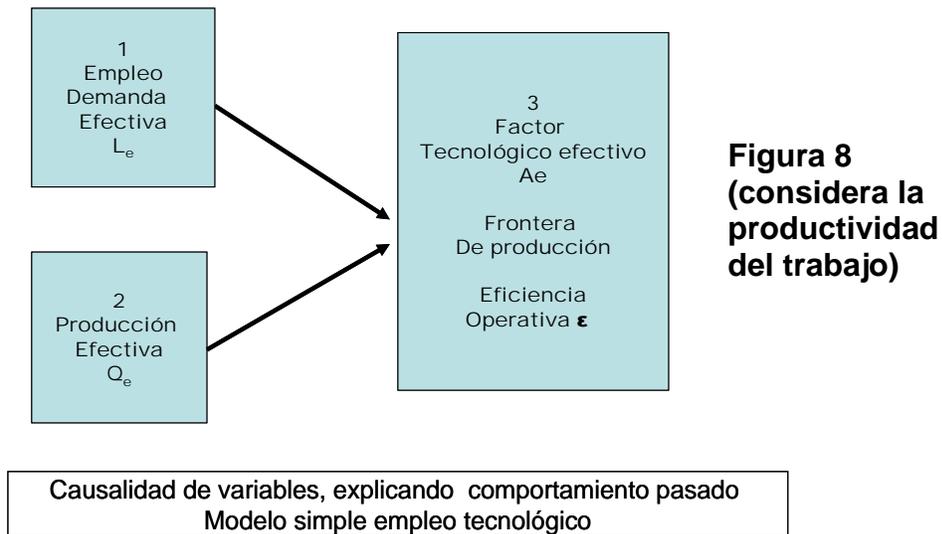
Como se puede observar en los esquemas de la figura 7, el movimiento de las cantidades efectivas de los factores de producción en la función describen y determinan de una manera simple el tipo de cambio tecnológico que tiene lugar; sin embargo, se podrá notar que en estos esquemas, la productividad no es observable, algo que sí sucede, como lo hemos visto en la sección anterior, cuando se representa la función en un espacio de 3 dimensiones y se construye un modelo vectorial que como veremos, permite calcular con cierta facilidad y simplicidad la productividad total de factores (PTF).

2.6.1 Acerca del rendimiento a escala variable en la función dinámica de producción BC

Abundando lo que se ha dicho en el apartado 1.7 del capítulo, ilustraré mediante la figura 7 la transformación dinámica antes examinada. Los esquemas ilustran tres tipos básicos de cambio tecnológico, todos ellos en situación de cambio creciente, lo que se constata al observar en los tres esquemas que la magnitud modular del vector insumo combinado (intensidad de factores) para una isocuanta dada (mismo nivel de producción) disminuye; como consecuencia del movimiento, el valor de la productividad total se incrementa. Esto indica, por una parte, que el cambio tecnológico total que caracteriza a la función dinámica de producción de Leontief se manifiesta en el esquema por un desplazamiento, de las isocuantas, relativo a los ejes coordenados de referencia, y por tanto, comparativamente se establece una diferencia de rendimiento a escala contra la situación que prevalecía en el intervalo anterior; observar en los esquemas de la figura el movimiento de la isocuanta Y_1 a su posición de cambio Y_1' . Por otra parte, es claro que el movimiento de las isocuantas establece una situación de cambio de la posición relativa de los puntos de complementariedad. Finalmente, nótese que el cambio de productividad que se ejemplifica es creciente para la magnitud de producción de referencia (cambio de $\tan \theta$ en el diagrama en 3D); pero no hay razón para asegurar que tal comportamiento se repita no obstante que lo razonable es que por cualquier motivo puede presentarse una situación de cambio de productividad. Después de ocurrido un cambio, es factible volver a una situación estática cuyos rendimientos a escala son constantes; de facto, si observamos el comportamiento del proceso en el instante justo después de ocurrir el cambio, tal función exhibirá el rendimiento a escala constante que caracteriza a función de producción de BC. Si el proceso de cambio avanza con relación al tiempo, resulta obvio que el proceso continuará exhibiendo rendimientos a escala diferentes comparado con cualquier situación previa, que podría caracterizarse por ser creciente, decreciente o francamente variable en cualquier sentido. Las figuras 10 y 11 ilustran al respecto.

2.7 Exogeneidad o endogeneidad del factor tecnológico

El factor tecnológico ha sido caracterizado como una variable exógena al modelo económico, esto es, que se genera fuera del modelo (de la función de producción), y también físicamente, debido a que se pensaba en las invenciones y del progreso técnico como resultado del azar o del esfuerzo individual⁴⁵.



Fuente: Elaboración propia, aparece primero en el estudio que realicé en 2009, “Tesis de Maestría en Economía: El Impacto del Cambio Tecnológico en la demanda de Empleo, UNAM, FES Acatlán, 2009”

Hoy día la situación ha cambiado, hay gran interés por parte de las empresas y las instituciones en impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías e implementarlas en el aparato productivo como cambio tecnológico e innovaciones; tales iniciativas y esfuerzos se pueden ver en la creación de centros I+D, de tal forma que actualmente el cambio tecnológico es un resultado de esos esfuerzos, más que debidos al azar, en este sentido ahora se acepta el carácter endógeno del factor tecnológico. Lo anterior ha llevado a los economistas⁴⁶ a elaborar complejos modelos tratando endogeneizar esta variable en estudios relacionados con crecimiento.

El enfoque de la tesis considera la productividad efectiva, la cual es consecuencia de los componentes efectivos de la tecnología: incorporada y no incorporada, exógena y endógena. En tales términos el problema se simplifica en extremo y propiamente se termina manejando una variable conjunta,

⁴⁵ En primera instancia, al factor tecnológico se le ha asignado un carácter exógeno al proceso económico, al evolucionar su estudio se reconoce que puede existir en la economía un sector produciendo tecnología y es entonces cuando se incorpora el concepto de factor tecnológico endógeno que da lugar a las teorías del crecimiento con tecnología endógena. Tal enfoque es difícil de identificar en algunas economías en desarrollo donde aún no existe un sector productor de tecnología propia. Sin embargo, cuando se trata de explicar el comportamiento pasado, la variable recoge todos los efectos (exogeneidad, endogeneidad, e incorporación) en una sola variable resultado, esto es, la productividad efectiva. Nota del autor.

⁴⁶ Como ejemplo cito a Romer, Paul: (1990), Endogenous Technical Change; Journal of Political Economy, 98, S71-S102; (1994), The origins of Endogenous Growth; The journal of Economics Perspectives, Vol.8-1, pp3-22.

endógena y exógena al modelo, la cual se construye a partir de la producción efectiva y de la demanda efectiva de los insumos, toda vez que el estudio tiene un carácter esencialmente histórico, es decir se basa en explicar la correlación entre las variables en el tiempo pasado.

La situación se torna diferente cuando se desea inferir el futuro, para ello se deben pronosticar ambos agentes (exógeno y endógeno) que en parte importante determinan el cambio tecnológico esperado, allí el valor de la variable endógena es afectado además por otras variables. El cómo integrar esas variables en un solo modelo, es otro asunto... un asunto que hasta cierto punto aborda el presente trabajo (el proceso involucrado se representa en la figura 9).

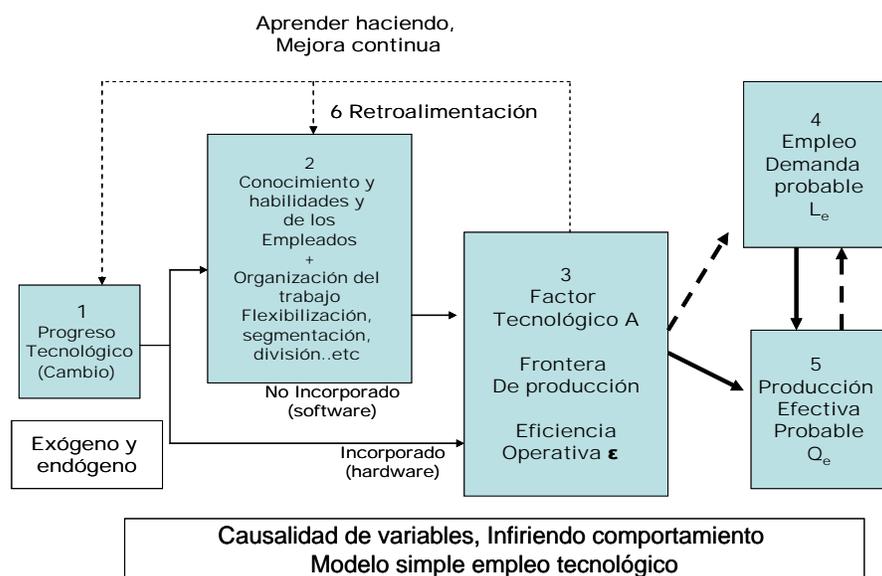


Figura 9

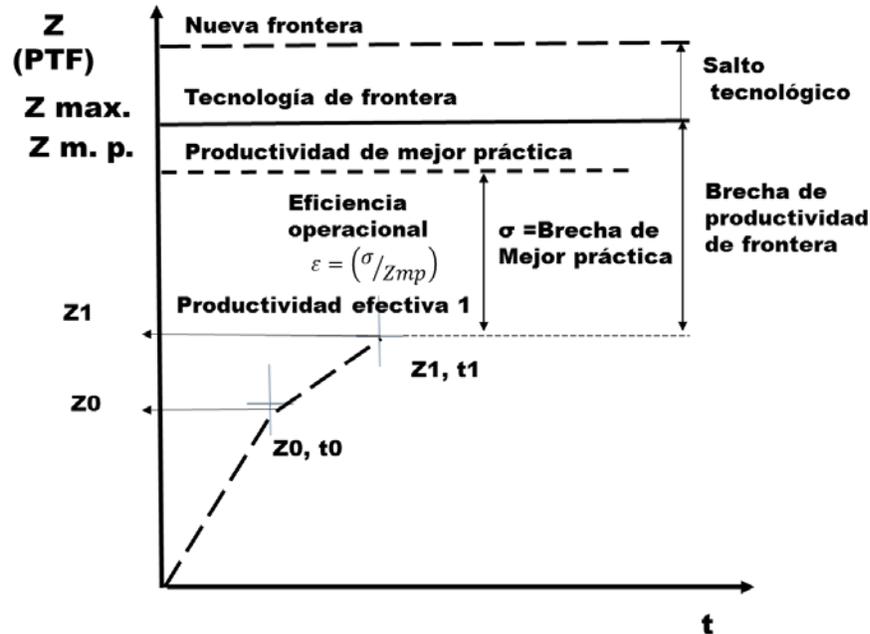
Fuente: Elaboración propia, aparece primero en el estudio que realicé en 2009, "Tesis de Maestría en Economía: El Impacto del Cambio Tecnológico en la demanda de Empleo, UNAM, FES Acatlán, 2009"

2.7.1 El cambio tecnológico exógeno en la economía mexicana

Desde una perspectiva práctica, la economía mexicana, al igual que sucede en otros países en desarrollo, para proveerse de tecnología, no ha encontrado otro camino que el de "alinearse" al mercado de tecnología internacional y tratar de crecer apalancándose en nuevas tecnologías que han de adquirir o rentar a los países desarrollados (maquinaria y sistemas de producción de frontera); Tal alternativa para introducir el cambio tecnológico en la economía es lo que se entiende aquí como "cambio tecnológico exógeno".

2.8 Mejora en parámetros de desempeño, eficiencia

El concepto de mejora en la organización del trabajo se ha venido manejando como un elemento fundamental del desempeño que las empresas tienen en el incremento de su competitividad (productividad, calidad, seguridad en el trabajo, rentabilidad), es más, algunos modelos de crecimiento endógeno y modelos de crecimiento con desempleo, lo incluyen en su estructura dando lugar a complejas formas matemáticas que dificultan su interpretación práctica.



Metodología Vectorial, Diagrama Z-t: Tecnología de Frontera, Productividad de mejor práctica, Brecha de productividad de frontera, Brecha de mejor práctica, Productividad efectiva, eficiencia operacional.

Figura 10: Eficiencia operacional en función de productividad efectiva, tecnología de frontera y salto tecnológico.

Fuente: Elaboración propia.

El enfoque que se puede dar a esa situación, y que está alineado a las definiciones de Cornwall, consiste en el planteamiento siguiente:

- El valor de referencia (benchmark) de la productividad es dado por el nivel tecnológico del aparato productivo, éste determina el valor máximo de productividad y capacidad de producción que puede obtenerse de una instalación o proceso, es lo que podemos llamar la productividad o capacidad nominal de la planta, también conocida como frontera de producción.

Esto quiere decir que la capacidad, productividad nominal, o velocidad máxima de una planta o proceso productivo es dada por las características físicas de la misma, esto es, por ejemplo, el tamaño de la planta, el nivel de energía que utiliza, la velocidad de producción, los insumos requeridos, y la tripulación de mano de obra especializada y entrenada que se requiere para su explotación eficiente.

- Tal productividad nominal puede verse disminuida como consecuencia de fallas en la administración (sistemas de organización y control de la producción), las actitudes de los empleados, el adiestramiento en el trabajo, la conservación y actualización del funcionamiento de la planta (mejora tecnológica y mantenimiento), la planificación del trabajo (aprovisionamiento de insumos "just in time", la programación de la producción, cambio eficaz y eficiente de herramientas,..etc.), todos estos factores afectan a lo que podemos llamar la eficiencia operativa de la planta y se manifiestan en pérdida o ganancia de la capacidad o productividad que puede obtenerse de una planta.

Considerando esos elementos, el cambio tecnológico establece una nueva referencia potencial real de la productividad máxima (salto tecnológico); las mejoras en la organización y administración del trabajo son el mecanismo que permite acercarse en forma efectiva a esa capacidad nominal. El diagrama de la figura 10 muestra esquemáticamente el concepto de eficiencia operacional en función de la productividad efectiva, la productividad de mejor práctica, productividad de frontera y el salto tecnológico.

El factor de eficiencia operativa descrito determina la productividad efectiva como sigue (se ejemplifica mediante la productividad del trabajo, el concepto se extiende a la PTF):

$$Q = Y = \varepsilon AL = \varepsilon A_0 L$$

Dónde: ε = Factor de eficiencia ($0 < \varepsilon < 1$), A_e = Productividad laboral efectiva

$$\varepsilon A = A_e$$

Entonces, empleando productividad del trabajo:

$$Q = Y = A_e L \quad \dots (11)$$

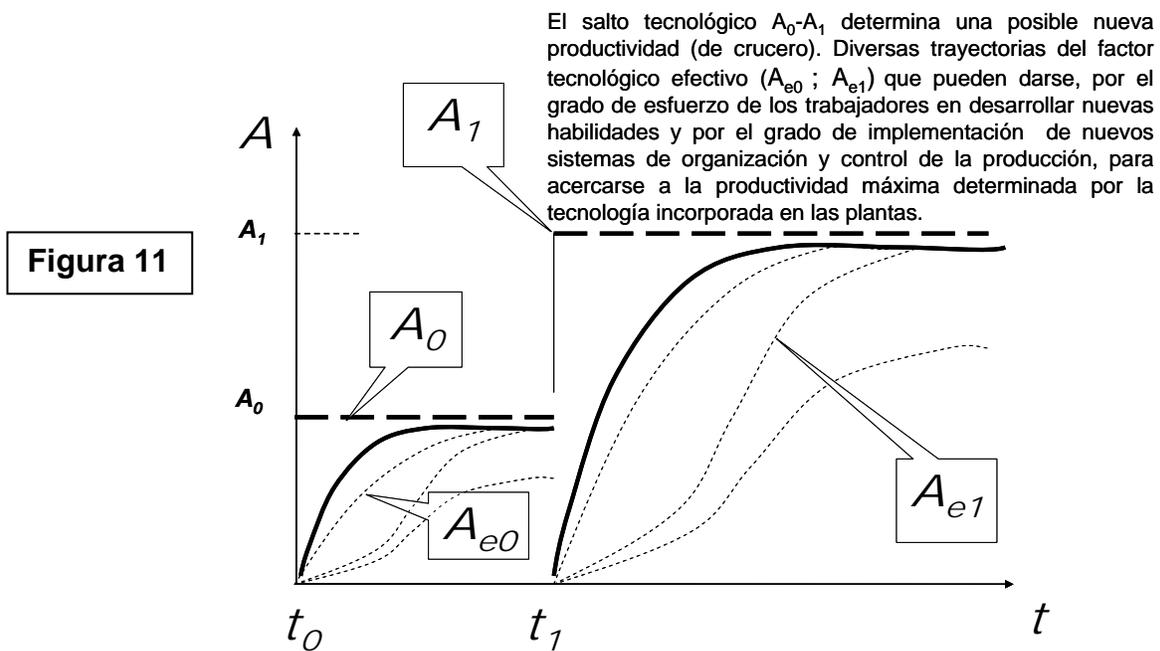


Figura 11

**Trayectoria de productividad efectiva y productividad máxima
(productividad: proxy de factor tecnológico)**

Fuente: Elaboración propia

Esto es, la productividad laboral efectiva "A_e" integra las dos variables, el factor tecnológico de la planta y la eficiencia de operación de la planta: ε . En otras palabras, el factor de tecnología A representa la tecnología incorporada en la planta productiva (define la capacidad máxima, potencial o frontera de producción, la cual es difícil determinar y alcanzar a nivel agregado). El factor de tecnología efectivo "A_e" representa y reúne a ambos conceptos, la tecnología incorporada y la no

incorporada, la cual se hace efectiva a cierto nivel de eficiencia por la organización, y por los operarios del aparato productivo. El concepto es mostrado por las trayectorias de A y A_e en la figura 11.

En todo momento, la eficiencia productiva de la planta y por tanto del factor A_e (la productividad efectiva), dependen también del grado de explotación de la planta, es decir, de la continuidad de funcionamiento que responde a los requerimientos de producción y la capacidad de frontera.

3 Productividad

En las dos secciones anteriores, Producción y Tecnología, me ha sido menester mencionar el concepto de productividad, así, por ejemplo, al tratar la función de producción la he relacionado con los factores técnicos; al tratar el tema de tecnología se ha hecho mención de la dualidad de concepto que encierra al factor tecnológico y al cambio tecnológico con la productividad; incluso, tal situación ha llevado a confusiones respecto a su medición y punto de observación, inclusive hasta épocas recientes en el medio aún se llegaba a pensar que la tecnología no era observable. En similar forma ha sucedido con el factor A que aparece en funciones de producción como la Cobb-Douglas, es bien conocida la falta de comprensión de ese importante factor, de facto en algunos estudios en el corto plazo se le asignaba valor 1, con lo que olímpicamente se omitía el efecto de tan importante parámetro. Otros autores, como Foley, Duncan y, Michl, Thomas (1999)⁴⁷, en su libro *Growth and Distribution*, Chapter 3 Models of production, p 52-55, ellos le asignan el significado de una simple constante de conversión de unidades, una falla de terribles consecuencias, toda vez que tal obra se ostenta como un tratado moderno de crecimiento y distribución en economía.

En tal tesitura se torna indispensable tratar de comprender el significado del factor “ A ” que se menciona, y para ello se hace necesario considerar, definir o reconocer los elementos fundamentales identificados alrededor del proceso de producción y que se listan a continuación:

- Tecnología, factor tecnológico, cambio tecnológico, significado y características del cambio tecnológico
- Tipos de cambio tecnológico: Incorporado, no incorporado, exógeno, endógeno, neutro, sesgado
- Punto de observación y medición de la tecnología y del cambio tecnológico
- Relación entre tecnología, cambio tecnológico y productividad, cambio de productividad y eficiencia operacional
- Concepto de productividad: del trabajo, del capital, de la productividad total de factores
- Los precios de los factores: la tasa salarial y la tasa de interés, teoría pertinente. Implicaciones respecto a inflación e impacto de la productividad en el precio
- Índice de volumen físico vs índice de precios, valor de insumos a precios de los factores, el mito del precio constante

⁴⁷ Foley, Duncan y, Michl, Thomas (1999), *Growth and Distribution*, p 52-55, definen la literal “ A ” en la función tipo Cobb Douglas como “factor de escala usado para hacer las unidades de medida consistentes”. Tal falta de apreciación es una grave falla de interpretación conceptual, no únicamente en relación con la función de producción, sino también con la interpretación del crecimiento económico, cuyos efectos negativos se extienden hasta los métodos avanzados (ejemplo, DEA) para la PTF, índice de crecimiento y eficiencia.

- Productividad técnica vs. productividad económica, diferencia
- Frontera tecnológica y de productividad, productividad de mejor práctica, productividad efectiva y eficiencia operacional
- Concepto de eficiencia operacional y escala de producción, función de utilización, eficiencia y límite de la escala de producción.
- Determinantes de: cambio tecnológico, eficiencia operacional y productividad efectiva (el conocimiento, las actitudes en el trabajo, aprender haciendo, educación, las mejores prácticas, I+D, la demanda efectiva, nivel de utilización del aparato productivo, las redes de conocimiento y experiencia, la decisión de inversión y el capital de inversión, la innovación, los inventos, el carácter exógeno y el endógeno del cambio tecnológico y su impacto en la productividad efectiva)
- El análisis de causalidad, situado en el contexto de un sistema cerrado retroalimentado, donde la incorporación del capital de inversión y la tecnología disponible se desarrolla bajo un esquema de dicotomía.
- Implicaciones de todos estos conceptos en el desempeño económico en el tiempo: en crecimiento de la producción y en el modelaje matemático de la teoría del crecimiento.

Bajo tal contexto, resulta claro que hablar de productividad sin contar con adecuada comprensión de los elementos que la integran, da lugar a respuestas triviales y espurias, y riesgo de conducir a estéril debate y políticas.

3.1 Productividad, el concepto

En principio el concepto de Productividad es simple, se define como la cantidad de producción que se puede obtener por unidad de insumo, por ejemplo, se habla de PIB por trabajador, de PIB per cápita; los cuales son simples indicadores que ciertamente hablan de la producción que caracteriza, en una temporalidad dada, al desempeño productivo de una economía. De aquí que el concepto productividad (Z) se representa en forma simple por la expresión: $Z = \frac{Q}{I} = \frac{\text{producción}}{\text{insumo}}$.

Como antes se ha mencionado, éste parámetro o indicador se presenta bajo diferentes formas: Productividad del trabajo, productividad del capital, productividad total de factores (PTF) y productividad multifactorial.

Las unidades en que se mide la productividad tienen la forma de un cociente: cantidad de unidades producidas dividida por insumo y por unidad de tiempo que toma la producción, se expresa como: $n_q / (n_i * t)$.

La organización para la cooperación y desarrollo económico (OCDE), definen la productividad como la relación:

$$Z = \frac{\text{índice de cantidad de producto bruto}}{\text{índice de cantidad de insumos combinados}} \quad \dots (12)$$

Dado que la productividad es un parámetro referido una temporalidad de funcionamiento, la productividad representa un indicador tangible de resultados, un indicador de algo que efectivamente ocurrió. Por otro lado, notamos que la tecnología y la productividad se representan mediante las

mismas unidades: $\frac{\text{cantidad de producción}}{\text{cantidad de insumo} * \text{unidad de tiempo}} = \frac{n_q}{n_I * t}$, pero representando diferentes significados, uno corresponde a una propiedad o característica de la planta, la tecnología y, el otro corresponde a una medición de desempeño, esto es propiamente, la productividad; tal parámetro representa la brecha entre la producción que efectivamente se obtiene de una planta y la producción que es factible de obtener de esa misma planta en una temporalidad dada. De aquí que la productividad (tomada cuenta de la brecha entre esos términos) se convierte en el indicador donde es factible observar el factor tecnológico de la planta (factor tecnológico en la función de producción). En otras palabras, existe una relación estrecha y directa entre productividad y capacidad tecnológica, tal relación es la de eficiencia o brecha de tecnología; podemos decir ahora que la productividad es un indicador relativo de la eficiencia operacional de la planta, de un sector o de una economía como un todo.

Otro punto importante que debemos señalar aquí consiste en que dado que la productividad representa una medición de resultados, ésta representa el efecto o impacto conjunto de todos los actores que intervienen en el proceso, nos referimos no únicamente al impacto que impone la propiedad tecnológica actual de la planta como tal, sino también a la operacional, es decir a todos los otros factores que también impactan en el desempeño productivo de la planta (el desempeño del factor trabajo como tal -nivel de capital humano, habilidad, actitud, motivación,-, la organización de la producción, el nivel ocupacional de la planta,..., la eficiencia técnica -mantenimiento, nivel de conservación-, entre otros).

3.1.1 Productividad un indicador ideal del desempeño operacional

Bajo estos términos, y considerando lo que antes se ha expuesto en el apartado 2.6, se puede tomar cuenta de que la productividad es ciertamente un indicador ideal del nivel de desempeño de la producción. Aún más, la medición de productividad, dado que es una medición de resultados es factible de medirse a nivel agregado. Bajo tal perspectiva y lo que se ha expuesto, la productividad agregada se convierte al mismo tiempo en el indicador de la tecnología efectiva de una economía; con ello se ha dado el paso micro a macro de la medición de tecnología efectiva a nivel agregado de la economía.

Debe quedar claro que, tal medición no puede ser sino una aproximación, su precisión es resultado de las mediciones de los insumos y de valores de referencia como puede ser la productividad máxima o de frontera y la productividad de mejor práctica, que es el valor reconocido o aceptado como su valor máximo factible. De aquí se concluye que:

- El valor de referencia (benchmark) de la productividad es dado por el nivel tecnológico del aparato productivo (incorporado y no incorporado), éste determina el valor máximo de productividad que puede obtenerse de una instalación o proceso, lo que podemos llamar la productividad o capacidad nominal de la planta, también conocida como frontera de producción.
- El cambio tecnológico establece una nueva referencia potencial real de la productividad máxima (salto tecnológico).
- Las mejoras en la organización, la administración del trabajo y las mejoras en las habilidades de los trabajadores de la línea de producción (cuellos azules) son el mecanismo que permite acercarse en forma efectiva esa capacidad nominal.

El diagrama de la figura 10 muestra esquemáticamente los conceptos antes mencionados: eficiencia operacional en función de la productividad efectiva, productividad de mejor práctica, productividad de frontera y el salto tecnológico.

En la sección 2, al tratar el tema de productividad, describimos el concepto de eficiencia operacional, y las expresiones en función de la productividad del trabajo, el concepto se generaliza con la productividad multifactorial o total como sigue:

$$Y = \varepsilon * Z * Ic = Z_e * Ic \quad \dots 13$$

Dónde: ε = Factor de eficiencia ($0 < \varepsilon < 1$), Z_e = PTF efectiva

Esto es, la PTF efectiva " Z_e " relaciona las dos variables: factor tecnológico total de la planta y factor de eficiencia de operación de la planta ε .

En otras palabras, el factor total de tecnología Z representa a la tecnología incorporada y a la tecnología no incorporada, que operan complementariamente la planta productiva, y define la capacidad máxima potencial o frontera de producción. El factor efectivo de tecnología total Z_e representa ambos conceptos, la tecnología incorporada y la no incorporada, la cual se hace efectiva a cierto nivel de eficiencia operativa. El proceso se ilustra mediante las trayectorias de A y A_e en la figura 11 del apartado 2.8 del capítulo.

3.2 Cambios en la productividad de frontera y en la productividad efectiva

Conforme lo expuesto, se reconoce la factibilidad de cambio de la productividad efectiva y de frontera, en el corto mediano y largo plazo, mediante el cambio de eficiencia operacional y el cambio tecnológico (incorporado y no incorporado).

3.3 Papel del parámetro Productividad

En nuestro modelaje el concepto crecimiento de productividad tiene crucial importancia, aquí el elemento productividad toma papeles diferentes (hemos agregado términos como: eficiencia operacional, productividad efectiva, productividad o tecnología de frontera, salto tecnológico, salto de productividad...etc.) para llegar a explicar e interpretar plenamente el proceso de producción y de crecimiento; sin embargo, en el ámbito académico el concepto de productividad y su medición es algo aún no bien resuelto, su medición es un tema vigente de debate, es por ello que en relación a al tema de la medición de la PTF dedico una sección para tratar ese asunto⁴⁸ (ver apartado 3.6.2), afortunadamente, la visualización de la función de producción de Leontief nos permite formular una metodología de validez funcional. Tal metodología, se basa en un análisis vectorial simple de esa función de producción, ella representa una solución alternativa a las dificultades e inconsistencias encontradas en las metodologías hasta hoy disponibles, al mismo tiempo, representa una aportación al arsenal teórico de la academia que se desprende de la presente investigación.

⁴⁸ Más que un parámetro, el concepto productividad y/o tecnología representan una variable (un concepto u otro, dependiendo del punto de observación) del proceso de producción, no obstante, tal hecho ha sido motivo de confusión entre economistas, pues en el curso de la cosas, tal elemento se ha interpretado como una constante, o un parámetro de la función de producción, tal restricción en la identificación del elemento ha impedido tomar conciencia plena de la importancia del factor tecnología en la función de producción. Nota del autor.

3.4 SICP: Impacto del crecimiento endógeno y exógeno del factor tecnológico total en el crecimiento de la productividad efectiva

El ciclo de vida de los SICP presenta una característica propia que impacta muy positivamente en el crecimiento del factor tecnológico total y por ende en la productividad de frontera de la planta y su nivel de eficiencia operacional; tal característica tiene origen en un proceso de retroalimentación natural en el circuito económico, en donde el nivel de conocimiento y experiencia (capital humano y nivel de maestría) que poseen los individuos que intervienen en las actividades de los SICP, por una parte, contribuyen al crecimiento de la productividad efectiva del establecimiento, al mismo tiempo, la necesidad que tienen estos individuos de actualizarse y dominar las nuevas tecnologías con las cuales ha de enfrentarse en el establecimiento en cuestión, crea y actualiza su conocimiento, es decir recíprocamente se nutre de la planta y las nuevas tecnologías. El proceso recicla y, como resultado la capacidad innovadora y de solución de problemas de estos individuos crece continuamente y se fortalece, y, en una proporcional y creciente medida impactan en el crecimiento del factor tecnológico efectivo de los establecimientos en donde intervienen. En otras palabras, son los poseedores de una gran parte del conocimiento, del “cómo deben hacerse las cosas” (know-how), y son activos agentes de la difusión del conocimiento, de la tecnología y del cambio tecnológico, entre los demás individuos que intervienen en los procesos de producción.

Del párrafo anterior, se puede comprender ahora que la actividad de este grupo de trabajadores, principalmente los que se encuentran en el grupo de trabajadores de empresas en “outsourcing”, sean en gran parte responsables de difundir el conocimiento y el cambio tecnológico dentro del círculo de empresas que utilizan sus servicios.

El proceso involucrado es un proceso endógeno retroalimentado entre los agentes involucrados en un complejo proceso circular que al final impacta en los elementos enlistados a continuación, mismos que son determinantes del crecimiento de la productividad efectiva de las empresas:

- Los propios SICP
- Los centros de Ciencia y Tecnología
- Los centros I+D
- El sector manufacturero y proveedor de bienes de producción bajo tecnología de punta.
- La demanda efectiva
- La empresa y los determinantes de la inversión
- El establecimiento, el aparato productivo, los trabajadores y su capital humano

El proceso involucrado se esquematiza en las figuras 12 a 14. El esquema de la figura 12 muestra la idealización de las relaciones de retroalimentación que se llegan a establecer en el sistema económico, pensado éste como una red de procesos “insumo-producto” enlazados como circuitos cerrados retroalimentados; en esos esquemas, los nodos de actividad son interconectados mediante líneas flechadas, el extremo sin flecha de cada línea muestra el nodo o bloque que emite (producto) retroalimentación hacia el nodo donde apunta el extremo flechado (insumo).

Los esquemas, aunque revisten cierta complejidad son realmente simples de seguir y asimilar, se puede distinguir con cierta abstracción, que el bloque que representa el factor tecnológico “A” que se

incorpora en el aparato productivo es afectado directamente por el desarrollo de nuevas técnicas y las técnicas disponibles, la decisión de la empresa respecto invertir (un switch o pausa de decisión en el proceso, que a su vez depende de expectativas adaptativas y racionales respecto al futuro de la actividad económica, la demanda y el riesgo) y, finalmente la influencia de los SICP y el crecimiento de capital humano de los trabajadores L_{kh} .

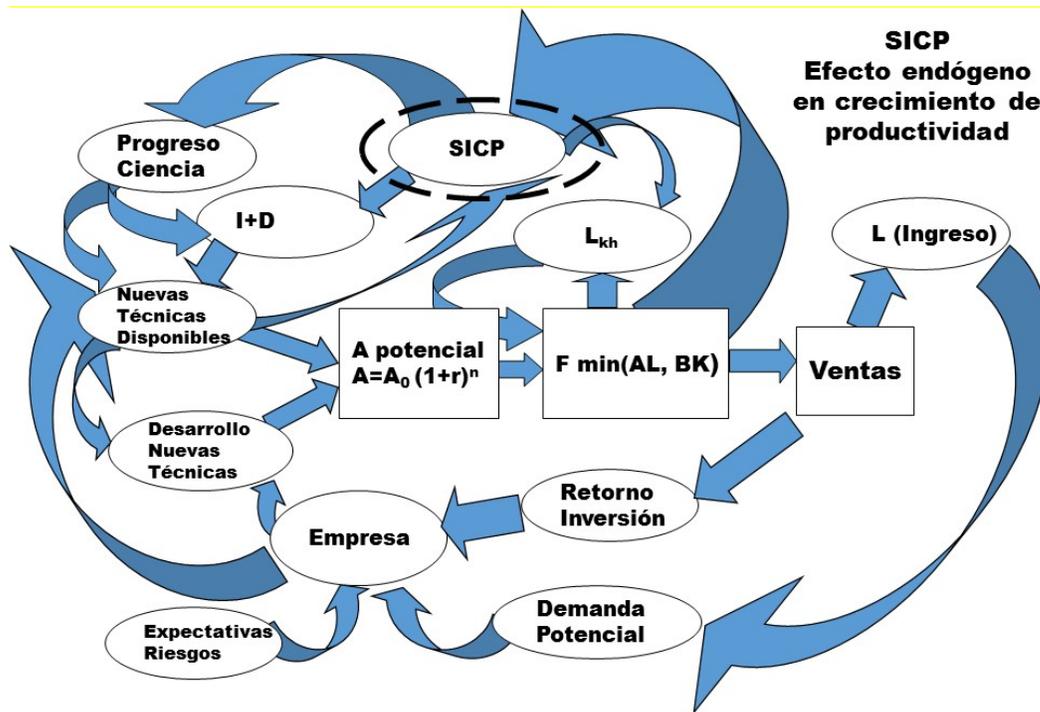


Figura 12 SICP: impacto en el crecimiento del factor tecnológico total, como resultado de retroalimentación endógena del crecimiento del conocimiento y tecnología (know-how) de los SICP.

Fuente: Elaboración propia

Las figuras 13 y 14 corresponden a esquemas que amplifican el centro del proceso, focalizando en los elementos que afectan directamente a la productividad efectiva y a la productividad de frontera.

En la figura 13, en la esquina superior derecha, un gráfico pequeño representa la trayectoria en el tiempo de la productividad efectiva y de la productividad de frontera del establecimiento; hacia la esquina superior izquierda hay otro pequeño dibujo, éste representa la trayectoria en el tiempo del progreso tecnológico emanado de la I+D, la formación de Ciencia y Tecnología (instituciones de enseñanza superior) y la retroalimentación y difusión de tecnología del sector SICP (abstracción que muestra una trayectoria exponencial suponiendo que el crecimiento crece en el tiempo a una tasa promedio constante). Tarde o temprano, ambos procesos, endógena y/o exógenamente, pasan a formar parte integral del proceso de producción e impactan en la productividad efectiva de las empresas. Estas idealizaciones del proceso de producción son de utilidad en la construcción del modelo que explica la contribución de los SICP en el crecimiento de la productividad del establecimiento.

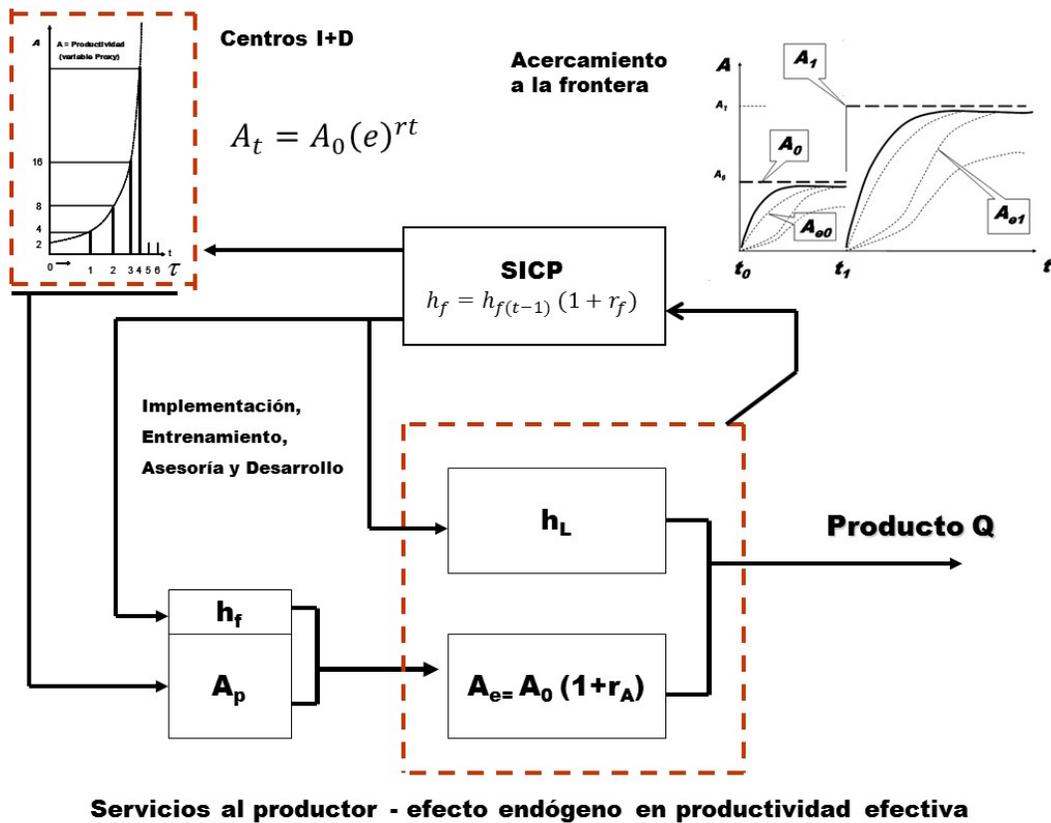


FIGURA 13: El crecimiento del factor tecnológico de la planta como un sistema retroalimentado.

Notación: h_L : capital humano de la fuerza de trabajo; h_f : capital humano de los trabajadores SICP; A_p : Nueva tecnología disponible; A_e : Productividad efectiva

Fuente: Elaboración propia

El esquema de la figura 14 ofrece particular interés, porque enfatiza respecto a la dualidad inherente al factor tecnológico que actúa en el proceso productivo, muestra el componente retroalimentado de capital humano como factor tecnológico no incorporado H_{kv} , y el factor tecnológico incorporado C_{inc} , como una entrada que tiene origen en las tecnologías disponibles (procedimientos, equipo, y maquinaria).

El proceso así identificado representa un importante hallazgo concerniente a los determinantes del cambio tecnológico y crecimiento de la productividad en la economía, ya señalado por autores como Francois, (1990); Guerrieri, (2005); Miles, Hauknes, Bessant y Rush, Antonelli, Katsoulacos, Hertog y Bilderbeek (2000); entre otros. No obstante, se trata de un concepto no muy divulgado o reconocido; pues en estudios tratando de identificar los determinantes del cambio tecnológico y del crecimiento

de la productividad se ha omitido ese importante y estratégico elemento⁴⁹. Hallazgo que se incorpora a otros conceptos determinantes del crecimiento endógeno ya identificados por otros autores, entre los que podemos citar a: Romer, Paul. (1990,1994), Young, Alwyng. (1991,1993), Aghion y Howitt (1992, 1998), Nelson R. & Phelps E. (1966), particularmente es de mencionar el trabajo de Lucas, Robert E. Jr. (1988); *On the Mechanics of Economic Development*, Journal of Monetary Economics, 22, July, 3-42⁵⁰; él establece la presencia de dos tipos de capital, o variables de estado, en el sistema: el capital físico acumulado que es utilizado en la producción y el capital humano que mejora la productividad de los insumos. El enfoque de R. Lucas, ciertamente establece un antecedente en cuanto a los determinantes del crecimiento en la producción y productividad; desafortunadamente, la forma de abordar el problema no le permite aterrizar en una solución plausible, en su conclusión final declara: *"A successful theory of economic development clearly needs, in the first place, mechanics that are consistent with sustained growth and with sustained diversity in income levels. This was the objective of Section 4. But there is no one pattern of growth to which all economies conform, so a useful theory needs also to capture some forces for change in these patterns, and a mechanics that permits these forces to operate. This is a harder task, certainly not carried out in the analysis I have worked through, but I think the analysis of section 5 is a promising beginning"* Ibídem. Es ejemplar el citado estudio de R. Lucas, desafortunadamente como ha sucedido en otros similares casos, está atado a las limitaciones del modelo neoclásico. El artículo aparece también en Lucas, Robert E. Jr. (2002), *Lectures on Economic Growth*, p 19-60.

El enfoque que sigue el presente trabajo, a diferencia de esos previos trabajos, se distingue por el proceso de análisis y síntesis centrado básicamente en: causa-efecto, insumo-producto, separación de circuitos de causalidad; formas diferentes de idealización que lo diferencian y caracterizan, donde cómo veremos más adelante, se logra penetrar y comprender con mayor precisión las causas endógenas y exógenas que determinan el mecanismo de creación del crecimiento de productividad y difusión de tecnología en el proceso de producción.

Los esquemas de las figuras 12, 13 y 14, ilustran simple y objetivamente el concepto de causalidad a partir de los determinantes fundamentales: La inversión en equipo de producción basado en nueva tecnología y su incorporación a la planta de producción mediante los SICP, con ello el logro del cambio tecnológico y/o mejora de eficiencia, para culminar en el resultado final: el cambio de productividad efectiva. La objetividad y simplicidad lograda en el planteamiento teórico de la tesis se distingue por alejarse de la complejidad y misterio que por siempre ha encerrado al problema de la medición de la PTF y su índice de crecimiento, para tomar idea de la dimensión del hallazgo, considérese los artículos académicos: Jorgenson, D. W. & Griliches Zvi (1967), "The explanation of Productivity Change"; *The Review of Economic Studies*, July 1967, 34,349-83 y Hulten, Charles R. (1979), *On the "Importance" of Productivity Change*"; *The American Economic Review*, Vol. 69, No. 1, March 1979.

⁴⁹ En México se puede citar la obra "Productividad: desafío de la industria mexicana", Brown y Domínguez, 1999; en ese trabajo no figura los SICP como otro de los determinantes del crecimiento de la productividad.

⁵⁰ El trabajo citado de Lucas, Robert E. Jr., aparece también en *Lectures in Economic Growth*, 2002, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

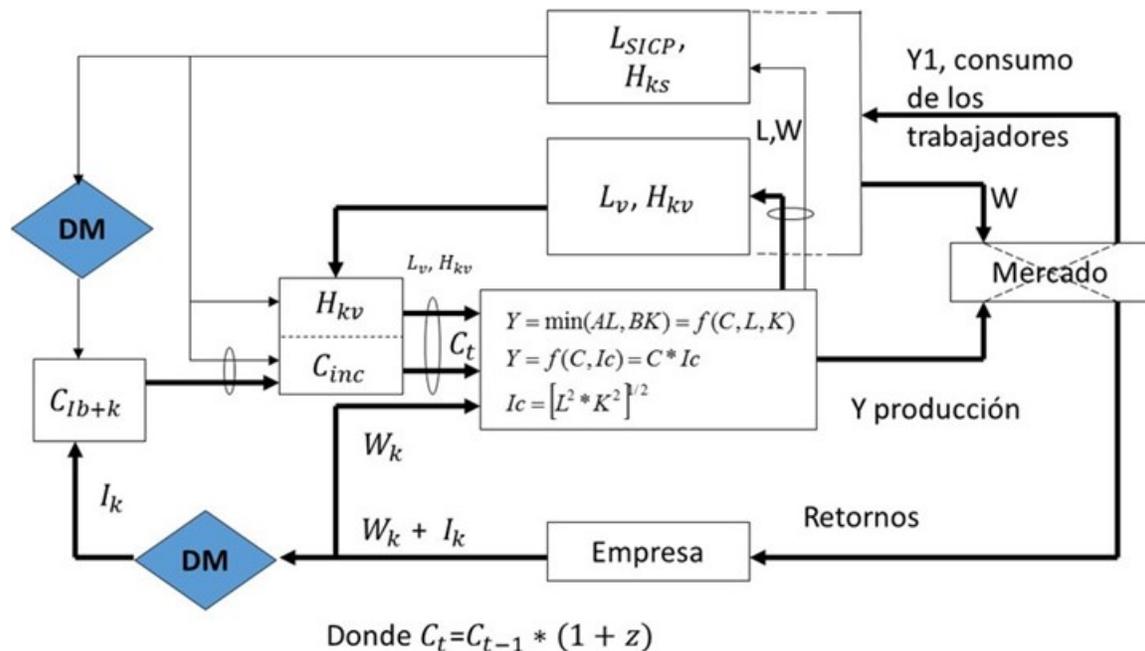


Figura 14: Esquema simplificado de los determinantes de crecimiento de la productividad efectiva

Notación en la figura 14: Y: producción; A: productividad del trabajo; B: productividad del capital; C: PTF; L, trabajo total; L_v : trabajo variable o de cuello azul; L_{SICP} , trabajo SICP; H_{kv} : capital humano del trabajo variable; H_{ks} : capital humano de los trabajadores SICP; W: masa total de salarios; W_k : capital de trabajo (o circulante); I_k : capital de inversión; DM: toma de decisión; C_{lb+k} : tecnología que se incorpora en nuevos bienes; C_{inc} : tecnología incorporada en la planta; C_t : tecnología total (incorporada y no incorporada, operando en la planta).

Fuente: Elaboración propia

3.5 Otros elementos de productividad a considerar en el bloque de producción

3.5.1 Dos grupos de trabajo en el establecimiento

De fundamentos de la teoría de la demanda de empleo y de la demanda efectiva de producción de la economía heterodoxa, Lavoie, Marc (2007), obtenemos una forma para expresar la productividad del trabajo (ver figura 15), tal notación es de gran utilidad para estudiar y analizar las variables de productividad: Total de factores, del trabajo y del capital.

La teoría considera que en el establecimiento operan dos tipos de empleados:

- a) **Empleados de Cuello Azul:** Operadores del aparato productivo
- b) **Empleados de Cuello Blanco:** Trabajos generales, control y planificación de la producción.

Conforme la notación de Lavoie, en los diagramas de la figura 15, y bajo el esquema “a” de corto plazo se define, la productividad del trabajo variable $Tany_v$, la productividad del trabajo fijo $Tany_f$, y, la productividad del trabajo total “ $Tany$ ” del establecimiento, como sigue:

Productividad del trabajo variable o de cuello azul ($Tany_v$):

$PtyLv = \tan \gamma_v = q/L_v$, tal valor permanece constante en el intervalo de $q=0$ a $q = q_{fc}$, dada la condición de complementariedad que existe entre la planta y el requerimiento de mano de obra. L_v aumentará conforme aumenta la demanda y conforme la relación de productividad $\tan \gamma_v$, hasta alcanzar q_{fc} y L_{fc} .

Productividad del trabajo fijo o de cuello blanco ($\tan \gamma_f$):

Dado el supuesto de que la totalidad de empleados de cuello blanco son retenidos en la empresa independientemente de la carga (utilización) de la planta, esto es del valor efectivo de q , la productividad del trabajo de los cuellos blancos queda determinada por el valor actual de q :

$PtyLf = \tan \gamma_f = q/L_f$, dado que q cambia con el grado de utilización de la planta, γ_f variará de 0 hasta el su valor máximo: $\gamma_f = q_{fc}/L_f$.

Productividad total del trabajo ($\tan \gamma$):

$Pty = \tan \gamma = q/(L_f + L_v)$, su valor variará conforme el grado de utilización de la planta hasta alcanzar su valor máximo $\tan \gamma = q_{fc}/(L_f + L_v)$

Las figuras 15 (b, c) representan el cambio del esquema de productividades al ser incorporado el cambio tecnológico.

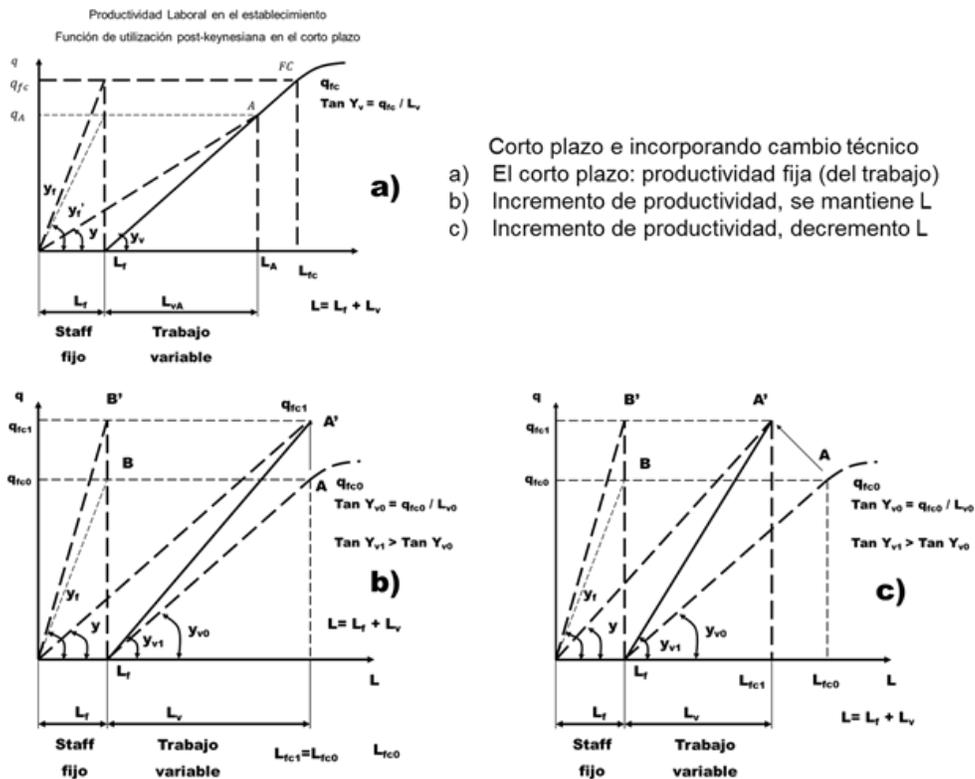


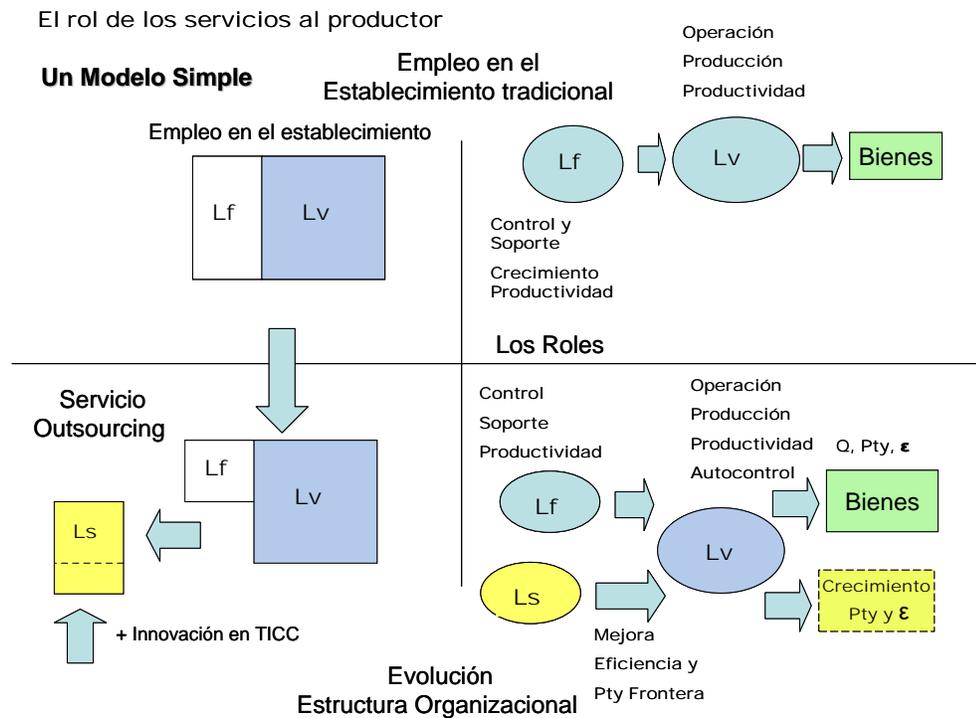
FIGURA 15: Productividad laboral en el establecimiento

Fuente: Modificación propia del esquema de Marc Lavoie (2007)⁵¹

⁵¹ Lavoie, Marc (2007), "Foundations of Post-Keynesian Economic Analysis; E. U. A., Edward Elgar.

3.5.2 Función de los SICP

Una porción de empleados de Cuello Blanco (SICP), ubicados dentro o fuera de la estructura de la empresa, figuras 16 y 17, tienen la tarea de asegurar: a) el crecimiento de la productividad efectiva y el crecimiento de la eficiencia operacional, b) así como también promover el salto de la productividad de frontera, c) una vez tomada la decisión de invertir en nueva tecnología su papel se expande para ejecutar y/o asegurar la implementación y el éxito funcional del proyecto de inversión.



Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Crecimiento de la productividad efectiva, como producto del trabajo de los empleados de cuello blanco de los SICP

Una parte del grupo de empleados de cuello blanco (Ls en la figura 16) tiene a su cargo el mejoramiento de la productividad y eficiencia operacional (efectiva) vía incremento del capital humano de los operarios (conocimiento y habilidades, mejora personal y de actitud), identificación y realización de proyectos de innovación y de mejora tecnológica implementando el cambio tecnológico incorporado y no incorporado (tecnología operacional), de tal forma que el crecimiento de la productividad efectiva representa el producto del trabajo de ese grupo (ver figuras 16 y 17), Las tareas de ambos grupos en el establecimiento, por ejemplo, el manufacturero, se resumen como sigue:

- Empleados de cuello azul: Operación del aparato productivo
- Empleados de cuello blanco:

- Una parte "a" a la planificación y el control de la productividad (la referencia estándar)
- Una parte "b" al crecimiento de la productividad y eficiencia operacional:
 - Mejora de la eficiencia y productividad efectiva.
 - Generar y desarrollar propuestas de innovación y cambio tecnológico.
 - Implementar el cambio tecnológico, cuando la empresa decide invertir en él.

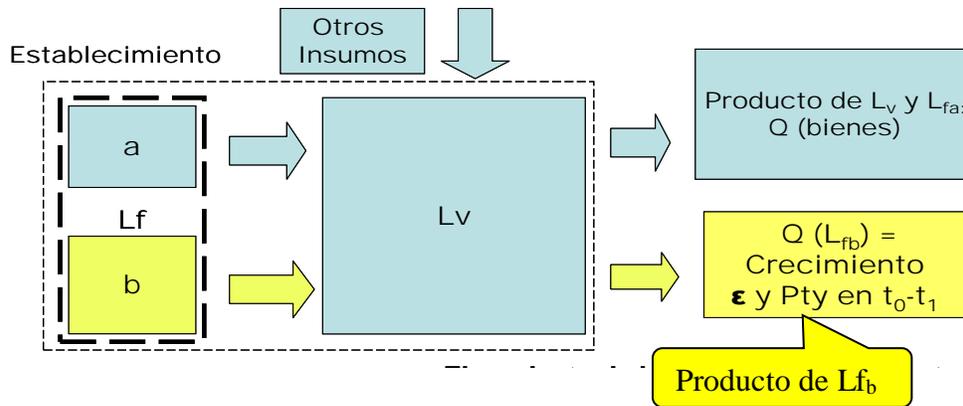
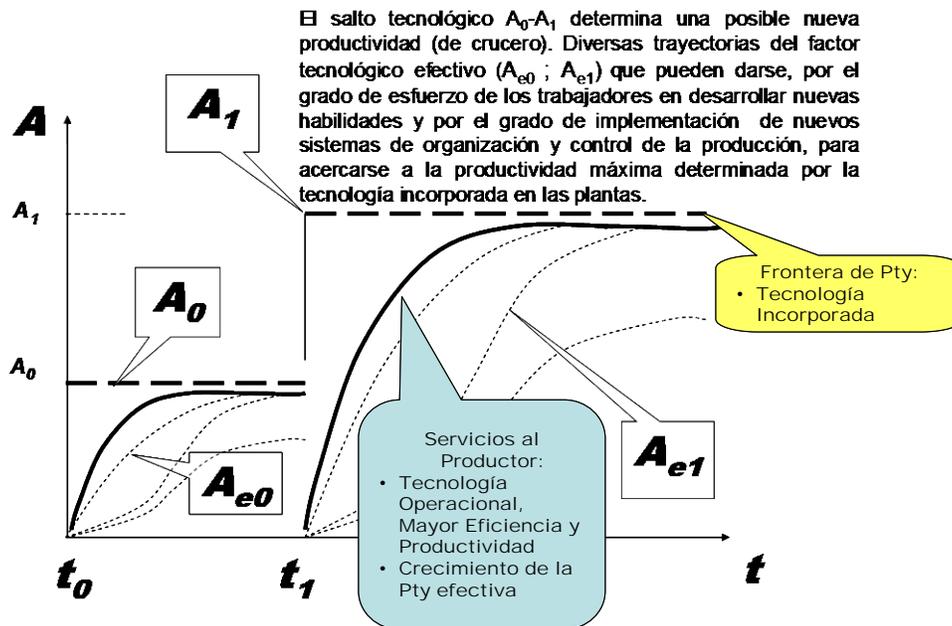


FIGURA 17: EL PRODUCTO DE LOS SICP

Fuente: Elaboración propia



Servicios al productor - efecto endógeno en productividad efectiva

FIGURA 18: Papel de los SICP en el crecimiento de productividad efectiva

Fuente: Elaboración propia

Conforme lo hasta ahora expuesto, es de suponer que la función de los SICP es la de asegurar el crecimiento de la productividad (nos ocuparemos de la productividad total de factores –PTF-, el ejercicio puede ser realizado mediante productividad del trabajo), su desempeño en el logro de valores positivos en tal parámetro representan el producto de su trabajo, así mismo las consecuentes implicaciones en el crecimiento del nivel de eficiencia operacional y el salto de la frontera tecnológica, el proceso se ilustra en las figuras 17 y 18.

3.5.4 Crecimiento de la productividad efectiva, como un producto del trabajo de los empleados de cuello blanco

El modelo de producción representado por la función de producción BC y las figuras 16 a 18, llevan a reafirmar el hecho de que el producto de los cuellos blancos que nos ocupa no puede ser otro sino el crecimiento de la productividad (un concepto que no es simple de comprender y asimilar), y en ese sentido se continuará el desarrollo del modelo de la tesis en el capítulo siguiente. No obstante es conveniente mencionar que la abstracción que se hace en aras de simplificar el presente ejercicio de análisis y síntesis, no significa el que no se reconozca el esfuerzo y la contribución de otros grupos de empleados en el crecimiento de la productividad agregada, sí bien tal situación es real y meritoria, también, es de reconocer el hecho de que el grupo de empleados que tiene asignada la tarea manifiesta de incrementar el nivel de eficiencia operacional y el crecimiento de la productividad, es aquella parte del grupo de empleados de cuello blanco, quienes realizan los SICP haciendo uso intensivo del conocimiento y maestría, por tanto, los logros en esa dirección son directamente imputables a la gestión de tal grupo de trabajo; en otras palabras, ...¡es su razón de existir!

La contribución al crecimiento de productividad de otros grupos de trabajo, por ejemplo los empleados de cuello azul (más la otra porción de cuellos blancos que opera con ellos conjuntamente para lograr la meta de producción), no puede ser sino marginal y eventual, dado que su principal tarea es específicamente orientada a lograr las metas de producción, la calidad y la productividad de referencia; la cuestión es que cualquier esfuerzo de la colectividad en el sentido de mejorar la productividad efectiva, es bienvenida y estimulada por la dirección del establecimiento, de tal forma que en la gran mayoría de ellos está presente una fuerte presión, como buena práctica, de aportar a la innovación y al crecimiento de la productividad. No obstante, es menester reconocer que existe un grupo específico que posee tal tarea como característica esencial de su trabajo, ..., ellos son el grupo de empleados que nos ocupa, los empleados SICP.

3.6 Índice de Crecimiento de Productividad Total de Factores (PTF)

El planteamiento teórico desarrollado líneas arriba, considera la productividad del trabajo como una de sus variables principales, lo cual facilita en extremo el proceso y las formulaciones algebraicas, al mismo tiempo que evita incurrir en errores típicos asociados con el cálculo del índice de crecimiento de la PTF. No obstante, se hace necesario incursionar en esa problemática introduciendo la PTF en el modelo, los esquemas de las figuras 12 a 14 y 16 a 18 así lo reclaman, ya que tal indicador permite obtener una mejor aproximación del producto de los trabajadores de cuello blanco (L_b , o SICP), es decir del crecimiento de la productividad, el mantener únicamente la productividad del trabajo puede

conducir a subvalorar o sobrevalorar el crecimiento de la productividad al no considerar el impacto del capital. Por otra parte, se debe reconocer que el cambio tecnológico y por tanto el crecimiento de la productividad no puede darse sin la intervención de los dos actores principales: El trabajo de los empleados de cuello blanco de SICP y el capital de inversión en maquinaria, equipamiento y nuevos procesos de producción basados en nuevas tecnologías.

La cuestión presenta varias facetas, según nuestra personal óptica, iniciando con el debate de la utilidad de la PTF y su índice de crecimiento, para seguir con el significado y entendimiento del concepto y los parámetros o variables que utiliza este indicador, finalmente la problemática que circunda el cálculo del índice PTF, este último irónicamente referido por algunos estudiosos del tema como: "*la medida de nuestra ignorancia*", Hulten, Ch., Dean E., y Harper M. (2001)⁵²

Para abordar el tema, primero se realiza una revisión de los conceptos básicos del concepto productividad, en continuación se ha analizado la literatura que trata el cálculo de la PTF y su índice de crecimiento, y su significado como medida del cambio tecnológico⁵³. La conclusión que se deriva de tal análisis, es que hasta hoy día, el cálculo de la PTF no es sino una aproximación, los diferentes métodos arrojan diferentes valores, lo que cuestiona la validez de las metodologías empleadas. Entonces, el tema del cálculo de la PTF y su índice de crecimiento permanecen siendo un tema de estudio aún no totalmente resuelto; no obstante, muchos economistas partidarios de la aplicación de la herramienta tienen esperanza de que los problemas sean resueltos, pues esperan ventajas en beneficio del estudio analítico del crecimiento económico y la macroeconomía.

Las metodologías que parecen ser más socorridas son las derivadas de la función de producción neoclásica como la denominada "Contabilidad del Crecimiento", las metodologías de Kendrick, y de E. Hernández Laos, la función de producción translog y otras que tratan de resolver las inconsistencias derivadas de la función de producción Cobb-Douglas, por ejemplo, las metodologías Malmqvist y DEA como métodos avanzados. En la parte final del capítulo inserto ejemplos numéricos y gráficos que enfatizan la ventaja del método vectorial respecto a los métodos denominados de frontera Malmqvist y DEA. No se abunda aquí en todos los aspectos de los enfoques y metodologías hasta ahora manejadas, existe basta literatura al respecto, lo que se puede decir, después de haber efectuado el análisis citado, es lo siguiente:

- a) Hasta ahora no hay consenso respecto a la metodología a seguir, no obstante, se dispone de metodologías avanzadas o de frontera.
- b) Por desconocidas razones esas tecnologías de frontera no son plenamente aplicadas, prevalecen los métodos tradicionales como la Contabilidad del Crecimiento⁵⁴.

⁵² Jorgenson, D. W. & Griliches Zvi (1967), "The explanation of Productivity Change"; INTRODUCCIÓN, PÁGINA 249.

⁵³ Un buen compendio del material de: Solow R.; Kendrick, John; Hernández, Laos; Griliches, Zvi; Diewert, W.E.; Jorgenson, Dale; se encuentra en Brown, Flor (1998), Productividad y Cambio Técnico: Un análisis metodológico, UNAM, México; y en Hulten, Ch. et alii (2001), New Developments in Productivity Analysis.

⁵⁴ Ejemplo: Productividad Multifactorial (KLEMS) en México, INEGI, anunciado como estudio integral. Allí se emplea "Contabilidad del Crecimiento", no obstante que: a) la aceptación de los métodos de frontera como Malmqvist y DEA, b) es reconocido que la Contabilidad del Crecimiento es limitada a casos de cambio neutro el cual, claramente, no es el de México.

- c) La gran mayoría de las metodologías existentes, las cuales utilizan métodos numéricos escalares, de cálculo infinitesimal, y econométricos, a pesar de haber aplicado diferentes enfoques y supuestos, no han encontrado una solución plena al problema.
- d) La metodología vectorial que surge del presente trabajo, es otra aproximación que se presenta a consideración como una alternativa de solución simple al problema de medición de la PTF y su índice de crecimiento.

3.6.1 El problema del índice del insumo combinado

Mi percepción es que una falla conceptual no ha permitido cerrar el capítulo, como manifiestan: Salter W.E.G. (1976) y Hulten, Charles (2001), todo el problema parece radicar en la definición e interpretación de la PTF, de allí la divergencia en metodologías y supuestos. La cuestión, desde mi óptica, es que hasta ahora los dos factores del denominador de la PTF se han manejado como una simple suma escalar de los factores para obtener el insumo combinado total. Sin embargo, no se percibe o se omite el que cada factor tiene un significado y naturaleza propia; el error surge al tratar de sumar dos insumos que poseen diferente naturaleza, con ello se quiere decir que no es legítimo el sumar las cantidades de trabajo y de capital como si se tratase de simples valores escalares; esa falta de percepción surge desde el momento mismo de concebir el tipo de función de producción. En el curso de la presente sección analizamos con profundidad el cómo determinar el valor del insumo total combinado (de facto al tratar la función de BC en la sección “Producción”, mucho se ha avanzado en el tratamiento de este asunto).

3.6.2 Un enfoque simple y válido: El método vectorial para el cálculo de la PTF

Para resolver el problema es menester salirse del cuadro y buscar otro enfoque de la función de producción, uno que reúna validez práctica y congruencia con la realidad; tal enfoque se encuentra enclavado en la función de producción de Leontief, acorde con el principio de complementariedad de Marx y congruente con lo que sucede físicamente en el establecimiento de producción. En tal función prevalecen los factores técnicos, la productividad de frontera y la productividad efectiva (del capital y del trabajo por separado), y la no sustituibilidad, aquí el factor considerado como mínimo o escaso es el que establece el valor de la producción⁵⁵. Tales factores determinan las demandas o requerimientos de los respectivos insumos. Recordando, la función de producción de Leontief se establece como:

$$Y = \min (AL, BK) \quad \dots (1)$$

Por otro lado, al observar el esquema de productividades del trabajo en que se fundamenta la teoría post-keynesiana de demanda efectiva y demanda de empleo (Ver figuras, 15 y 19), se hace visible la representación del factor técnico del trabajo o productividad del trabajo como el valor de la tangente

⁵⁵ Sala-I-Martin (2000), en su texto “Apuntes de crecimiento económico, pág. 71, comete inexactitud al hacer referencia a la proporción fija de factores, textualmente dice “...”, Debido a la existencia de esta proporción fija, todo aumento de uno de los factores sin el consiguiente aumento del otro factor deja la producción inalterada. Esto es cierto en una instancia estática, pero no en el transcurso del tiempo, pues dinámicamente las proporciones generalmente cambian, ello depende del tipo de cambio del tecnológico que se incorpora al aparato de producción.

de un ángulo, en el esquema el ángulo "y" formado por el segmento de línea situada sobre el eje de empleo L, y la línea inclinada que se traza a partir del punto L_f sobre el mismo eje L, hasta encontrar el punto cartesiano A (L_A, q_A), en el esquema la productividad del trabajo queda definida como la tangente del ángulo "y". Tal representación gráfica de la productividad y sus parámetros nos ha representado una herramienta formidable al extender el concepto hacia el análisis y síntesis del tema de productividad total que tratamos.

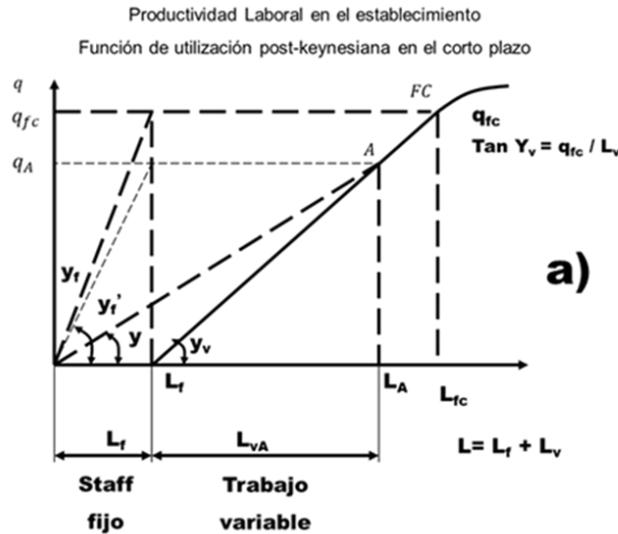


Figura 19

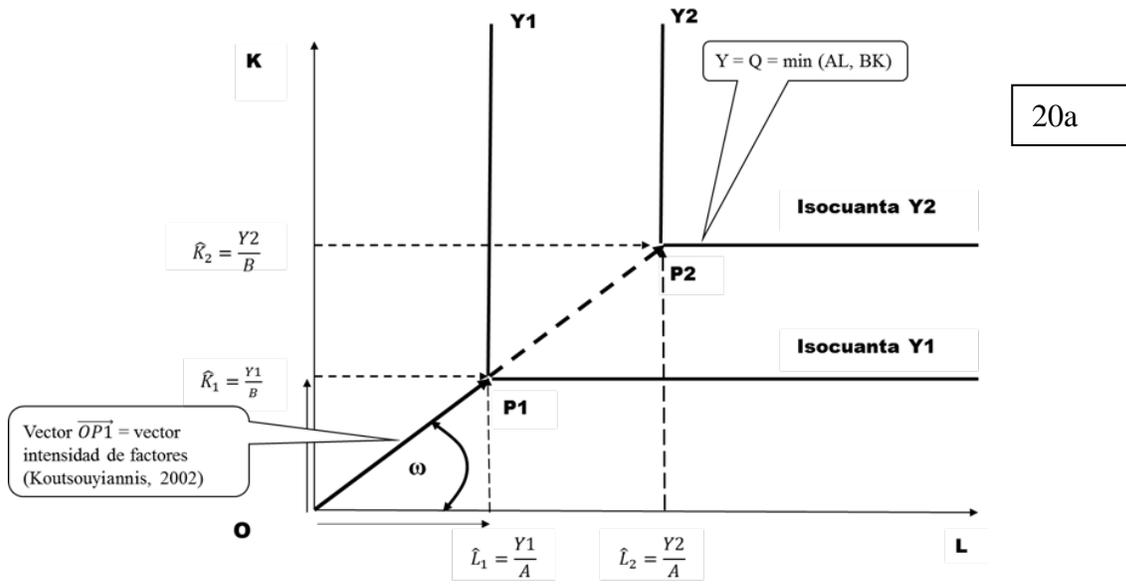
Fuente: Modificación propia del esquema de Marc Lavoie (2007)

Por otra parte, Koutsoyiannis (2002), en "Microeconomía moderna", pagina 80, describe la isocuanta insumo-producto como "de Leontief", y define al *vector intensidad de factores* al vector que parte del origen y termina en el punto que representa al proceso de producción, figura 20^a, (la línea de acción de tal vector se define como línea isóclina), con ello el vector intensidad de factores queda establecido como la suma vectorial del vector capital y del vector mano de obra (trabajo). En la función de Leontief, el punto terminal del vector *intensidad de factores* es precisamente el punto coordinado que corresponde a la demanda complementaria (requerimientos complementarios) de los factores de producción, lo cuales a su vez son definidos por los coeficientes respectivos del proceso. Observar también que el vector intensidad de factores está definido por la suma vectorial de los factores insumo \hat{L} y \hat{K} .

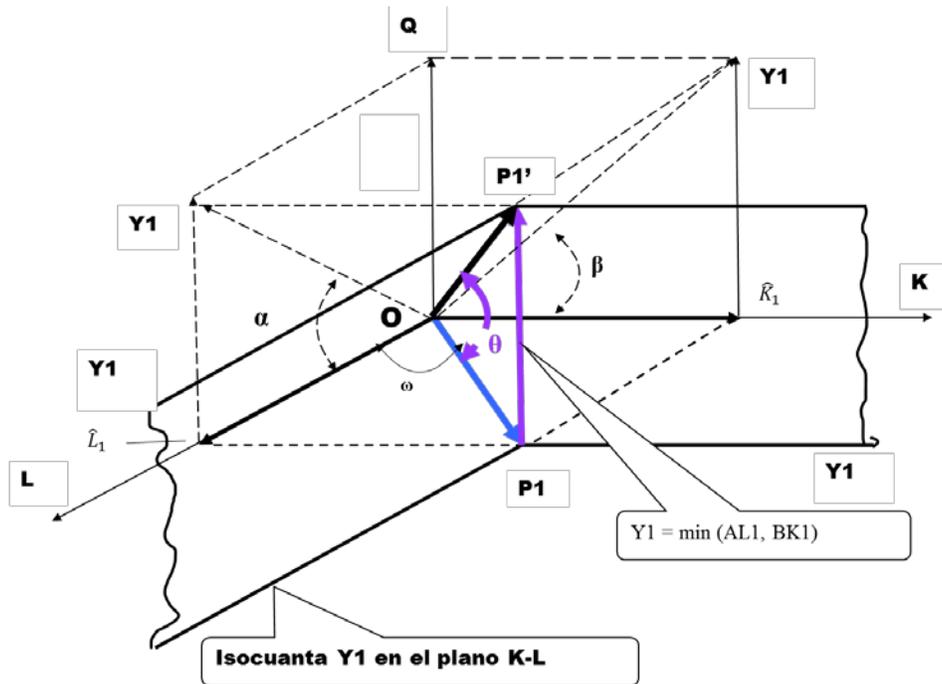
Ambos conceptos los aplico en la construcción de un modelo diferente para el cálculo de la PTF⁵⁶, para ello se ha recurrido, conforme lo ya visto en la sección de la producción, a trazar en un espacio de 3 dimensiones (LKQ) la función de producción de Leontief o de BC (figura 20b), incorporando en él algunas características que emanan de las ideas del esquema de productividades laborales en el establecimiento formulado por los post-keynesianos; en particular, aquí se representa la magnitud del valor de la función de producción "Y" como el módulo de un vector perpendicular al plano formado

⁵⁶ El autor lo considera como modelo diferente o nuevo, dado que no ha encontrado en la literatura referencia al respecto.

por los ejes coordenados L y K situado justo en el punto de complementariedad. Esa idealización es la clave para el desarrollo del modelo.



Función de producción de Leontief o de bienes complementarios en su versión estática



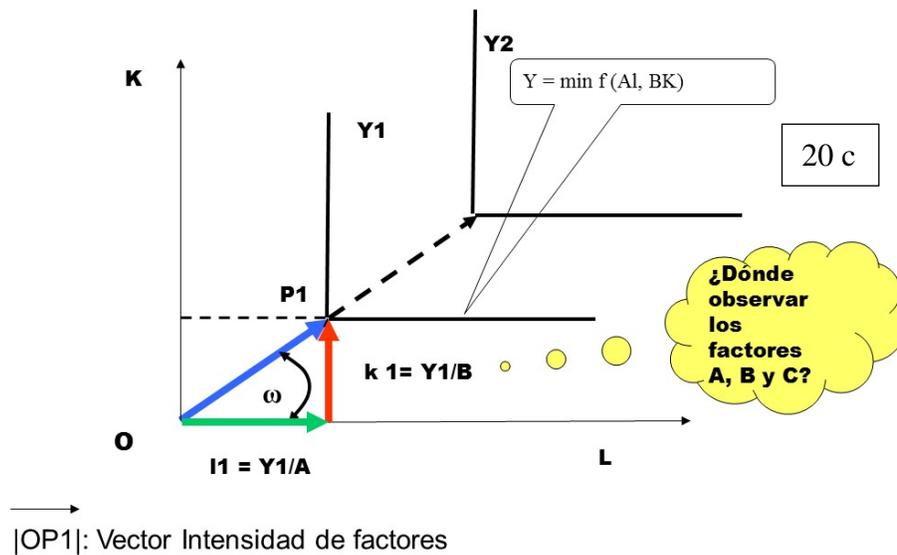
Función de producción de Leontief, muestra la elevación de la isocuenta en dirección del eje Q (o cantidad de bienes producidos Y)

Figura 20b

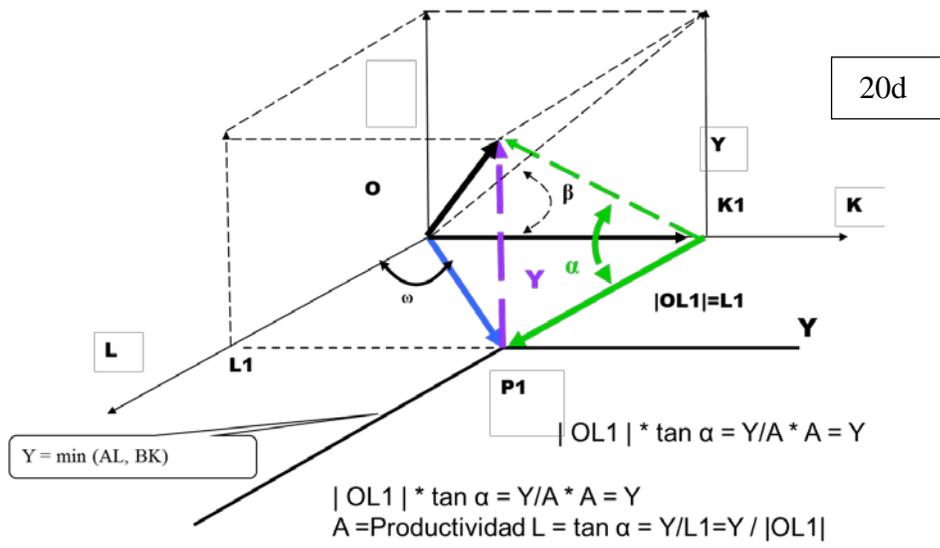
El visualizar en tres dimensiones la función de producción, permite identificar el carácter vectorial que podemos asignar a la relación existente entre los factores del proceso de producción. En los esquemas

de las figuras 20a y 20b, el vector producto $Y1$, el vector intensidad de factores insumo (cuyo módulo escalar representa la magnitud del insumo combinado Ic), y, los ángulos α, β, θ y ω , son los elementos que conforman el modelo; como veremos: $\tan \alpha = A =$ productividad del trabajo, $\tan \beta = B =$ productividad del capital, $\tan \theta = C =$ productividad total de factores PTF; ω corresponde al argumento del vector Ic . En las figuras 20a y 20b es evidente que: $\vec{Ic} = \vec{OL}_1 + \vec{OK}_1$ (suma vectorial), y, $|Y1| = \tan \theta * |Ic| = C * Ic$.

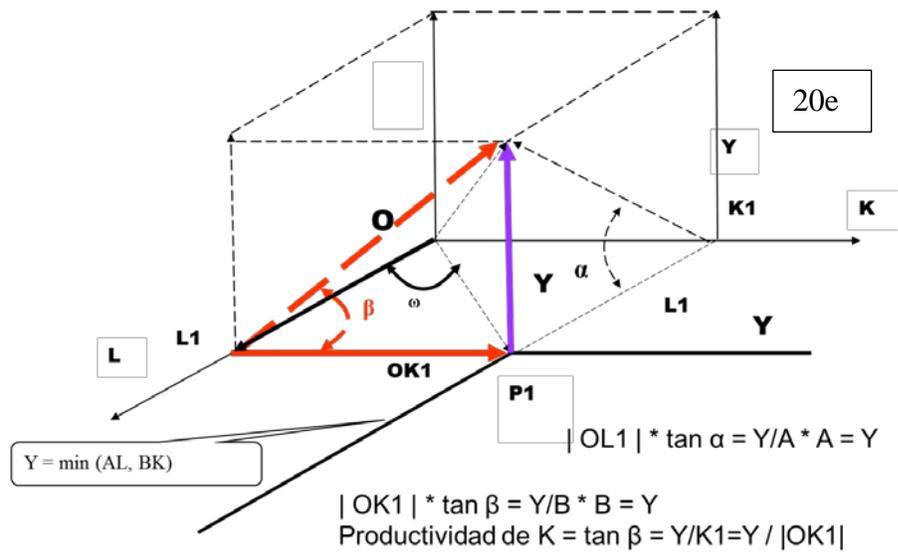
La función de Leontief o BC en 3D descrita en la sección 1 del capítulo, exhibe rendimientos constantes para un instante dado, al transcurso de tiempo Δt , se torna en una función dinámica al cambiar la proporción de complementariedad y al cambiar los coeficientes técnicos de trabajo y capital (retorno creciente, constante o decreciente). Su visualización en tres dimensiones permite contestar a la pregunta, que nos hacemos durante la visualización común de la función en dos dimensiones: ¿Dónde están ubicados los factores A, B y C, o ¿cómo representarlos? (ver figura 20c).



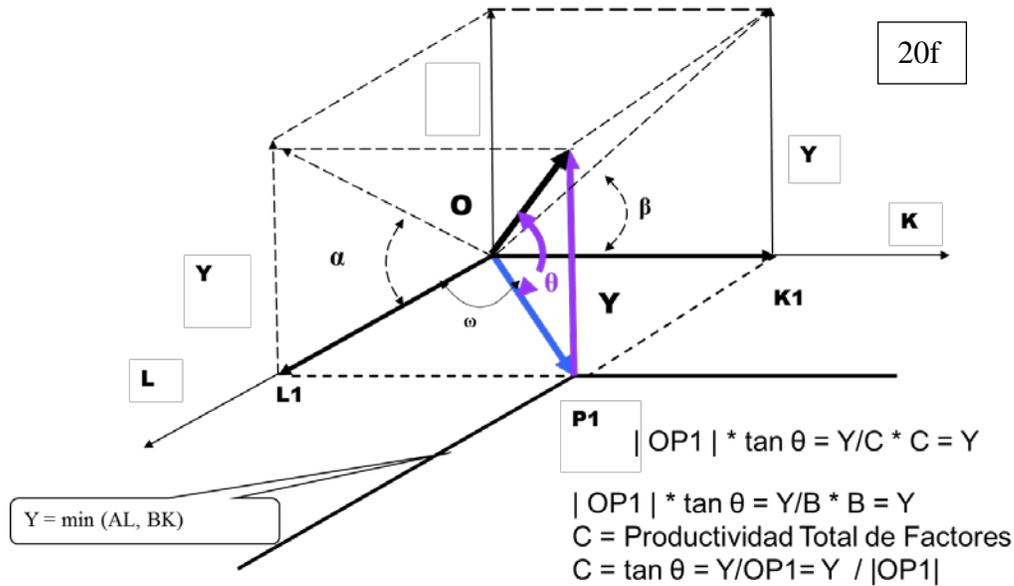
Para A= α = productividad del Trabajo



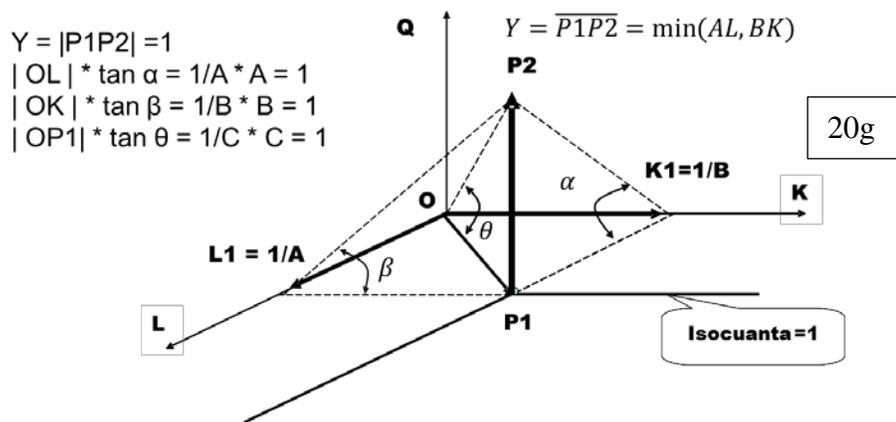
Para B= tang β = Productividad del Capital



Para $C = \tan \theta =$ Productividad Total de los Factores



Donde $|OP1| = I_c$ (Insumo combinado)



$A = \tan \alpha$, representa la Productividad del trabajo; $B = \tan \beta$, representa la Productividad del capital, y $C = \tan \theta$, representa la PTF.

Figuras 20 (a-g): Diagrama vectorial de la función de producción BC, función y observación de los factores técnicos A, B y C (PTF)

Fuente: Elaboración propia

3.6.2.1 Determinación de la Productividad Total de Factores (PTF: Z)

La función de producción $Y = \min(AL, BK)$ se representa en el plano formado por los ejes cartesianos L-K; considerando una producción unitaria, las demandas o requerimientos para la producción se representan por una parte con el vector \overrightarrow{OL} (demanda de empleo de fuerza de trabajo), con una magnitud $L = 1/A$, A es el factor técnico del trabajo; por la otra parte, con el vector \overrightarrow{OK} (demanda de capital) con magnitud $K = 1/B$, B es el factor técnico del capital. El vector $\overrightarrow{OP1}$ es la suma vectorial de los dos vectores insumo L y K, \overrightarrow{OL} y \overrightarrow{OK} , y representa la demanda combinada de ambos factores, Ic. Partiremos de la isocuanta unitaria $Y = 1$, el vértice P1 corresponde al par coordenado de los valores mínimos (complementarios, \hat{L}, \hat{K}) de las demandas de capital $1/B$ y trabajo $1/A$, respectivamente, que son requeridas para obtener el producto $Y = 1$, representado por el vector unitario $\overrightarrow{P1 - P2}$ el cual se levanta a partir del punto P1 en dirección paralela al eje Q y perpendicular al plano formado por los ejes K-L, el vector $\overrightarrow{P1 - P2}$ representa el vector producción unitaria.

Los factores técnicos son determinados conforme las expresiones que siguen:

$A = \tan \alpha$, representa la productividad del trabajo,

$B = \tan \beta$, representa productividad del capital, y $C = \tan \theta$, representa la PTF.

En el diagrama se puede observar que el valor de la producción representado por la magnitud del vector unitario $\overrightarrow{P1 - P2}$, es igual a:

$$|OL1| * \tan \alpha = 1/A * A = 1, \text{ implica que: } Z_L * L_1 = 1$$

$$|OK1| * \tan \beta = 1/B * B = 1, \text{ implica que: } Z_k * K_1 = 1$$

$$|OP1| * \tan \theta = 1/C * C = 1, \text{ implica que: } Z * Ic_1 = 1$$

Es evidente que $\overrightarrow{OP1} = \overrightarrow{OL1} + \overrightarrow{OK1}$, es una suma vectorial. Por lo tanto, el modulo del vector insumo combinado $|\overrightarrow{Ic}|$ (Intensidad de los factores de producción en la microeconomía de Koutsoyiannis) queda determinado por:

$$|\overrightarrow{OP1}| = |\overrightarrow{Ic}| = \sqrt{\left(\frac{1}{A}\right)^2 + \left(\frac{1}{B}\right)^2} = \frac{1}{C}, \text{ con argumento de posición } w, \text{ para } Y = 1$$

Entonces:

$$\tan \theta = PTF = \frac{1}{|\overrightarrow{OP1}|} = \frac{1}{((1/A)^2 + (1/B)^2)^{1/2}}, \text{ PTF considerada como la tangente de un}$$

ángulo, conforme el concepto de productividad del trabajo de Lavoie.

Simplificando:

$$PTF = Z = C = \frac{AB}{(A^2 + B^2)^{(1/2)}} \quad \text{En función de los factores} \quad \dots (18)$$

técnicos A y B

Otra forma de llegar al mismo resultado es utilizando el Insumo combinado (modulo del vector intensidad de factores $\overrightarrow{OP1}$) y el valor numérico de la producción de los esquemas en la figura 20 a-g:

$$Z = PTF = \frac{Y}{\sqrt{\hat{L}_1^2 + \hat{K}_1^2}} \quad \dots (19)$$

$$\hat{Ic}_1 = \sqrt{\hat{L}_1^2 + \hat{K}_1^2}, \text{ valor efectivo} \quad \dots (20)$$

El método desarrollado, representado por las ecuaciones 18 a 21, permiten calcular el índice de crecimiento PTF mediante el cociente simple de los respectivos valores de la PTF, correspondientes a los dos intervalos de producción, esto es: el cociente PTF_t / PTF_0 , es el valor del índice o factor de crecimiento, la tasa crecimiento de la PTF se obtiene restando uno al valor anterior. Esto es:

$$z = \frac{PTF_t}{PTF_0} - 1 = \frac{Z_t}{Z_0} - 1 \quad \dots (21)$$

El método permite salvar el problema relacionado con la suma escalar de los insumos en el denominador para el cálculo de la PTF y del respectivo índice de crecimiento, si bien se puede reconocer la novedad del método, éste puede ser fácilmente asimilado, por su facilidad y simplicidad de aplicación y, de comprensión, ya que su idea fundamental subyace en una teoría de producción vigente y factible.

Por otra parte, el procedimiento retiene el carácter participativo de los factores trabajo y capital, algo que en la mayoría de las tecnologías avanzadas o de frontera se pierde, con ello el concepto PTF mantiene un sentido técnico y/o económico⁵⁷ de eficiencia y participación de los factores.

Es importante tomar en cuenta que, dado que el método utiliza un concepto geométrico, se debe cuidar de utilizar magnitudes congruentes, es decir la producción y los insumos en términos de un índice o de una unidad normalizada que bien puede definirse en términos de índices de los valores físicos o de los valores monetarios para los factores. La sección que sigue tiene el propósito de aclarar este asunto.

En el curso del trabajo y en la presente sección me refiero a los factores técnicos y las productividades con diferentes literales, ello obedece a que en el estudio del tema de tecnología y productividad, los parámetros a que nos referimos progresivamente se han denominado de varias maneras, mi intención es señalar la idea de que en el curso de la discusión o al tratar el tema en el medio es factible encontrar que se utiliza una u otra denominación lo cual puede conducir a errónea interpretación y confusión, Considérese por ejemplo que la letra A que aparece en la función de producción tipo Cobb Douglas bien corresponde a PTF; sin embargo, en otras funciones como los es la función de Leontief, aparecen dos literales: la letra A y la letra B, que respectivamente representan a los factores técnicos del trabajo y del capital, esto es, conforme lo que hemos explicado, respectivamente, productividad del trabajo

⁵⁷ Las metodologías escalares llevan a perder significado de la participación de L y K en la interpretación de la PTF, ya que su composición prácticamente desaparece en el proceso de cálculo, donde son integrados como simples escalares. En nuestra metodología vectorial, el vector intensidad de factores o insumo combinado Ic es acompañado por un argumento, el ángulo w que posiciona a la isóclina, ese argumento captura y retiene la composición de insumos L y K, que caracterizan el sesgo del proceso hacia uno u otro insumo.

y productividad del capital. Tratando de mantener alguna coherencia con el contenido de muchos textos académicos a nivel de licenciatura, decidí introducir la literal C para designar el factor tecnológico total; sin embargo, algunos textos avanzados en el tema de productividad, denominan a la PTF con la literal Z (mayúscula) y su índice de crecimiento con la literal z (minúscula), al final nos alineamos a esa notación, sin embargo en aras de no perder la notación original que priva aun con muchos estudiantes y colegas, es que decidí mantener la progresión de la notación conforme avanza el nivel de exposición. Por ahora es posible lograr identificar correspondencia entre algunos de símbolos más utilizados, la esperanza es que en el futuro los términos utilizados en el campo logren generalidad, homologación y unicidad de representación, así las cosas, aquí empleo las siguientes denominaciones como equivalentes o iguales:

- | | |
|---|----------------------|
| • Factor tecnológico del trabajo o productividad del trabajo | $A, Z_L, Tan \alpha$ |
| • Factor tecnológico del capital o productividad del capital | $B, Z_K, Tan \beta$ |
| • Factor tecnológico total o productividad total de factores | $C, Z, Tan \theta$ |
| • Índice o tasa de crecimiento del factor tecnológico del trabajo o de la productividad del trabajo | r_A, r_L, Z_L |
| • Índice o tasa de crecimiento del factor tecnológico del capital o de la productividad del capital | r_B, r_K, Z_K |
| • Índice o tasa de crecimiento del factor tecnológico total o de la productividad total de factores | r, z |

En algunas partes del texto también se llega a utilizar el acrónimo “Pty” para indicar la variable productividad.

Dadas las características que envuelven al factor tecnológico, se torna difícil lograr su medición directa, salvo el caso de un proceso o maquina aislada y simple, de aquí que fuera del tratamiento teórico, raras veces llega aparecer como variable, en su lugar se utiliza su proxy: la productividad; de hecho, la OCDE en su manual de medición de productividad señala a la productividad total de factores PTF como el mejor indicador (medidor) del cambio tecnológico; es por ello, y además porque generalmente en la función de producción no se hace distinción alguno, que en el curso de la exposición he utilizado indistintamente la misma literal, por ejemplo C o Z para factor tecnológico y C o Z para PTF; sin embargo se puede dar el caso de ser necesario asignar un símbolo específico para designar cada concepto, así Z_T o C_T podrían designar factor tecnológico y Z o C la PTF.

3.6.3 Suma vectorial de dos insumos de diferente naturaleza

La suma vectorial de insumos resuelve un problema añejo, el cómo sumar dos magnitudes de diferente naturaleza como L y K; ejemplos de suma vectorial son la suma de velocidades o la suma de aceleraciones con diferentes direcciones, o simplemente la representación de un número complejo que posee una parte real y otra imaginaria.

La factibilidad de adición de dos magnitudes de diferente naturaleza haciendo uso de la representación vectorial en un sistema cartesiano, es una herramienta que permite resolver el problema de la adición de L y K, problema citado por varios autores, por ejemplo, Pérez, Pablo y Neffa,

Julio C. (2006)⁵⁸, tratando la teoría del empleo de Keynes mencionan que para Keynes no existía un verdadero mercado del trabajo en el sentido que lo entendían los clásicos, y que señalaba:

“Para que el salario sea un precio, sería necesario que el trabajo fuese una verdadera mercancía, es decir, un valor de uso producido con vistas a la venta y que diera lugar a un beneficio” Ibidem. “Para él, el trabajo no puede considerarse una mercancía, y entonces, el salario no es realmente su precio” ibíd.

A este enfoque se deben agregar otros distingos que limitan la representación del “trabajo humano” por una cifra monetaria únicamente, por ejemplo, ¿cómo representar en el salario el componente de valor humano?: la dignidad humana, el capital humano, la maestría, la inteligencia humana, la actitud, ...etc.

Lo anterior implica que para sumar los insumos capital y trabajo, por una parte, no es suficiente el convertir esos insumos en unidades monetarias, tasándolos con los precios de los factores; por otra parte, que la representación cartesiana permite tratar al capital y al trabajo humano, precisamente en términos similares a los números complejos o cantidades vectoriales, lo cual posibilita no únicamente resolver el problema de la suma de los dos insumos L y K, los cuales poseen diferentes características y naturaleza, sino que al mismo tiempo permite conservar e identificar su presencia y composición contenida en el argumento que acompaña a la cantidad vectorial resultante, esto es, el vector que representa el insumo combinado Ic que va acompañado por el argumento angular ω .

Conforme lo que se ha tratado, la expresión 22 representa la suma vectorial de \hat{L} y \hat{K} :

$$\vec{Ic} = \left| \sqrt{(\hat{L})^2 + (\hat{K})^2} \right| \omega = \text{ang } \text{tang} \frac{|\hat{K}|}{|\hat{L}|} \quad \dots 22$$

3.6.3.1 El problema de las unidades en la suma vectorial

Una vez resuelto el asunto de la suma de insumos L y K, abordaremos el de las unidades; aquí es intuitivo que se busque mantener una sola unidad de medida, pues el tratamiento se desarrolla en el espacio (gráfico) de la geometría analítica, la PTF se representa como la tangente de un ángulo que se deduce de las magnitudes modulares de los factores insumo total y producción, al emplear diferentes unidades de medición, el valor de PTF o sea de la tangente del ángulo necesariamente será afectado mostrando diferentes valores para una misma situación de factores, es decir la medición carecerá de consistencia, esto quiere decir que se debe emplear unidades congruentes para representar las magnitudes de cada uno de los factores insumo y del producto, que intervienen en el proceso.

La conversión a unidades monetarias funcionará bien siempre y cuando se mantenga la misma unidad monetaria para los insumos y la producción, por ejemplo, pesos, millones de pesos, o miles de millones de pesos) teniendo siempre en cuenta que tal operación sigue siendo una aproximación.

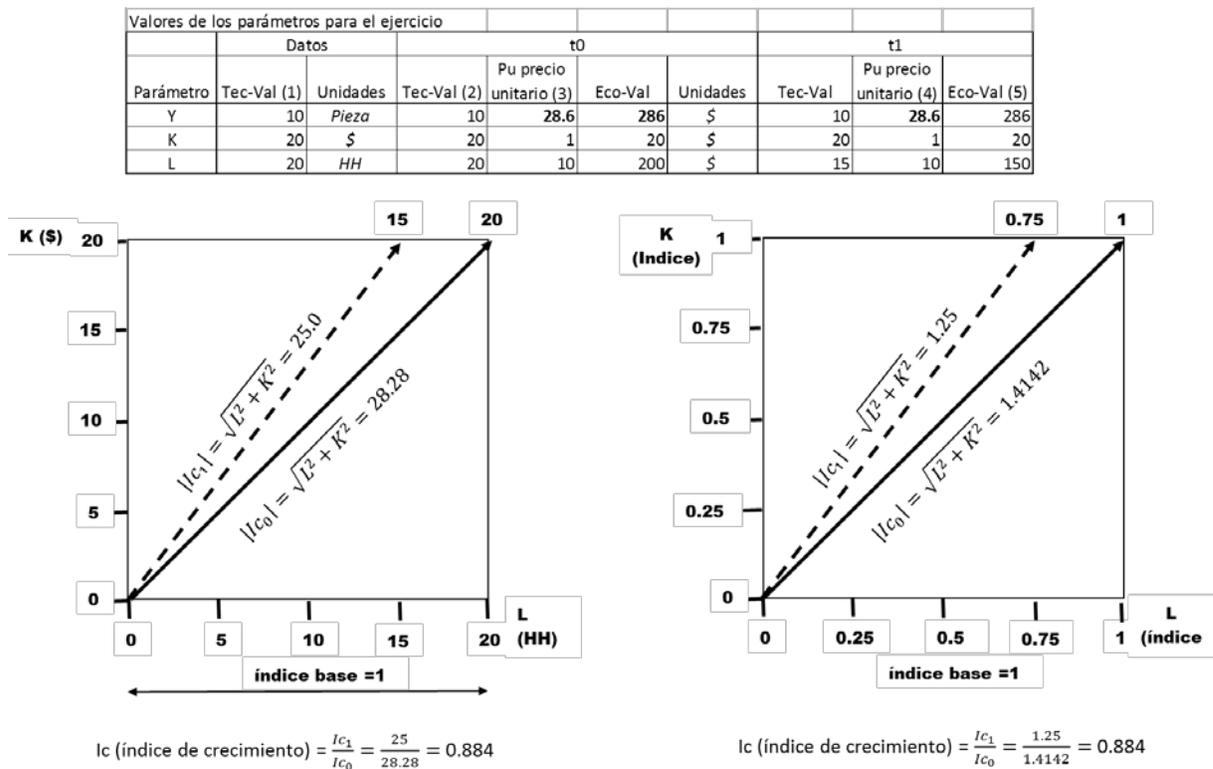
Otra solución, y tal vez más aceptada, consiste en el uso de números índice, esto es, los índices de cantidad de unidades producidas, índices de cantidades insumo y el índice del insumo combinado Ic . (OCDE, 2001; Manual, Measuring Productivity)

⁵⁸ Pérez, Pablo y Neffa, Julio C. (2006), “La teoría general del empleo según Keynes”, una Interpretación y análisis a la obra de Keynes, J. M. (1936), Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero. México, Fondo de Cultura Económica, Reimpresión 2006.

Sin embargo, es factible utilizar los valores técnicos, es decir las cantidades de unidades físicas, por ejemplo, la cantidad de unidades producidas (en base al periodo de producción que se analiza), la cantidad de horas hombre utilizadas, y la cantidad de unidades de capital.

Las figuras que siguen 21 y 22, ejemplifican la aplicación de las tres posibilidades para representar las magnitudes de los elementos Y, L y K, los valores han sido seleccionados arbitrariamente para dos temporalidades, t=0, y t=1.

La figura 21, muestra dos posibilidades para calcular la magnitud del insumo combinado I_c , y su índice de crecimiento; en la figura a), se emplea el valor físico de los insumos, y con ellos se calcula directamente la magnitud modular o absoluta del vector resultante I_c . En la figura b), se emplean valores homologados mediante número índices referidos a una unidad base, en el ejercicio se adopta la referencia numérica = 20. En otras palabras, en el ejercicio se calcula la magnitud modular de los dos vectores utilizando: a) unidades físicas y b) números índice. Finalmente, se determina, para ambos casos, el valor índice de I_c de la temporalidad $t = 1$ respecto a la temporalidad de referencia $t = 0$, como puede observarse los dos diferentes métodos no arrojan diferencia alguna.

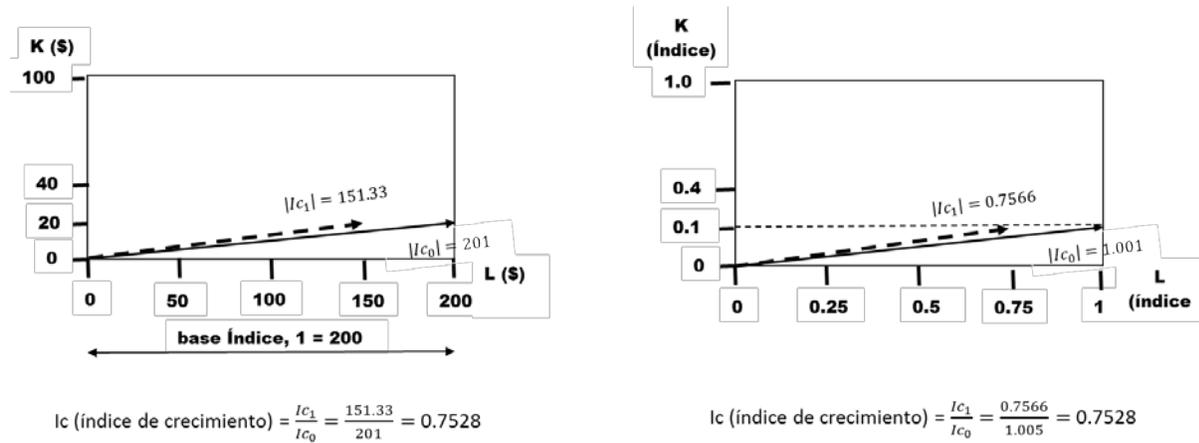


Valor del insumo combinado I_c , figura a): magnitudes físicas, figura B): magnitudes homologadas por indexación

Figura 21

Fuente: elaboración propia

Con los mismos datos del ejercicio anterior, ahora pasaremos al ejercicio que considera, por una parte, la homologación a cifras monetarias mediante la aplicación de los precios de los factores y por otra parte el empleo de números índice.



Valor del insumo combinado Ic , figura a): magnitudes monetarias, figura B): magnitudes homologadas por indexación

Figura 22

Fuente: elaboración propia

Como en el caso del tratamiento en la figura anterior 21, aquí se aprecia indistinto el empleo de unidades monetarias (figura 22a) o números índice (figura 22b), puesto que al calcular el índice de crecimiento del Ic , se obtiene el mismo resultado, en este caso 0.7528.

Obsérvese, sin embargo, que tratándose del mismo cálculo (índice Ic), el empleo de magnitudes físicas contra magnitudes monetarias muestra resultados diferentes, para los mismos datos L y K , para los datos de las figuras 21 y 22; para el primero se obtiene: 0.884, y para el segundo o 0.758, ello se debe a que los precios de los factores introducen un cambio en la composición de los elementos físicos que intervienen en el proceso de cálculo.

Para el ejemplo que aquí se maneja, el valor de la tasa de crecimiento de la PTF aplicando la ecuación de cálculo recomendado por la OCDE, que emplea índices, ecuación 23, es como sigue:

$$e^z = 1 + z = \frac{e^r}{e^{ic}} = \frac{\text{índice de cantidades de producción}}{\text{índice de cantidades del insumo combinado}} \quad \dots (23)$$

Para valores técnicos: $e^z = \frac{1}{0.884} = 1.13$; corresponde a una z tasa de crecimiento de la PTF en términos físicos del 13%.

Para valores monetarios: $e^z = \frac{1}{0.7528} = 1.33$; corresponde a una z tasa de crecimiento de la PTF en términos monetarios del 33%.

Lo anterior indica que la determinación de la PTF en términos económicos (monetarios) o, en términos físicos (técnicos), corresponde a dos cosas muy diferentes y el economista deberá seleccionar cuidadosamente la alternativa de magnitudes que debiera aplicar en atención al objeto y objetivo del estudio que realiza; de facto en la industria es común de hablar de crecimiento “Real”, que bien puede referirse al crecimiento de la productividad del negocio en términos técnicos tomando como

referencia cantidades físicas, por ejemplo el tonelaje anual producido de un específico bien; Para otros propósitos puede interesar conocer la productividad del negocio en términos de beneficios netos y utilización de recursos, por ejemplo, en la explotación hotelera, en la consultoría, o los servicios financieros. Obviamente, en el primer caso el tratamiento técnico es el apropiado, para el segundo caso se recurre a la homologación monetaria (como veremos en líneas adelante, la forma más común que permite agregar, respectivamente, insumos y producción a cualquier nivel de la economía); de similar forma debiera procederse en relación a los comentarios o diagnóstico que se dependa para el estudio que se realiza.

3.6.4 Agregación de producción, insumos y productividad

Otro asunto de interés es el que contesta a la pregunta: ¿a qué nivel de producción es factible medir la productividad agregada? La respuesta requiere observar que sucedería, por ejemplo, si intentásemos sumar la producción técnica de dos establecimientos o sectores que producen bienes diferentes, por ejemplo, uno que produce pelotas de cierto tamaño y otro que produce tornillos de acero de un tamaño dado, ciertamente estamos ante un problema de agregación que no tiene solución general con las herramientas que hasta ahora disponemos, es decir la agregación en cifras técnicas de la producción está limitada a casos situados al nivel de proceso o establecimiento mono producto y por tanto es una medición limitada a casos específicos.

Es intuitivo que el proceso de agregación económica de la producción es factible al homologar las cantidades de producción Q y, las cantidades de insumos L y K , a la unidad económica (monetaria), tal homologación se obtiene al afectar las cantidades de insumos por sus respectivos precios unitarios, es decir, para la producción corresponde la cantidad de unidades producidas por el respectivo precio promedio de venta: $Q * p$; para el insumo fuerza de trabajo, la cantidad de horas trabajadas por la tasa promedio salarial: $L * w$; para el insumo capital, la cantidad de capital empleado por su precio, el cual se considera igual a la tasa promedio ponderada de interés i (TPPI⁵⁹): $K * i$. Los precios w e i , son también conocidos como precios de los factores.

En el proceso es menester asegurar que el precio del salario (tasa salarial) incluya todos los gastos que conducen al total remunerado (prima vacacional, gratificación anual, otras prestaciones de trabajo... etc.).

3.6.4.1 Proceso de homologación en unidades económicas (monetarias)

La homologación de insumos y producción a unidades monetarias o índices, parece ser altamente intuitiva (algo que es común en el diario acontecer), sin embargo, es pertinente mencionar algunos aspectos que comúnmente se llegan a presentar:

Caso a) Corresponde al caso más común o general de homologación a cifras monetarias, que denomino “simple”.

Caso b) Son aplicaciones diferentes al caso al general, por ejemplo, las cifras que se deben considerar al formular la determinación de los valores agregados o añadidos en el insumo, y en la producción, elementos indispensables para calcular la PTF en la modalidad “Valor Agregado”.

⁵⁹ En idioma inglés: Average Weighted Interest Rate (AWIR)

Los lineamientos que presento a continuación representan una pauta general para llegar a resolver los casos que comúnmente se presentan.

3.6.4.1.1 Determinación de la magnitud del insumo fuerza de trabajo: L

Respecto a la cantidad de horas trabajadas, el dato parece no tener mayor problema, sin embargo en el medio existen posiciones diferentes respecto a la forma en que se debería medir el factor insumo fuerza de trabajo considerando a las diferentes categorías que determinan características específicas de la calidad y de la intensidad del trabajo, por ejemplo, el nivel de conocimiento, la habilidad y maestría que priva en las diferentes clases de trabajo, requerimientos de actitud y responsabilidad ante la gravedad o magnitud de las consecuencias de los aciertos y las fallas humanas en la calidad, en la inocuidad, en la seguridad del producto, o en la productividad del proceso de producción. Tales tendencias surgen a partir de las teorías de crecimiento endógeno, donde se busca capturar y separar el componente denominado capital humano K_h ; sin embargo, aunque el enfoque de endogeneidad es correcto, la categorización del trabajo en aras de una explicación del proceso de crecimiento endógeno no ha progresado, la cuestión es que la desagregación de las diferentes clases de trabajo y capacidades de la fuerza de trabajo complican tremendamente a las estadísticas y a la formulación de una función de producción que explique el proceso de producción en tales términos.

Al respecto, el enfoque del presente trabajo toma una vertiente diferente, nuestra posición como lo veremos en secciones adelante, hace abstracción de la idea de crecimiento endógeno del capital humano y su impacto en el factor tecnológico total en el cual se desarrolla el proceso de producción. Aquí las características del componente capital humano de la fuerza de trabajo que representan la tecnología no incorporada (software), se integran a la tecnología incorporada (encarnada) dando lugar a la magnitud total del factor tecnológico disponible para la producción, parámetro que más tarde, al ser realizado el proceso de producción, se manifiesta como la productividad efectiva del proceso. Es decir, lejos de efectuar una separación por clases de fuerza de trabajo, lo que funciona en manera simple es considerar que el impacto del nivel y crecimiento de capital humano se deposita en el factor tecnológico total (literal C en la función de producción) el cual puede ser observado y medido a nivel micro, y a nivel macro por su proxy: la productividad efectiva (en cualquiera de sus formas). De esta forma las horas de trabajo (netas, o tasadas a sus respectivos precios del factor) se pueden seguir representando por una sola variable: L. Este tratamiento, además de simplificar en extremo el modelo, ofrece al mismo tiempo una interpretación objetiva del papel del capital humano en el factor tecnológico total y su impacto en la capacidad de frontera de producción y productividad potencial.

Finalmente, si bien el lector puede estar ante un caso de diferentes categorías de trabajo ($L_1, L_2...L_n$), lo cual se resuelve al aplicar los respectivos precios salariales ($w_1, w_2, ...w_n$) y agregar los diferentes resultados; en su forma general condensada esto se representa como $w*L$.

3.6.4.1.2 Determinación de la magnitud del insumo capital: K

Respecto al capital el tratamiento es diferente, la metodología específica a seguir depende del nivel de agregación de los datos disponibles: proceso, establecimiento, sector, economía como un todo. A continuación, expongo los lineamientos que podemos considerar de carácter general.

Suponiendo un estudio específico a nivel de máquina, proceso o establecimiento: el nivel micro del proceso de producción, se recurre a obtener los valores monetarios para los siguientes rubros (ciclo supuesto de 12 meses= un año, una sola base monetaria):

- Valor del acervo de capital o capital fijo: Valor contable de los bienes que intervienen en el proceso de producción que se analiza, generalmente el valor actualizado al inicio del periodo productivo, una vez aplicada la depreciación correspondiente al periodo anterior: K_0
- Capital promedio empleado en materiales, y servicios intermediarios, que intervienen o han intervenido en el ciclo de producción que se analiza: K_{pm}
- Insumo de fuerza de trabajo empleado en el ciclo de producción que se analiza: L_p
- Valor de depreciación anual para el acervo en cuestión para el ciclo que se analiza (por ejemplo, para una base de depreciación de 10 años): Da
- Valor de las inversiones que se realizan, para el periodo en cuestión, para el proceso de producción; mayormente maquinaria, equipos y herramientas para la producción: I_m
- Valor promedio mensual del fondo para cobertura de remuneraciones del trabajo (salarios y prestaciones): $w_p * L_p$

En este caso la magnitud del insumo capital es una agregación de los componentes de uso de capital en el proceso de producción que se analiza⁶⁰, de manera general, para un período de 12 meses se representa como (ecuación 24):

$$K = i * (K_0 + K_{pm} + w_p * L_p) + 12 * K_{pm} + Da \quad \dots (24)$$

Es una expresión simplificada y práctica que supone constante el fondo mensual de salarios $w_p * L_p$ y el consumo mensual de materiales intermediarios K_{pm} , la tasa promedio ponderada de interés también se considera constante durante el periodo, se representa por i , generalmente se considera su valor anual, sin embargo, los datos normalmente son determinados en una base mensual, el valor mensual correspondiente se obtiene por la fórmula: $i_m = ((1 + i)^{1/12}) - 1$, donde i es la tasa anual ponderada promedio.

El primer término, situado en el miembro a la derecha de la expresión 23, representa el costo de uso de los tres elementos de capital, el primero corresponde al uso de acervo de capital para producción: K_0 , los otros dos corresponden al uso de capital circulante empleado para pago de materiales, servicios intermediarios (incluidos aquí los gastos de operación), y el fondo de salarios: $(K_{pm} + w_p * L_p)$. La expresión considera un fondeo mensual constante para cubrir los gastos.

El monto de capital que corresponde al uso de capital para la producción es únicamente una fracción de éste, tal fracción es el precio de uso del factor capital que aquí representamos por la literal i . No existe una regla precisa respecto cómo determinar este valor, el economista debe consultar diferentes fuentes: contables, fiscales, financieras, y obtener consenso al respecto; el medio en economía acepta tal valor como la tasa anual promedio ponderada de interés en la economía que se estudia, sin embargo, es difícil encontrar ese valor en estadísticas. Un camino para sortear esta dificultad es tomar como referencia la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) que determina y publica el banco

⁶⁰ OECD Manual (2001), Measuring Productivity – Measurement of aggregate and industry – level productivity growth.

central (Banco de México) en el Diario Oficial de la Federación, e internet; entonces, la Tasa de interés aplicable se sitúa algunos puntos arriba de la TIIE. Queda a cargo del economista asesorarse de fuentes expertas y confiables de información para llegar a adoptar el valor más adecuado de la tasa de interés anual que privará en la determinación del insumo capital.

El segundo término corresponde al monto de materiales y servicios utilizados en el proceso de transformación en el período, como tal entra directo, es decir, su valor neto representa por sí mismo el valor utilizado para la producción.

El tercer término corresponde a la cifra del fondo de depreciación anual: Da , concepto que se captura al ser aplicado como un costo del proceso de producción. Normalmente se considera una depreciación anual lineal basada en un periodo de 10 años para la amortización del acervo de capital, lo cual supone que el acervo está conformado únicamente por equipo y maquinaria de producción. La realidad es algo diferente, pues este lo conforman también los muebles, edificios, y equipo de oficina, que fiscalmente obedecen a diferentes periodos de amortización; adicionalmente, en ciertas economías puede haber estímulos fiscales que permiten la amortización en plazos cortos (3 y 5 años), tales distingos dan lugar a diferentes procedimientos, sin embargo, para análisis a nivel agregado de la economía del sector manufacturero, por ejemplo, generalmente se considera una depreciación lineal en 10 años⁶¹. En forma similar a los materiales y servicios este concepto entra directo en la determinación de uso de capital.

Por otra parte, hay un elemento que en ciertos casos de interés podría tomarse en cuenta, se trata del costo de uso de capital de una inversión en bienes de producción que se encuentra en etapa de realización, es decir que no ha pasado a formar parte del acervo de capital en el libro contable, tal costo de uso de capital, si bien no se trata de un capital que interviene en el periodo corriente de producción, bien puede ser considerado como un gasto indirecto operacional, puesto que el proyecto de inversión será destinado a la producción, en tal caso el monto que se agregaría al insumo capital está dado por la expresión: $i * \left(\frac{I_m}{2}\right)$, donde I_m es el monto de las inversiones en el curso del periodo. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que tal operación es algo controversial, pues tales gastos generalmente son contabilizados en el costo total de la inversión que será amortizada a partir del momento que entran en funcionamiento los nuevos bienes de producción resultado de la inversión de capital. Sin embargo, el ejercicio puede ser de utilidad para medir y sensibilizar respecto al impacto del uso de capital en obras de inversión, en curso, en la productividad total, PTF, de la economía.

3.6.5 Factores medidos en cifras homologadas monetarias en el cálculo de la PTF

Los procedimientos descritos en la sección anterior se trasladan a la función de producción BC para calcular la PTF; recordemos que:

$$Z = PTF = \frac{Y}{\sqrt[2]{\hat{L}^2 + \hat{K}^2}} = \frac{Y}{|Ic|} \quad \dots 25$$

Conforme lo expuesto, introducimos los precios de los factores, el valor absoluto o escalar del insumo combinado al precio de los factores corresponde al módulo del vector Ic, esto es:

⁶¹ Conforme lo que se observa en algunas estadísticas de los censos comerciales. (Nota del autor)

$$|Ic| = \sqrt{(w * \hat{L})^2 + (i * \hat{K})^2} \quad \dots 26$$

Donde:

$Y = p * Q$: cantidad de producción en la unidad económica de referencia (en adelante uer), unidad monetaria de referencia **uer** en: PMX, 1000 PMX, USD, 1000 USD, ..., etc.

Q = cantidad de unidades físicas producidas

p = precio por unidad de producto (uer/unidad)

$|Ic|$: Insumo combinado o intensidad de factores, valor absoluto del vector insumo combinado (en unidades de insumo combinado)

\hat{L} = insumo fuerza de trabajo, valor complementario a \hat{K} (Horas Hombre trabajadas durante el intervalo de tiempo o periodo considerado)

\hat{K} = insumo capital, valor complementario a \hat{L} (utilizado durante el intervalo de tiempo o periodo considerado en **uer**)

w = Tasa unitaria de salario, uer por cada HH trabajada (valor promedio para el intervalo de tiempo o periodo considerado)

i = Tasa de interés promedio (para el intervalo de tiempo o periodo considerado)

El vector insumo combinado, denominado también intensidad de factores, queda determinado por la expresión:

$$\vec{Ic} = \left| \sqrt{(w * \hat{L})^2 + (i * \hat{K})^2} \right| \omega = \text{ang tang} \frac{i * \hat{K}}{w * \hat{L}} \quad \dots 27$$

Donde ω es el ángulo que posiciona la línea de acción del vector insumo combinado (isóclina) en relación al eje horizontal L (insumo de fuerza de trabajo).

3.6.6 Precios referenciados o relativos

Antes hemos mencionado el para obtener valores reales o absolutos de crecimiento, es necesario disponer de cantidades reales de producción e insumos, el problema tiene dos vertientes:

- a) la primera consiste en acudir a cifras técnicas, pero ello conlleva la insalvable limitación práctica de contar con esos datos a nivel agregado (campo, sector, ..., etc.)
- b) en la segunda, se obtiene un volumen físico aproximado a partir de índices de precios en tablas a nivel desagregado por actividad clasificada (esas estadísticas no están disponibles en todas las economías⁶²); en casos en que no se dispone de índices de precios a nivel desagregado, se acude como gruesa aproximación, al índice general de precios al consumidor, el cual es determinado y publicado por las autoridades monetarias y de estadística de la

⁶² Hasta años recientes, en las estadísticas de algunas economías latinoamericanas aparecen tablas de índices de precios a nivel desagregado. En México se ha utilizado el índice general de precios al consumidor, prácticamente un factor de inflación monetaria reconocido por las autoridades, para obtener las cifras de las ventas deflactadas a precios constantes del año referencia el cual se ha considerado el volumen físico de producción; tal situación no estaba ajena a error, puesto que el cambio de precios está afectado también por otras causas, mayormente el cambio de productividad. Nota del Autor.

economía en cuestión. La aplicación de tal índice, primeramente, a los precios corrientes de los factores, y después a las cifras en cuestión, arroja un valor deflactado a precios del año de referencia, que por muchos economistas se considera un índice del volumen físico. Tal aproximación no está ajena de error, puesto que el cambio de precios es afectado también por otras causas, entre ellas y mayormente el cambio de productividad.

3.6.7 Índices

La homologación en índices se puede obtener a partir de las cifras de producción e insumos previamente homologadas a uer; es claro que esa operación también se puede realizar utilizando índices de precios referenciados a una fecha determinada (el año base). Es menester tener presente lo que se ha discutido en el párrafo anterior.

3.7 Agregación de productividad

Las definiciones de los conceptos: productividad y de factor tecnológico, por si mismas, hacen imposible el sumar productividades (o factor tecnológico) a cualquier nivel, es decir que no es factible o valido sumar las productividades que presentan los respectivos establecimientos de un sector determinado para obtener la productividad del sector en cuestión. Lo que sí procede, es obtener el valor agregado, por separado, de la producción y de los respectivos insumos, la productividad agregada correspondiente es el cociente de los valores agregados por separado, esto es para un sector o economía:

$$Y = \sum_{i=1}^n Y_i \qquad L = \sum_{i=1}^n L_i \qquad K = \sum_{i=1}^n K_i$$

Donde i designa el número de establecimiento o sector

Esa propiedad de los conceptos (productividad y tecnología), permiten lograr el salto micro a macro con facilidad extrema. La productividad a nivel agregado (sector, economía) la expresamos como:

$$Z = \frac{Y}{L + K} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n L_i + \sum_{i=1}^n K_i} \qquad \dots (28)$$

3.7.1 Comentario: Unidades prácticas, determinación de unidades de Y, L y K; índices, agregación de productividad.

El tema que hemos tratado en los apartados 3.6.3 a 3.7, es fundamental para interpretar y utilizar adecuadamente la función de producción, asimismo medir la productividad y la eficiencia. Existen publicaciones al respecto donde se dan lineamientos precisos para determinar adecuadamente los valores de las variables que intervienen en el cálculo de la productividad total de factores PTF, como ejemplo citamos el manual “OECD Manual (2001), Measuring Productivity – Measurement of aggregate and industry – level productivity growth”, y Wolfi, Anita, y Hajkova, Dona (2007), Measuring Multifactor Productivity Growth, OECD, DSTI Working Paper 2007/5. El tema es algo resuelto, y esta fuera del alcance de la tesis, mas, considerando que en la práctica la determinación de las cantidades y magnitudes de producción e insumos puede presentar alguna dificultad en la determinación e interpretación de tales operaciones, he dedicado la presente sección para exponer los elementos que

se deben tomar en consideración, para ello me he basado en los manuales y publicaciones de la OCDE y experiencia propia. Los lineamientos descritos corresponden a una representación generalizada, un estudio específico debe tomar en cuenta la calidad de los datos y el carácter del proceso y de la medición, es claro que el tratamiento será algo diferente, por ejemplo, si se parte de datos efectivos, mensuales, anuales, de muestreos, o de censos; o, si se trata de datos estimados para propósito de un estudio de simulación o de un proyecto de inversión; en tales casos las instituciones de estadística pueden ofrecer valores agregados, tal es el caso de EUKLEMS para los países de Europa.

3.8 Productividad en términos de valor agregado (añadido).

He tratado en las secciones anteriores la homologación a cifras monetarias (económicas) de las cantidades de factores insumo y de producción, y su aplicación en la determinación de la productividad total de factores (PTF). En el cálculo de la PTF que tratamos entran en juego la totalidad de componentes, tanto en el numerador como en el denominador; podría considerarse a esa representación como una forma canónica de la PTF (en el sentido de la función de producción de BC), que desde luego y como hemos visto, inherentemente contiene otras dos formas ya conocidas: la productividad del trabajo y la productividad del capital. Sin embargo, existe otra forma, que es bastante común en economía para presentar el valor de la productividad, se trata de la forma conocida productividad total de factores valor agregado (PTFVa), consiste en relacionar el valor agregado con los insumos previamente deducidos los materiales intermedios y los servicios, es decir el valor de la PTFVa se obtiene relacionando el valor agregado por el proceso, el cual conceptualmente se compone como sigue: en el numerador el valor de la producción deducido el valor o los materiales intermedios, ello representa las remuneraciones totales del trabajo sumada a la ganancia, y en el denominador del valor de los insumos que aparecen en la ecuación una vez deducidos lo que corresponde únicamente al uso de capital de materiales intermedios:

La forma para la PTF (canónica) es:

$$Z = PTF = \frac{Y}{\sqrt{\hat{L}^2 + \hat{K}^2}} = \frac{Y}{|Ic|} \quad \dots (29)$$

La expresión para la forma PTFVa =Zva, conforme se ha definido líneas arriba, es (ecuación 30):

$$Zva = \frac{Y - (K_m)}{\sqrt{\hat{L}^2 + \hat{K}_{va}^2}} = \frac{Y_{va}}{Ic_{va}} \quad \dots (30)$$

Donde, Y_{va} , e Ic_{va} , son los respectivos valores, en términos de valor agregado o añadido, de la producción y del insumo combinado.

Suponiendo cantidades en unidades económicas (monetarias), la cifra correspondiente a la fuerza de trabajo permanece inalterada, el capital para valor agregado es:

$$K_{va} = i * (K_0 + K_{pm} + w_p * L_p) + Da \quad \dots (31)$$

Puesto que: $K_m = 12 * K_{pm}$; recordando que K_m incluye materiales y servicios

3.8.1 Comentario respecto a Productividad – Valor Agregado-

El término Valor Agregado, intuitivamente evoca un proceso virtual de construcción, que hace referencia al hecho de que se ha adicionado valor a la cosa, que crea, que construye algo más..., sin embargo, al tratar de relacionarlo con productividad, surgen algunos cuestionamientos, tal es el caso, por ejemplo, de Domar, E. (1961), p 716⁶³, quien apunta: “*Measures of real value added attempt to subtract from gross output the productive contribution of intermediate goods. Hence, gross output is shoes, while value added is “shoes lacking leather, made without power, or books without paper”*”. Nota tomada de Hulten, Charles (2001), *New Developments in Productivity Analysis*, p 257.

Hoy día muchos investigadores usan los datos del Valor Agregado para trabajos empíricos. *Ibidem*; Instituciones de estadística como EUKLEMS publican en sus tablas los datos de productividad total de factores PTF en la modalidad Valor Agregado (añadido). Nosotros creemos que el concepto tiene plena validez como un indicador de la productividad neta del proceso, es decir representa el valor que realmente añade el proceso de transformación en relación al insumo realmente añadido. Nótese que la ecuación correspondiente (29), tanto en el numerador como en el denominador se ha deducido el término K_m .

El análisis econométrico de nuestro estudio utiliza los datos de EUKLEMS y por ello, además por lo que arriba menciono, es que utilizo la PTF Valor agregado para el análisis de datos.

3.9 Ecuaciones aplicables para calcular el índice de crecimiento de la PTF “z”

En el ejercicio, para calcular el índice de la PTF, empleamos la expresión siguiente:

$$e^z = 1 + z = \frac{e^r}{e^{ic}} = \frac{\text{índice de cantidades de producción}}{\text{índice de cantidades del insumo combinado}} \quad \dots (32)$$

Que corresponde a una ecuación generalizada, trataremos ahora de formular otras expresiones alternativas que pueden ser de utilidad.

El índice de crecimiento de la PTF (Z) representado por el símbolo “z” está dado por:

$$z = (Z_2 / Z_1) - 1, \text{ puesto que: } Z_2 / Z_1 = 1 + z = e^z \quad \dots (33)$$

Ahora bien, el valor de Z o PTF, según el modelo vectorial se expresa en la siguiente ecuación:

$$PTF = Z = \frac{Q}{L+K} = \frac{Q}{(|L|^2+|K|^2)^{1/2}} = \frac{Q}{Ic} \quad \dots (34)$$

Entonces:

$$(1 + z) = e^z = \frac{\frac{Q_1}{Ic_1}}{\frac{Q_0}{Ic_0}} = \frac{Q_1 Ic_0}{Q_0 Ic_1} = \frac{1+g}{1+i_c} = \frac{e^g}{e^{i_c}} \quad \dots (35)$$

Donde: $Z = PTF$, $z = \text{tasa de crecimiento de PTF}$

⁶³ Domar, Evesey D. (1961), On the measurement of technical change. *Economic Journal*, 71 (December), p 710-29.

Del logaritmo de la expresión anterior, tenemos la expresión más simple de la ecuación para la tasa crecimiento de la PTF:

$$z = g - i_c \quad \dots (36)$$

Tal expresión es totalmente análoga a la ecuación del crecimiento de la productividad del trabajo:

$$r_A = g - l \quad \dots (37)$$

Sin embargo, tal solución correspondería a una función continua del crecimiento que no es nuestro caso, pues los valores de la producción no se monitorean continuamente, sino más bien son el resultado de una corrida del proceso en un intervalo de tiempo t-1 a t, con ello la contabilidad debe manejarse para lo que prácticamente es, un proceso discreto en el tiempo, ... entonces la solución que se ha dado no es del todo exacta, su forma precisa es:

$$1 + z = \frac{1+g}{1+i_c}; \quad z = \left(\frac{1+g}{1+i_c}\right) - 1 \quad \dots (36')$$

Para la productividad del trabajo:

$$1 + r_A = \frac{1 + g}{1 + l}$$

$$r_A = \left(\frac{1+g}{1+l}\right) - 1 \quad \dots (37')$$

Por otra parte, considerando las ecuaciones que se obtuvieron en el desarrollo vectorial:

$Z = \frac{AB}{\sqrt{A^2+B^2}}$, y, $Z = \frac{Y}{\sqrt{L^2+K^2}}$, se deduce la siguiente forma alternativas para calcular el índice PTF en función de los coeficientes técnicos A y B de la función de producción:

$$z = \frac{(1 + r_A) * (1 + r_B) - 1}{\sqrt{\frac{A_1^2 + B_1^2}{A_o^2 + B_o^2}}} - 1 = \frac{(1 + z_L) * (1 + z_K) - 1}{\sqrt{\frac{A_1^2 + B_1^2}{A_o^2 + B_o^2}}} - 1 \quad \dots (38)$$

Son expresiones para dos temporalidades dadas, donde: A y B, son las productividades o coeficientes técnicos del trabajo y del capital respectivamente, $r_A = z_L =$ tasa de crecimiento de productividad del trabajo, $r_B = z_K =$ tasa de crecimiento de productividad del capital, $z =$ tasa de crecimiento de la PTF, $g =$ tasa de crecimiento de la producción; $i_c =$ tasa de crecimiento del insumo combinado.

3.10 Propiedades de la isóclina

3.10.1 ω un indicador de la estructura del proceso

El ángulo de posición del vector intensidad de factores (OP1) o factor de producción total o equivalente, representado por la literal ω en la figura 23, es una característica del proceso productivo, depende de suma vectorial de los vectores insumo capital e insumo empleo de mano de obra (trabajo), su valor representa el carácter estructural del proceso productivo, esto es, si está orientado al uso intensivo de mano de obra ($\omega < \pi/4$), o si está orientado al uso intensivo del capital ($\omega > \pi/4$).

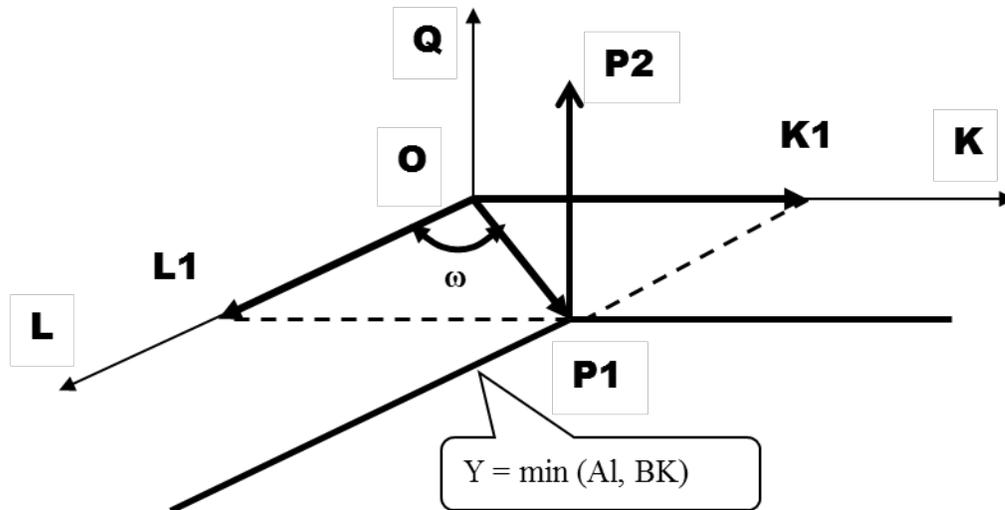


Figura 23: Propiedades de la isóclina, carácter estructural del insumo combinado

Fuente: elaboración propia

3.10.2 ω, como parámetro de conversión entre productividades

En las figuras 20b y 23, observemos que α y β son proyecciones de θ en los planos paralelos a los respectivos planos L-Q y K-Q, θ está ubicado en el plano vertical que posiciona el ángulo ω, sus magnitudes son determinadas por el ángulo ω, como sigue:

$$\tan \alpha = \frac{Y}{L1}; \tan \beta = \frac{Y}{K1}, \text{ y } L1 = Ic * \cos \omega; K1 = Ic * \sen \omega$$

$$\text{Sustituyendo: } L1 \text{ y } K1; \tan \alpha = A = \frac{Y}{Ic * \cos \omega}; \tan \beta = B = \frac{Y}{K1 Ic * \sen \omega}$$

De donde:

$$A = Z_A = \frac{C}{\cos \omega} = \frac{Z}{\cos \omega} \quad \dots (39)$$

$$B = Z_B = \frac{C}{\sen \omega} = \frac{Z}{\sen \omega} \quad \dots (40)$$

3.11 Problemas asociados con el índice de producto

Aún quedan otros hilos sueltos, son problemas asociados con el numerador de la ecuación de la PTF, es decir con el índice de producto. Estudiosos del tema se han esforzado por resolver el problema de la cantidad de producto físico relacionado con el cambio de precios, sin encontrar una solución plausible; una aproximación al problema lo representan los índices de Laspeyres, Paasche, Fisher y Tornqvist; cómo antes he mencionado, otro camino es contar con estadísticas confiables de índices desagregados de precios, sin embargo, nuevamente aparece en el escenario el cambio tecnológico, elemento que mueve los cimientos de tales metodologías al grado de hacer inútil su aplicación para determinar un índice del producto plausiblemente aproximado.

En esta parte, mi percepción es que en similitud con lo que ha sucedido con el denominador en la ecuación de la PTF, es preciso comprender mejor el objetivo de la medición y volver después con el concepto a fin de clarificar su definición y significado. En este punto hay que preguntarse nuevamente que es lo que se desea medir, a mi entender lo que se persigue, por una parte, es medir la eficiencia productiva del establecimiento, es decir la relación que existe entre las cantidades de insumo y producto, que pueda contestar a la pregunta ¿cuánto producto obtenemos de la utilización de los recursos o factores utilizados?... y eso significaría eficiencia de utilización de factores.

Otro propósito, consiste en establecer las referencias de capacidad productiva y requerimiento de insumos para satisfacer un programa dado de producción, tal propósito; está más relacionado con la planeación de la producción. Entonces, ¿cuál es la razón de asociar el valor de la producción, valor de venta, o el valor agregado con el índice de producto? Yo creo que hay alguna pérdida de congruencia entre el objetivo y lo que se aplica, pues dentro del ciclo de vida del producto se reconoce la existencia de dos procesos diferentes eslabonados, el establecimiento de producción y la distribución más las ventas, esto último, separado de lo que significaría la comercialización. Ambos procesos poseen naturaleza y características diferentes, el primero tiene la misión de lograr la elaboración del producto al menor costo posible y dentro de una determinada norma de calidad, e implica la utilización eficiente de los recursos (materiales y mano de obra) y el aparato productivo (la tecnología incorporada), donde su desempeño esta medido por el costo directo y el volumen de producción (unidades físicas); el segundo tiene la misión de realizar la venta del producto al precio más alto posible, lo que implica el mayor margen posible de beneficios y, para ello maneja recursos y estrategias específicas; el valor de las ventas se mueve dependiendo del volumen real de unidades físicas producidas y el precio de venta; y éste último se fundamenta o mueve entre el costo marginal de producción (los costos totales en la elaboración del producto) y el precio de mercado.

Lo anterior manifiesta la complejidad que contrae el tratar de agrupar en un solo indicador el comportamiento conjunto de dos procesos diferentes ..., tal tarea implica resolver tres problemas diferentes:

- Determinar las cantidades producidas a partir de precios corrientes, lo cual a su vez implica determinar valor real monetario y la variación del costo de origen, éste último está relacionado con la eficiencia operacional del proceso productivo y el cambio tecnológico. Cuando se carece de un índice adecuado de la cantidad de producto, es posible hacer una estimación aproximada haciendo uso del índice de crecimiento de la PTF, para ello basta considerar que el crecimiento o decrecimiento de la PTF tiene un efecto directo en el precio base (referencia), es decir que el supuesto de precios constantes (a una fecha de referencia) ya no es más válido, las cosas han cambiado en forma absoluta.

En tal caso, la cantidad de los insumos puede aumentar o disminuir; situándonos en el caso de un crecimiento positivo de la PTF, el insumo combinado disminuye aproximadamente en proporción al índice de crecimiento de la PTF; si el precio de los insumos se mantiene constante, el valor “absoluto” del insumo combinado se reduce en una proporción similar, esto es:

$$p_{1|0} \sim p_0/(1+z) \quad \dots 41$$

En estos términos, considerando el valor deflactado del Valor de la Producción, se tiene:

$$VP1|0 = Q1 * p_{1|0} \quad \dots 42$$

(VP y p del periodo 1 a valores y precios constantes del período 0)

Sustituyendo: $VP1|0 = Q1 * p0 / (1+z)$,

finalmente:

$$Q1 = VP1|0 * (1+z)_{1/0} \quad \dots 43$$

Representa un valor aproximado de Q1 ajustado por cambio de productividad total de factores, partiendo del valor deflactado del valor de la producción.

El índice de crecimiento de la cantidad de producto será:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{(VP1_0) * (1 + z)}{VP_0} = (1 + g_q) = (1 + g_{vp}) * (1 + z) \quad \dots 44$$

Con ello llegamos a una expresión general para determinar el índice del producto.

- Determinar el valor real del monetario, asunto relacionado con la inflación (cualquiera que sea el origen) y el tipo de cambio.
- Determinar el precio efectivo de venta

El problema de las cantidades físicas producidas “Q” nace con el hecho de que, dada la heterogeneidad de productos, generalmente no se reporta el dato en las estadísticas, lo que generalmente se hace es recurrir a una sola unidad (la cifra de ventas) que es la monetaria a precio constante, pero tal unidad no es por si sola representante de las cantidades producidas, en consecuencia, los economistas se han esforzado en encontrar una forma de obtener tal cantidad partiendo del valor de la producción, de los precios y otros parámetros.

Desde el punto de vista de la macroeconomía parecería que el asunto que tratamos no reviste gravedad, toda vez que a ese nivel lo que interesa es el valor agregado de la economía como un todo y en ese camino el englobar los dos procesos dentro de la empresa posee cierta racionalidad, sin embargo, hay que reconocer que en tal proceso se incurre en inexactitudes que distorsionan la realidad y el diagnóstico, lo que pudiera conducir a establecer conclusiones o políticas erróneas.

Para el objetivo de la presente investigación, el problema sí reviste gravedad, pues se requiere de conocer las cantidades producidas o la cifra fielmente representativa, pues de ello deriva el cálculo del índice técnico de crecimiento de la PTF, que principalmente interesa; y no teniendo a la mano una solución plausible, y para el propósito del estudio, es que se recurre a utilizar el Valor Real Bruto de la Producción como una cifra indicativa o Proxy de las cantidades producidas Q, a sabiendas de que la cantidad de unidades producto puede ser algo diferente.

El tema en sí guarda cierta complejidad y amerita un estudio ad hoc que está fuera del alcance del presente trabajo; es decir marca la pauta para una futura línea de investigación, como sea el procedimiento que expongo líneas arriba, representa una forma de obtener una buena aproximación del índice de crecimiento de la cantidad de producción y, con ello salir del esquema falso de precios constantes cuando a sabiendas existe un cambio de productividad, es decir, un cambio real respecto el costo y precio de origen.

Podemos mencionar que existen algunas instituciones que ya han resuelto el problema y dentro de sus estadísticas registran los índices de precios (desagregados) a nivel campo-sector de actividad, podemos citar como ejemplo la base de datos EUKLEMS que reporta la productividad de varios países asociados en el continente europeo. Tal información es de fenomenal ayuda para efecto de estudios en que interviene la productividad. Es pertinente apuntar que, para efectos de consolidar las teorías de la tesis, en el capítulo siguiente utilizaremos como material de evidencia empírica, la base de datos EUKLEMS del sector manufacturero de varios países europeos.

3.12 Producto del trabajo de cuellos blancos (SICP)

La metodología discutida permite obtener el valor del índice de crecimiento de la PTF para dos intervalos de producción, a partir de los valores a precios constantes, o con los índices de cantidades físicas. Es común también considerar el Valor Agregado de la PTF, para lo cual hay que restar en el numerador y en el denominador la parte correspondiente al valor capital de los materiales intermedios, conforme se ha explicado en el apartado 3.8.1.

El índice así obtenido se transforma en tasa de crecimiento, con este se puede calcular el valor del producto imputable a los cuellos blancos (SICP) multiplicando el valor de la tasa de crecimiento de productividad por el valor agregado bruto VAB (resultado de los esfuerzos en el establecimiento). Este valor es factible de aplicar en otros estudios afines al presente.

$$Q_{lb} = zQ_0 \quad \dots (45)$$

3.13 Suma escalar de insumos L y K.

Recordemos que en un inicio planteamos la problemática de medición de la PTF como falta de legitimidad en la suma escalar de los insumos de diferente naturaleza (L y K) que aparece en el denominador de la fórmula de la PTF, si se realiza esta como si se tratase de simples escalares, lo que no es correcto; resulta ahora pertinente examinar el asunto antes de pasar a otras cuestiones.

Para ello observemos el ejercicio que considera los datos de la Tabla 1, son cifras supuestas para dos intervalos seguidos de producción, $t_0 - t_1$, considero los precios a valores constantes (conocidos también como precios reales); el ejercicio calcula la magnitud de la PTF y el índice de crecimiento entre esos intervalos:

- a) Siguiendo una base de costo de los insumos en donde se suman estos escalarmente, calculo el índice de crecimiento, el resultado arroja la cifra 1.781 (fila 11, columna 5); a continuación, se efectúa el mismo cálculo utilizando la regla de índices de cantidades, el resultado es la misma cifra 1.781.
- b) Se realiza el mismo ejercicio, pero ahora aplicando la metodología vectorial, el resultado arroja la cifra de 1.579 (fila 14,); en la fila 15 se calcula el índice aplicando la relación de índices, y obtenemos el mismo valor 1.579

Los resultados por los dos métodos arrojan cifras diferentes, y en este punto podríamos inclinarnos en primera instancia por considerar el valor que arroja la suma escalar cómo el método correcto, de hecho, esa forma corresponde al método denominado PTF de costos.

Tabla 1: Ejercicio comparativo: PTF suma escalar vs. suma vectorial

	(2)	T ₀ (3)	T ₁ (4)	Índice (5)
1	Q	10	15	1.5
2	p	1	1	
3	Y	10	15	
4	L	5	2	
5	w	1	1	
6	L\$	5	2	0.4
7	K\$ (acervo)	100	100	1.0
8	i	0.14	0.14	
9	K\$	14	14	
10	K\$+L\$	19	16	
11	PTF (Costo)	0.526	0.937	1.781
12	PTF (índice de costo)			1.781
13	Ic	14.87	14.14	0.95
14	PTF (vector)	0.672	1.061	1.579
15	PTF (índice vector)			1.579

Ic: Modulo del insumo combinado, sufijo \$ implica unidad monetaria

Fuente: elaboración propia

La situación cambia cuando se desea obtener el índice de la PTF en función del crecimiento de los factores, la ecuación a que se acude es la llamada contabilidad del crecimiento: $z = g - (\alpha * l + \beta * k)$, donde α y β son las respectivas fracciones de participación de los factores insumo en el insumo total.

Sin embargo, observe que bajo esa metodología la tasa de crecimiento de la PTF (z) será:

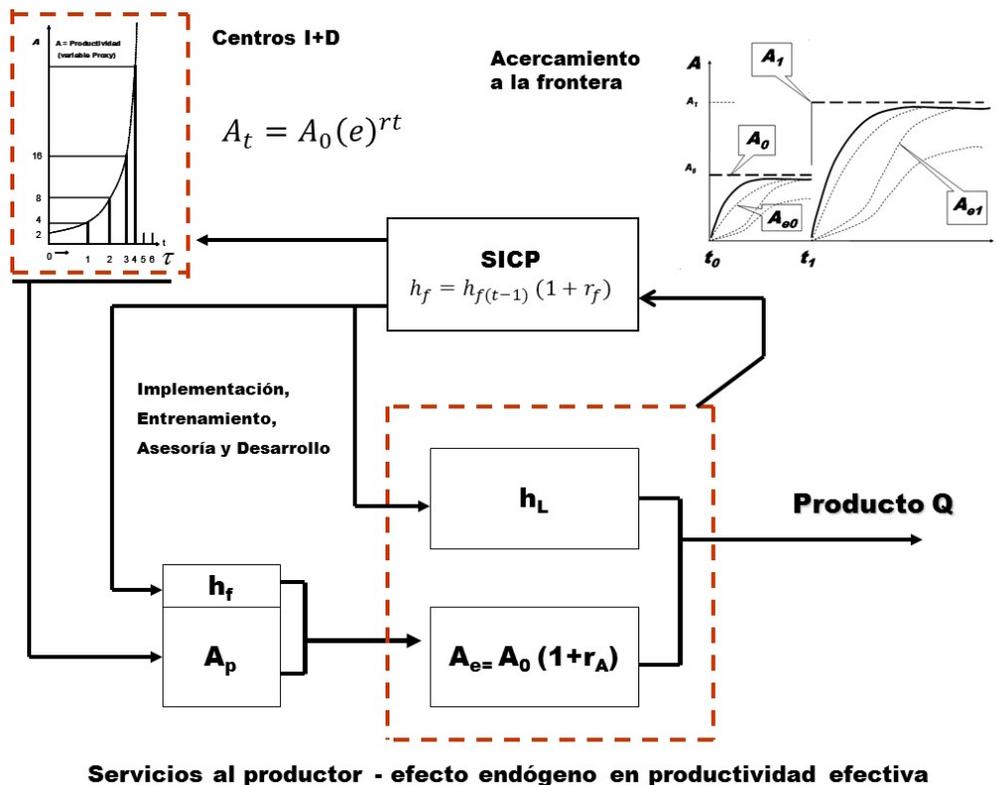
$$z = (0.5 - (\alpha * -0.6 + \beta * 0)) = 0.658 \text{ o } 0.575$$

dado que hay dos valores para α ; la cuestión es que esto arroja índices diferentes: 1.658 y 1.575, el segundo valor se acerca al que se obtiene con el método vectorial.

4.0 Determinantes del crecimiento de la productividad

4.1 Inversión en equipo de producción de nueva tecnología e Intervención de SICP

Conforme el esquema idealizado del proceso de implementación de tecnología (incorporada y no incorporada, exógena y endógena), en los esquemas de las figuras 6 a 9, y 24, 25, el valor efectivo de la productividad que se considere (PT, PTF) es función de los parámetros: cantidad de trabajo humano (L), cantidad de capital (K), el nivel del capital humano (K_h), la tecnología incorporada total y el nivel de eficiencia; éste último depende de la productividad operacional o efectiva que determinan el nivel de calidad, el nivel de especialización, el nivel de conocimiento, la actitud del personal operario, y el nivel de organización (Gerenciamiento y Control de la producción).



Servicios al productor - efecto endógeno en productividad efectiva

Figura 24

Notación: h_L : capital humano de la fuerza de trabajo; h_f : capital humano de los trabajadores SICP; A_p : Nueva tecnología disponible; A_e : Productividad efectiva

Fuente: Elaboración propia

El crecimiento de la productividad está determinado por la innovación y progreso observada en el cambio tecnológico y en la creación de nuevos productos y sistemas; estos últimos elementos, la innovación y el cambio tecnológico son a su vez una función de la inversión de capital en nueva tecnología y de la intervención de los servicios del conocimiento al productor SICP, lo cual se expresa como:

$$z = f(L_{Lb}, \delta K_{ep}) \quad \dots (46)$$

Donde L_{Lb} representa para la temporalidad considerada el trabajo de servicios del conocimiento y δK_{ep} el monto de capital invertido en equipo de producción, automatización, organización e informática (tecnología incorporada y no incorporada).

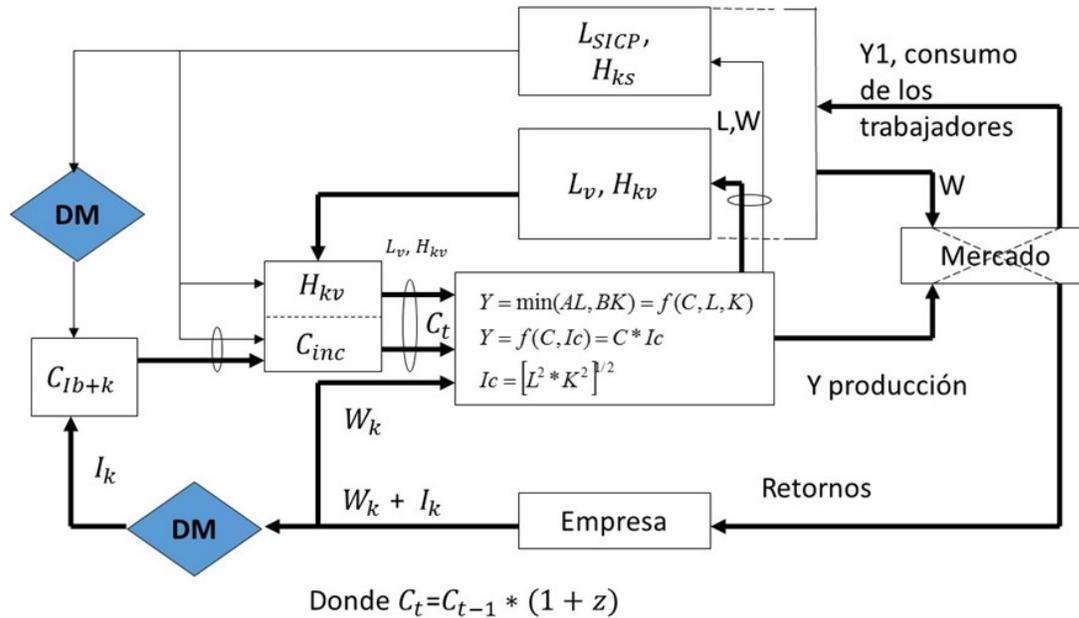


Figura 25: Los determinantes de cambio del factor tecnológico en el establecimiento

Notación en la figura 14: Y: producción; A: productividad del trabajo; B: productividad del capital; C: PTF; L: trabajo total; L_v : trabajo variable o de cuello azul; L_{SICP} : trabajo SICP; H_{kv} : capital humano del trabajo variable; H_{ks} : capital humano de los trabajadores SICP; W: masa total de salarios; W_k : capital de trabajo (o circulante); I_k : capital de inversión; DM: toma de decisión; C_{Ib+k} : tecnología que se incorpora en nuevos bienes; C_{inc} : tecnología incorporada en la planta; C_t : tecnología total (incorporada y no incorporada, operando en la planta).

Fuente: Elaboración propia

4.2 El factor utilización de la planta afecta a la productividad

Finalmente, aplicando el enfoque postkeynesiano de función de utilización, la productividad total del aparato productivo se ve afectada por el nivel de utilización (grado de utilización de la planta y por tanto del trabajo fijo), esto se incorpora a nuestro modelo como un impacto de la demanda efectiva que es igualado por el nivel de producción; tal implicación es intuitivamente cierta, ya que la historia nos muestra que la productividad efectiva cae cuando la demanda cae, algo muy notorio en tiempos de crisis.

La ecuación 46 se transforma en la siguiente expresión 47:

$$z = f(L_{Lb}, \delta K_{ep}, \delta Q) \quad \dots (47)$$

Reordenando:

$$z = f([\delta K_{ep}, L_{Lb}], \delta Q) \quad \dots (48)$$

Implica:

$$Y = f([Z, Ic], \varepsilon), \text{ Leontief, forma vectorial, afectada por utilización}$$

Donde Q representa el nivel de producción que iguala a la demanda efectiva y δQ es el incremento neto de producción, valor proxy del incremento de eficiencia de utilización del aparato productivo.

Al analizar la ecuación general a que he llegado podemos tomar cuenta de que la ecuación 47 tiene la forma de la función de producción de Leontief, en la forma: $Y = f(Z, Ic)$, ya que, en esa ecuación δK_{ep} representa el factor tecnológico (para el caso, la intensidad de cambio tecnológico, como una tasa de crecimiento) que se incorpora en el proceso; L_{Lb} como trabajo de los empleados SICP representa el insumo combinado efectivo. La función concebida se afecta por un factor de eficiencia ε dado por δQ como variable proxy de la eficiencia de utilización de la planta.

5.0 Otras metodologías para calcular la PTF y su índice de crecimiento

Antes mencioné que la metodología a que llegamos para calcular la PTF y su índice de crecimiento representa una excelente herramienta para ese propósito, pues viene a resolver los problemas e inconvenientes que presentan metodologías conocidas, por citar algunas: Solow-Cobb-Douglas, o del Residuo, también conocida como Contabilidad del Crecimiento, Kendrick, H. Laos, Malmqvist, Jorgenson basada en el índice Tornqvist, y lo que se considera lo más avanzado, las metodologías Malmqvist y Data Envelopment Analysis (DEA), en tal contexto todo un mundo de opciones, más el investigador se enfrenta al problema de elegir una metodología aplicable.

En México, la institución oficial de Geografía y estadística, INEGI, publicó en agosto de 2014 el primer estudio de Productividad multifactorial KLEMS para la economía mexicana. Para tal propósito, esa oficina aplicó la “contabilidad del crecimiento”, algo realmente desconcertante, pues por un lado ese método presenta varias limitaciones; la principal es que únicamente funciona para el cambio tecnológico neutro, el cual no corresponde a la generalidad sino a la excepción; por otro lado, se puede demostrar la espuriedad que confiere el método al tratar dos variables independientes, de ahí que el error que acarrea manejar 5 insumos sea tremendo. La pregunta que nos hacemos, ¿porque esa oficina eligió tal metodología obsoleta, cuando están disponibles métodos avanzados como Malmqvist y DEA? La respuesta se puede ubicar en dificultad o falta de convencimiento respecto a tales metodologías. Es decir que, no obstante, existen metodologías más desarrolladas, el investigador prefiere echar mano a metodologías obsoletas, pero conocidas, y a pesar de que carecen de precisión se aplican con cierta facilidad, contra la alternativa de factibilidad de mayor exactitud, pero mayor complejidad. En este sentido, la metodología vectorial a que se llega en el presente trabajo, representa una herramienta alternativa simple y exacta cuando se compara con otras metodologías disponibles.

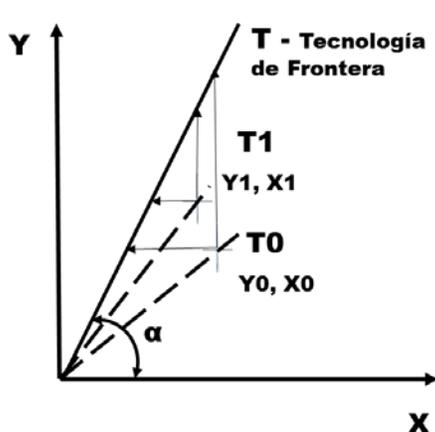


Figura a)-Digrama X-Y-T de Malmquist, Funciones de distancia, Tecnología de Frontera (Verdadera, pero desconocida). Notese que la tecnología puede definirse por el ángulo α , su tanqente es $Z=Y/X$.

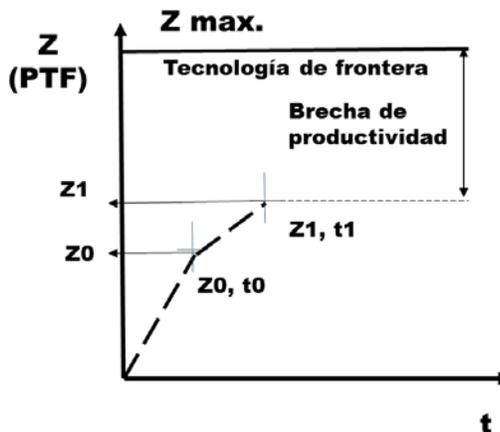


Figura b)-Diagrama Z-t, Metodología Vectorial, Tecnología de Frontera, Brecha, Productividades efectivas en t_0 , t_1 .

Figura 26: Diagramas utilizados en a) Malmquist y DEA, y b) La metodología vectorial, para determinar la eficiencia.

Fuente: Elaboración propia.

Notar que los métodos de frontera para determinar la eficiencia emplean el método de función de distancia de Malmquist en relación a una tecnología de frontera (línea T) o de máxima productividad (referencia).

De facto las metodologías que se consideran avanzadas actualmente surgen ya sea por la necesidad de mejorar la aproximación que proporcionan los métodos apoyados en la función de producción Cobb Douglas o del Residuo; así se pueden citar métodos alternativos econométricos o los métodos determinísticos de Malmqvist y DEA. Los métodos econométricos surgen como respuesta a las restricciones e inconsistencias de medición de los métodos determinísticos tradicionales. DEA va en dirección similar, pero a diferencia de las otras metodologías, tiene su fuente en otra disciplina, la rama de investigación de operaciones, la cual se emplea mayormente en Ingeniería Industrial para resolver en el establecimiento la planificación de procesos de manufactura que presentan diferente productividad o diferente rentabilidad.

En la literatura se localiza varios autores, entre ellos Del Gato, Massimo (2008), Cook, Wade y Seiford, Larry (2008) que abordan las metodologías avanzadas de Malmqvist y DEA, sin embargo, lo que podemos decir es que todas ellas recurren al manejo en dos dimensiones de la relación producción y un insumo que representa al valor de los insumos utilizados en el proceso de producción. Esos enfoques guardan similitud con el enfoque vectorial, respecto al insumo combinado I_c , pero su representación es en dos dimensiones únicamente (con ello se pierde la visualización de insumos de diferente naturaleza como: el trabajo humano versus uso de capital, la productividad del trabajo y la productividad del capital), en contraparte, el esquema vectorial se maneja en tres dimensiones y conserva las características del proceso: empleo, capital, productividad del trabajo, productividad del capital, orientación del cambio técnico y de productividad efectiva, además el método establece la

forma de pasar, ya sea, de la productividad total a la productividad del trabajo, o de la productividad total a la productividad del capital, mediante una simple relación geométrica.

Cuadro 2 Metodologías de cálculo de PTF

	Metodologías Determinísticas	Metodologías Econométricas	
		Paramétricas	Semi – Paramétricas
FRONTERA	DEA (Data Envelopment Analysis) (Micro -Macro) FDH (Free Disposal Hull) (Micro -Macro) Vectorial (Bienes Complementarios - Leontief) (Micro – Macro)	Análisis Estocástico de Frontera (Micro - Macro)	
NO -FRONTERA	Contabilidad del Crecimiento (Macro) Números Índice (Micro – Macro)	Regresiones de Crecimiento (Macro)	Variables - Proxy (Micro)

Fuente: Traducción y modificación propia (incorporada la metodología vectorial) de la figura 1 en el paper: Measuring Productivity, Massimo Del Gato y otros (2008).

Podemos afirmar ahora que el método vectorial, a que aquí llegamos, tiene superioridad en relación a los aspectos citados y otros más de carácter cuantitativo que se debe cumplir en la medición determinística de un índice o parámetro operacional.

Tratando de aclarar lo expuesto, consideremos las relaciones fundamentales que maneja Massimo Del Gato en el mencionado tratado:

Función de producción:

$$Y_{it} = A_{it}F(X_{it}); \text{ (Y) Producción, (A) PTF, F(X) vector de insumos X} \quad \dots (48)$$

El lector puede notar la similitud con la función de producción en la metodología vectorial:

$$Y_{it} = C_{it}F(Ic_{it}); \text{ (Y) Producción, (C) PTF, (Ic) Insumo combinado} \quad \dots (49)$$

Observe que ambas metodologías parten de un fundamento similar, una función de producción Y que depende del factor tecnológico total y de un insumo combinado, sin embargo, cómo se ha mencionado antes, el desarrollo vectorial a que llegamos en el estudio posee ventaja en cuanto a precisión y simplicidad.

El cuadro 2, es un esquema de las metodologías exploradas en el paper “Measuring Productivity “por Massimo Del Gato y otros (2008), en el mismo esquema e insertado nuestro método vectorial.

5.1 Comparación metodología vectorial contra metodologías Malmqvist - DEA

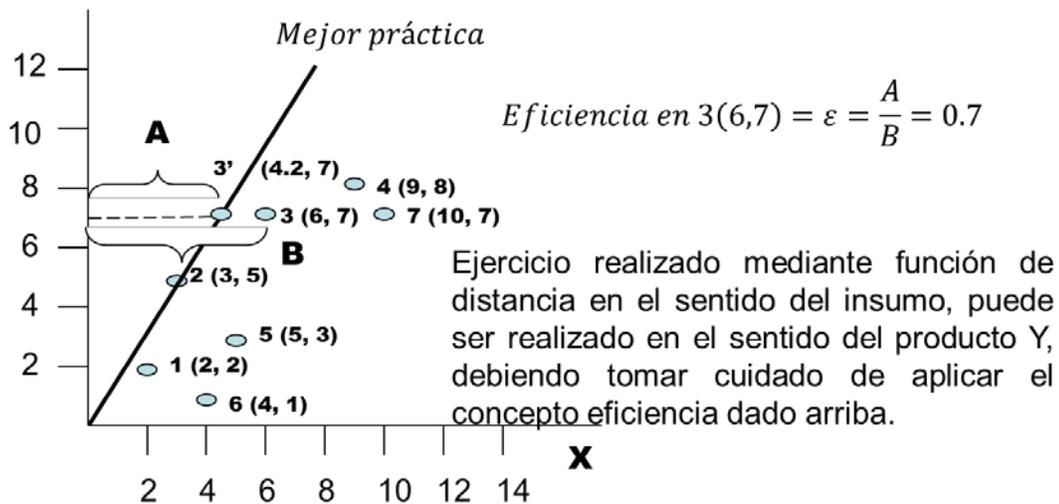
En esta sección nos ocuparemos, mediante casos supuestos tomados de “Cook, Wade y Seiford, Larry, 2008; “Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on”, European Journal of Operational Research, 192, (2009) 1-17, pág. 3, de ilustrar las características esenciales de las metodologías: Malmquist-DEA, y Vectorial, enfatizando en las ventajas que ofrece éste último.

Otro asunto que estas metodologías abordan, aunque de manera bastante diferente, es la determinación de eficiencia, las figuras 26 a 31, ilustran al respecto.

5.1.1 Medición de eficiencia: Malmqvist-DEA, un producto, un insumo

La figura 27 muestra un ejemplo en que se determina la eficiencia de un caso mediante la metodología Malmqvist-DEA, ahí la medición de eficiencia para el caso del punto coordinado 3 (6, 7) se realiza relacionando funciones de distancia orientadas al insumo, la magnitud de eficiencia la determina el cociente $\varepsilon = \frac{A}{B}$, ese valor representa la medida en que el proceso logra acercarse al valor de mejor práctica o de frontera.

En el esquema B representa la magnitud de la función de distancia (abscisa) correspondiente al punto coordinado del caso que se mide (3 en el ejemplo), A representa la magnitud de la función de distancia (abscisa) del punto que intersecta la recta de mejor práctica (o la de frontera) al mismo nivel del valor de producto (ordena) del caso que se mide (3' en el ejemplo), corresponde a la productividad de referencia (de frontera o la de mejor práctica), el cociente arroja 0.7 como valor de eficiencia para el caso del punto 3 del ejercicio. La misma cifra se obtiene si el ejercicio se realiza mediante magnitudes de funciones de distancia orientadas al producto.



Malmqvist, DEA, eficiencia, un insumo, un producto, retornos constantes

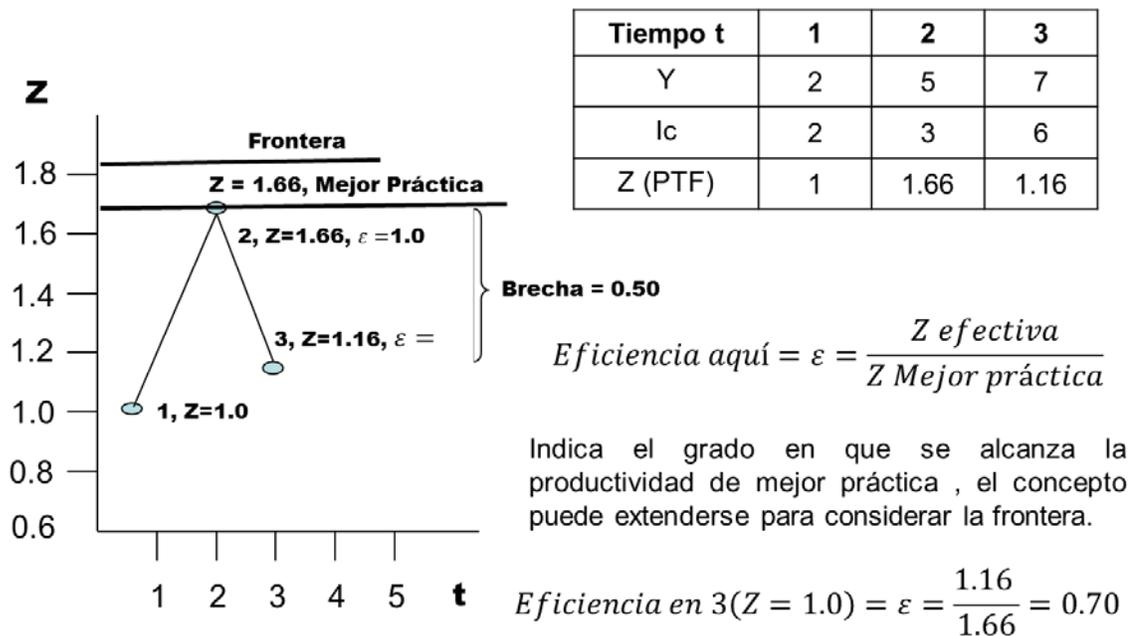
Fuente: Modificación propia, del esquema de Cook y Seiford, fig. 1, Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on

Figura 27

5.1.2 Medición de eficiencia: Vectorial, un producto, un insumo

La metodología vectorial emplea un diagrama productividades (el concepto de interés: Z_L, Z_K, Z) contra el tiempo, esto es, las productividades referidas al tiempo o simplemente a casos diferentes e independientes del tiempo. Aquí para determinar la eficiencia en los estadios de una trayectoria de producción en función del tiempo, o para comparar diferentes economías, se procede a determinar la magnitud de la productividad en los puntos de interés (casos) y las productividades de mejor práctica y de frontera (referencias). La brecha de productividad entre el caso que se mide y la productividad de referencia determina una eficiencia, e indica en qué medida el valor efectivo se acerca al valor factible o de referencia; ese valor se determina mediante el cociente de dos productividades del caso que se mide: la productividad efectiva dividida por la productividad de referencia.

La figura 28 ilustra la aplicación de la metodología vectorial para calcular la eficiencia de los tres primeros puntos de la tabla del caso anterior. Aquí, a similitud de la ilustración en la figura 26, la productividad de mejor práctica se considera a la del punto 2, que corresponde a la mayor productividad de los casos del ejercicio.



El método vectorial, PTF, eficiencia, insumo combinado, un producto

Fuente: Elaboración propia

Figura 28

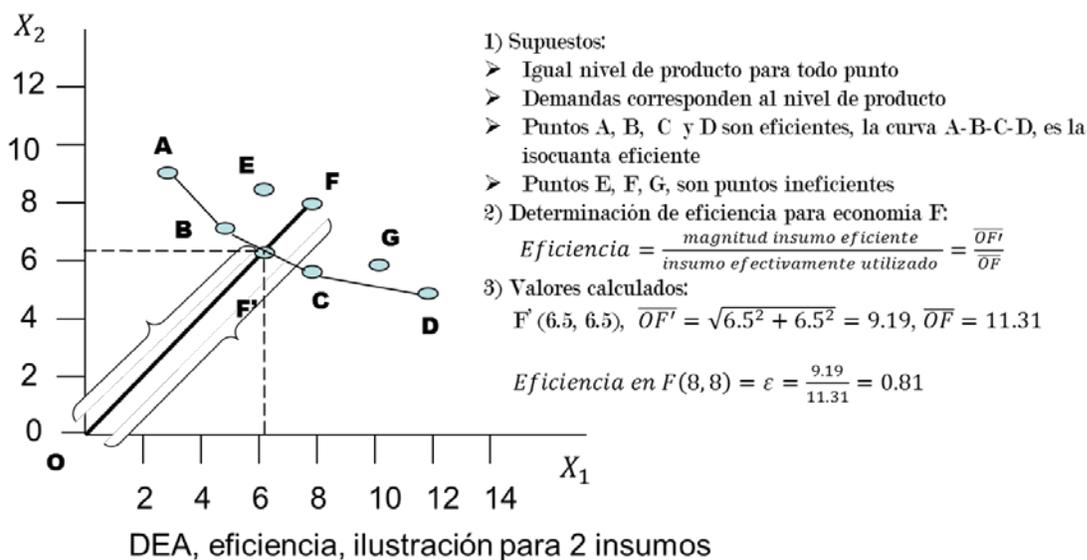
El lector puede apreciar en estos ejemplos las ventajas que va definiendo el método vectorial versus la metodología Malmquist-DEA.

5.1.3 Medición de eficiencia: DEA, un producto, dos insumos

Veamos ahora como aborda DEA la medición de eficiencia para el caso de dos insumos y un producto, para ello nos referiremos a la ilustración de ese caso en la figura 29.

El esquema parte de una tabla de valores de 7 casos supuestos de igual nivel de producto, que pudiera ser, por ejemplo, el unitario, los pares de valores X_1 y X_2 , corresponden al insumo. Los casos son representados por puntos en un plano coordenado, la clave aquí es localizar una curva cuya forma sigue a la función Cobb-Douglas que contenga varios de los puntos del conjunto de valores que supone son eficientes y por tanto representan la referencia contra la que se determina la eficiencia, para el caso los puntos A, B, C, D; en realidad lo que busca el método es apoyarse en una isocuanta apegándose a la idea de la función de producción neoclásica, por otra parte se supone que los casos que se encuentran fuera de la isocuanta eficiente son ineficientes, ello corresponde a los puntos E, F, G.

Caso	A	B	C	D	E	F	G
X_1	3	5	8	12	6	8	10
X_2	9	7	5.5	5	8.5	8	6



Fuente: Modificación propia, esquema de Cook y Seiford, fig. 1, Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. Pág. 3

Figura 29

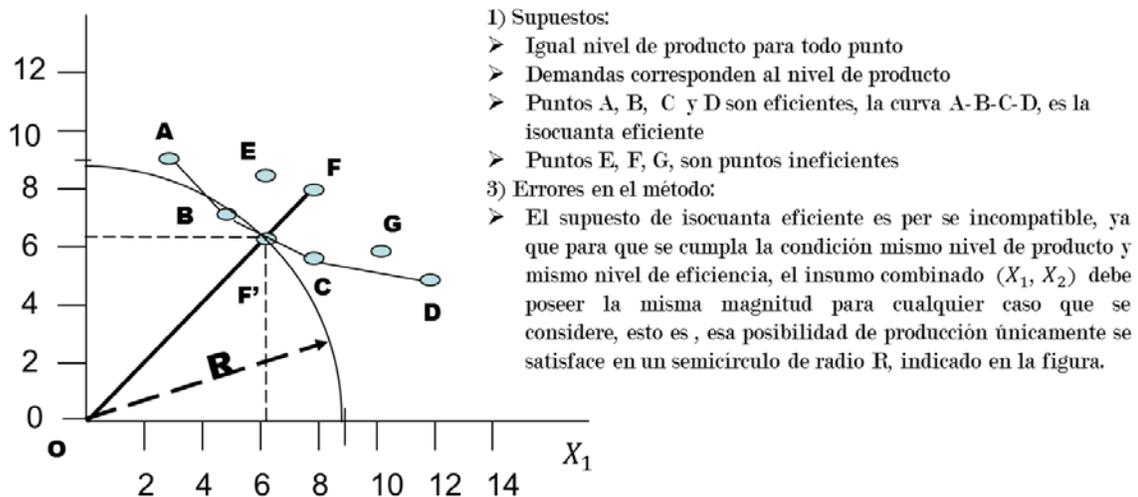
Para ilustrar el método, estimaremos la eficiencia en un solo punto, el “F” por ejemplo, para ello trazaremos la línea \overline{OF} que une el origen con el punto F; recordando lo que antes hemos expuesto, tal línea representa al vector esfuerzo de producción, es decir el insumo combinado Ic para el caso F. La línea \overline{OF} , corta la curva isocuanta A-D en el punto marcado como F’ cuyas coordenadas se calculan como el intersección en el segmento \overline{BC} , esto corresponde a F’ (6.5, 6.5); tal punto corresponde a un caso eficiente situado en la isóclina que determina el cambio de proceso que supone retornos constantes. Dado que F’ y F, se consideran iguales en magnitud de producto, el método supone que la eficiencia se puede determinar relacionando únicamente la magnitud de los insumos, esto es, el

insumo combinado eficiente $\overline{OF'}$ dividido por el insumo combinado efectivo \overline{OF} . Dado que $\overline{OF} > \overline{OF'}$, la relación será menor a uno.

Entonces la eficiencia, para el caso F, la representamos por la expresión:

$$Eficiencia = \frac{\text{magnitud insumo eficiente}}{\text{insumo efectivamente utilizado}} = \frac{\overline{OF'}}{\overline{OF}} = \frac{9.19}{11.31} = 81\%$$

Caso	A	B	C	D	E	F	G
X_1	3	5	8	12	6	8	10
X_2	9	7	5.5	5	8.5	8	6



DEA, eficiencia, ilustración para 2 insumos, incompatibilidad del método

Fuente: Modificación propia, esquema de Cook y Seiford, fig. 1, Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on. Pág. 3

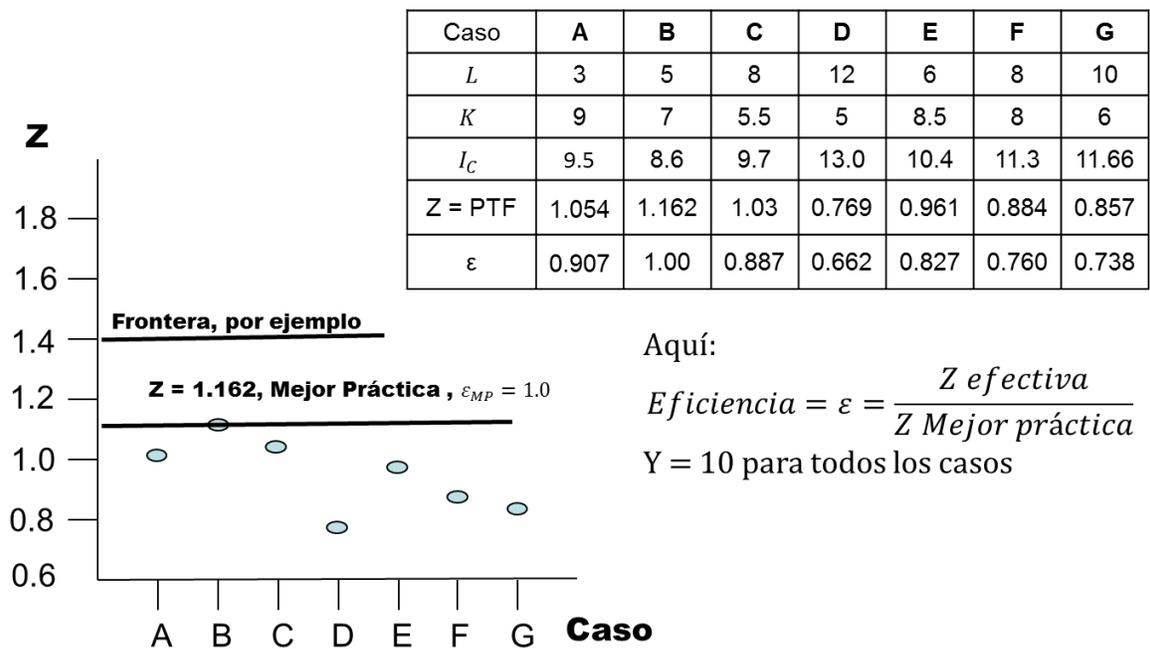
Figura 30

El método adolece de limitaciones e inexactitudes, por ejemplo, el supuesto de isocuanta eficiente es a todas luces incompatible con el esquema de producción, por una parte es de entrada físicamente improbable que una instalación dada opere a productividad constante a lo largo de la gama de combinaciones que se pudieran dar en el proceso de producción, recordemos que por definición la característica tecnológica determina un nivel óptimo o de frontera de productividad, a partir de esa condición lo que se puede esperar es que las condiciones de operación de la instalación se sitúen por debajo de tal frontera; el gap o diferencial mostrado respecto a tal punto de operación determina un nivel de eficiencia, el cual puede ser cuantificado basándose en un criterio técnico o económico. La infinidad de combinaciones físicas y monetarias que pueden presentarse establece una infinidad de posibilidades de condiciones de operación y por tanto de diferentes valores de productividad, de aquí que no sea factible pensar en la existencia de una serie determinada de puntos diferentes con productividad efectiva tales que se ubiquen todos en la frontera de productividad. Por ahora no he

analizado a detalle la posibilidad de presentarse tal esquema, sin embargo, tal situación está fuera del concepto de isocuanta eficiente. Lo anterior se puede apreciar objetivamente al tomar en cuenta la productividad como indicador proxy de desempeño y por tanto de eficiencia, entonces la posibilidad de producción a máxima eficiencia podría ser únicamente representada por un solo punto situado sobre una curva convexa en dirección al origen y definida por un cuadrante de círculo cuyo radio R tiene la magnitud del insumo combinado (tal curva representa las posibilidades de producción), si como supone el método, el punto intersección F' representa la referencia de comparación donde se utiliza el menor insumo combinado para la producción de referencia, entonces todos los casos de la tabla son ineficientes, ello incluye los casos A, B, C, y D, que en el caso ejemplo de la figura 29 Cook y Seiford consideran como eficientes, situación que simplemente no es factible. Toda esta discusión está se presenta esquemáticamente en la figura 30.

5.1.4 Medición de eficiencia: Vectorial, un producto, dos insumos

Para resolver el mismo ejercicio, empleando la metodología vectorial, seguimos secuencia similar a la empleada en el caso vectorial ilustrado en la figura 28, la figura 31 ilustra objetivamente el ejercicio.



El método vectorial, PTF, eficiencia, insumo combinado, un producto

Fuente: Elaboración propia

Figura 31

Tal como se hace en el ejercicio vectorial, se determina el insumo combinado y la magnitud de Z (PTF) para cada caso, lo que permite determinar la Z de mejor práctica que se convierte en referencia para determinar el nivel de eficiencia para cada caso del ejercicio.

El lector podrá ahora constatar la simpleza, precisión y congruencia del método a que aquí llegamos, desde luego la conveniencia de usos como una metodología general aplicable a cualquier esquema de cambio de productividad o tecnología.

La tabla del ejercicio permite calcular en un solo paso, la eficiencia para cada uno de los casos del ejercicio en aras de prescribir un diagnóstico ágil. Es claro que hay diferencia de métodos, aquí para el punto F se determina una eficiencia de 76%, contra el método Malmquist-DEA que arroja 81%, es decir una diferencia algo mayor a 5%, la cual se origina en las incompatibilidades que aun poseen los métodos llamados avanzados o de frontera.

6 Conclusiones del capítulo

El capítulo abunda en los temas de producción, tecnología y productividad, que son claves para formular el modelo para medir el desempeño de los SICP, ello es indispensable para probar las hipótesis de la tesis.

Tiene particular relevancia el análisis de la función de producción de Leontief en tres dimensiones, lo interesante de este enfoque es que permite observar la ubicación de los factores tecnológicos del trabajo, del capital y total, y la relación que guardan estos con los insumos y la producción. Tal esquema conduce a formular aquí la metodología vectorial para calcular la PTF y su índice de crecimiento, se trata de una metodología simple y precisa. Se incluye en la parte final un breve análisis numérico comparativo de las metodologías de medición de frontera versus el método vectorial. Es particularmente interesante el enfoque del proceso de producción insumo-producto enlazado con un sistema complejo formado por circuitos entrelazados retroalimentados, en donde las nuevas tecnologías (inversión) se incorporan mediante la intervención activa de los SICP, lo que da lugar al crecimiento de la productividad del proceso de producción. En el análisis de la productividad se hace énfasis en la forma endógena en que actúan los SICP en el proceso de producción para crecer la productividad efectiva y en el circuito económico, como un todo, para difundir la tecnología. En tal dirección se avanza en la formulación de una función de producción que modela la incorporación del cambio tecnológico, y el crecimiento del capital humano en conocimiento y habilidad de los cuellos azules, elementos que si son acompañados de crecimiento del nivel de producción conducen al crecimiento de la productividad. El modelo formulado se aparta de los tradicionales que tratan de incorporar el crecimiento endógeno dentro de la función de producción, típicamente la Cobb-Douglas; también se aparta de los modelos que metodológicamente tratan de medir la contribución de factores mediante un modelo puramente participativo. El capítulo abunda en definiciones con la finalidad de aclarar el significado de los conceptos que privan alrededor de la producción, la tecnología y la productividad.

CAPÍTULO 3

MODELO TEÓRICO Y ECONÓMICO, ANÁLISIS DE DATOS

Resumen: Con el propósito de demostrar las dos hipótesis de la tesis, en el presente capítulo propiamente se formula el modelo matemático de la función de producción tipo Leontief para calcular el crecimiento de la productividad en función de la intervención de los SICP, de la inversión en capital para la producción basado en nueva tecnología y del nivel de producción respecto a la producción máxima o de frontera. Se formula la especificación econométrica y se corre una regresión OLS en panel empleando la base de datos EUKLEMSy EUROSTAT para el sector de producción manufacturera de los países: Alemania, Francia, España e Inglaterra, para el período que va de 1996 a 2008. Respecto a la economía mexicana, a falta de información se realiza una aplicación (limitada a tres censos) de la metodología vectorial para calcular la PTF y su índice de crecimiento, finalmente se concluye respecto a resultados y hallazgos.

Introducción

Conforme lo expuesto en capítulos anteriores, se puede decir que las causas identificadas por los autores allí citados, relevantemente el impacto del cambio tecnológico en la demanda de empleo⁶⁴ depositado en la ecuación del empleo, explican el crecimiento acelerado de los servicios; en ese sentido es que las conjugo en dos mecanismos que podríamos denominar teoría “empuje – jala” (“*push-pull*”) que explican integralmente el fenómeno de migración del empleo y del crecimiento de los servicios en la economía contemporánea.

Dentro del mecanismo “jala” (“*pull*”) de la teoría expuesta en la sección que describe los servicios, ver apéndice “A”, se encuentra enclavado el campo de actividad SICP, el cual es materia de nuestro estudio en razón al supuesto alto impacto que ofrece esa actividad en la innovación, la difusión de tecnología y el crecimiento de la productividad agregada de las empresas manufactureras.

En el cuadro 1, el cual muestra la clasificación oficial de los servicios en México, he señalado los (SICP) encerrándolos mediante el contorno de línea punteada. Corresponde al objeto de estudio al que me referiré en el curso de la presente sección.

Como he mencionado, existen modelos basados en la participación del empleo de los servicios en el empleo total, con los cuales se intenta medir el impacto de tal actividad en el crecimiento de la productividad agregada. Desafortunadamente tales planteamientos en su resultado no ofrecen una aproximación válida debido a que omiten variables importantes, tales como el crecimiento retroalimentado de capital humano, la difusión de tecnología, la creatividad en innovación y el impacto del cambio tecnológico, y por tanto no logran capturar plenamente los procesos involucrados. Es decir, que tales metodologías no logran capturar el efecto de causalidad en toda su magnitud, por ello sus resultados podrían no guardar congruencia con la realidad, se puede comprender que tales metodologías no conduzcan sino a conclusiones, y políticas, inexactas e incompletas.

⁶⁴ En anterior estudio del autor, Tesis: El impacto del cambio tecnológico en la demanda de empleo, U.N.A.M. FES Acatlán, 2009, se formula la ecuación del empleo $l = \frac{g}{r}$, que se enuncia: el crecimiento del empleo es directamente proporcional al crecimiento de la producción e inversamente proporcional al crecimiento del factor tecnológico (su proxy, la productividad).

En razón a ello es nos hemos dado a la tarea de elaborar un modelo teórico lo más apegado a la realidad y basado en la naturaleza inherente de la ejecución de servicios intensivos en conocimiento al productor (SICP), actividad que reside en la búsqueda permanente del crecimiento de la productividad, el cambio tecnológico y la innovación.

Cuadro 1: Clasificación de los servicios según el usuario directo

Subsector	El objeto de estudio		
	Al productor	Mixtos	Al consumidor
1 Comercio	X		
2 Servicios profesionales, científicos y técnicos	X		
3 Dirección de corporativos y empresas	X		
4 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	X		
5 Transporte, correos y almacenamiento		X	
6 Información en medios masivos		X	
7 Servicios financieros y de seguros		X	
8 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles		X	
9 Servicios de salud y de asistencia social			X
10 Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos, y otros servicios recreativos			X
11 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas		X	
12 Servicios educativos		X	
13 Otros servicios excepto actividades del gobierno		X	
14 Actividades del gobierno- servicios al productor	X		
15 Actividades del gobierno excepto servicios al productor			X

Fuente: Elaboración propia tomando como base la clasificación del INEGI

1 Objetivo del estudio e hipótesis

Del análisis de hechos estilizados y experiencias que se reportan en la parte de Introducción y en el capítulo 1, se desprende la primera hipótesis: *“El desempeño eficaz y eficiente del subsector SICP, contribuye en forma muy importante al crecimiento de la productividad agregada de las empresas del sector primario y de manufactura y, en consecuencia, a la productividad agregada de la economía”*; tal comportamiento ha sido identificado en las economías desarrolladas.

Lo anterior, nos lleva a formular como 2ª hipótesis de la tesis el que: *“en el sector manufacturero mexicano, los SICP (intra-empresa y externos -en outsourcing-), si bien están presentes, no han sido suficientemente desarrollados, y por ello su desempeño pudiera ser marginal y no alcanzar el nivel observado en las economías desarrolladas y otras economías emergentes que si han crecido (como Corea, China, entre otras)”*. Tal situación puede ser en parte, causa del bajo crecimiento de la productividad agregada en el sector que se menciona.

Objetivo general

Del planteamiento anterior: determinar la validez de las dos hipótesis de la tesis, antes enunciadas.

Objetivos específicos

Determinar:

- a) Las características del capital humano en conocimiento y maestría que deben exhibir los trabajadores de éste sector,
- b) la forma en que se desarrolla el empleo de trabajo en el sub-sector SICP,
- c) un modelo teórico que explique el desempeño del sub-sector SICP manufacturero en la productividad agregada de las empresas,
- d) el grado de incorporación y efectividad que tiene el sub-sector SICP Manufacturero en la economía mexicana (grado de implantación en México en relación a los países avanzados) y en su caso las posibles acciones para impulsar su desarrollo con el objetivo primario de mejorar la demanda de empleo y la productividad agregada,
- e) el potencial que puede tener en México el sub-sector Servicios a la Empresa para demandar mayor empleo,
- f) demostrar la validez o invalidez de las hipótesis formuladas.

2 Un modelo simple: Contribución de los SICP en el crecimiento de la PTF del sector manufacturero

En estudios relacionados previos no localicé una metodología aplicable al presente estudio, de ahí la necesidad, como un primer paso, de diseñar un modelo ad-hoc que explique teóricamente como podría impactar el desempeño de los SICP en la productividad agregada. El modelo teórico aplicable determina la metodología a seguir para validar las hipótesis y al modelo mismo contra la evidencia empírica; finalmente permitirá el obtener conclusiones y establecer propuestas, relacionadas con el tema y derivadas del mismo estudio, que pudieran ser tomadas como referencia académica para otros estudios afines y para el establecimiento de políticas de desarrollo.

A partir de un planteamiento a nivel microeconómico descrito en el capítulo 2, relaciono el desempeño de los SICP con las variables fundamentales del proceso de producción en el establecimiento; la definición y explicación de la tecnología, la productividad y el cambio tecnológico son elementos que ligan el esquema micro con el macro, el paso de un ámbito a otro es llano e imperceptible, sin embargo, el tratamiento de la productividad ha sido comúnmente identificado y asociado mayormente al ámbito macro... ello se debe a su ausencia en el análisis microeconómico, por ejemplo en la microeconomía corriente, aunque el tema de “la empresa” se hace formar parte micro lo hace muy brevemente, se da mayor importancia a la forma de las funciones –por ejemplo la convexidad- que al significado mismo del concepto, de tal forma que desde esta plataforma se siembra cierta confusión al estudiante en relación a conceptos de importancia central en el proceso económico. (para mayor referencia, ver el capítulo 2).

En el modelo, los conceptos de cambio tecnológico y crecimiento de productividad toman crucial importancia, por ello y en respuesta al debate que existe en relación a su medición he dedicado un

apartado especial en el capítulo 3 que trata ese asunto. Siguiendo el proceso de investigación, ahora presento el modelo final funcional que se aplica en el análisis econométrico de los datos disponibles.

2.1 Un modelo simple

Siguiendo los fundamentos teóricos de la producción, la productividad y el cambio tecnológico que presento en el capítulo 2, a continuación, expongo el modelo teórico a que llegué para explicar y representar el comportamiento e impacto de los SICP en el crecimiento de la productividad de las empresas. Se trata de un modelo simple realista y aplicable al estudio, que planteo a partir de la función de producción de Leontief en su versión dinámica. Tomo como pauta elementos de productividad del trabajo en el establecimiento de la teoría postkeynesiana de Lavoie para formular una metodología simple -vectorial- para calcular la PTF y su índice de crecimiento; en el curso de la exposición de ese mismo capítulo, explico las razones que me han llevado a desarrollar ese enfoque. En continuación, inspirado por las pautas antes sembradas por los teóricos del enfoque de crecimiento endógeno: Romer, Paul (1986). , Young, Alwin (1993), Aghion y Howitt (1998), aquí desarrollo un modelo de crecimiento basado en la concepción de redes (circuitos) cerradas retroalimentadas, para representar la forma en que se relacionan las principales variables que intervienen en el proceso de producción de un establecimiento a nivel micro (máquina, proceso, línea de producción, establecimiento) enfatizando el papel que juegan los SICP en el crecimiento de la productividad –PTF-, los elementos micro desarrollados se conjugan en esta etapa para plantear una función que representa la relación del índice de crecimiento de la PTF en función de las variables más significativas que determinan el crecimiento de la productividad de un establecimiento, de una manera simple sin perder significado. El análisis del proceso de causalidad es clave en esta fase del desarrollo. Finalmente, el modelo así planteado se transporta al nivel macro aplicando las expresiones para el cálculo de la PTF e índice de crecimiento a datos agregados de la operación del aparato productivo a nivel establecimiento en una primera instancia.

Del lado de las variables independientes y dado que no existe aún metodología para medir con precisión algunas variables como es el caso de la medición del valor efectivo del capital de conocimiento humano, recorro a utilizar variables proxy, cuya validez descansa en el análisis de causalidad. El proceso culmina con la especificación de un modelo econométrico en panel que se aplica para estudiar los datos empíricos agregados para el sector manufacturero de varias economías, los cuales explican y soportan a la tesis central de la investigación y dan paso a la formulación de un conjunto de conclusiones cuya utilidad puede situarse, por una parte, como aporte para la actualización y desarrollo académico en la disciplina de Economía, por otra parte como una herramienta de formulación y toma de decisiones en procesos de análisis y construcción de políticas –en el ámbito público o privado- relacionadas con el desarrollo y control del empleo, la actividad de SICP, el crecimiento de productividad, el crecimiento del conocimiento y maestranza de manufactura, el cambio tecnológico, la difusión de tecnología y la innovación.

2.2 Supuestos del modelo

Los supuestos y fundamentos para la construcción del modelo descansan en el contenido del Capítulo 2: Producción, Tecnología, Productividad; a continuación, aquí varios aspectos relevantes.

- I. **Establecimiento simple de producción:** Conforme lo establecido en el capítulo 2, considero la relación de complementariedad fija en el corto plazo entre los factores insumo y el factor tecnológico (Marx, Leontief, Harrod y Domar), esto es, la función de producción: $Y = \min(AL, BK)$, pero exhibiendo cambios de las proporciones de complementariedad y del factor tecnológico en el tiempo, con ello una función (dinámica) que puede presentar rendimientos a escala crecientes, constantes o decrecientes en el transcurso del tiempo.
- II. El esquema de la figura 1 es una concepción gráfica del proceso económico, el esquema es una representación simplificada (sin dinero y sin gobierno), ubica centralmente el bloque que representa el proceso de producción y su función de producción (bienes complementarios de Leontief), se muestran allí los factores insumo-producto del proceso. Tal esquema es de utilidad para lograr una concepción gráfica y objetiva del sistema económico que concibo para la formulación del modelo.

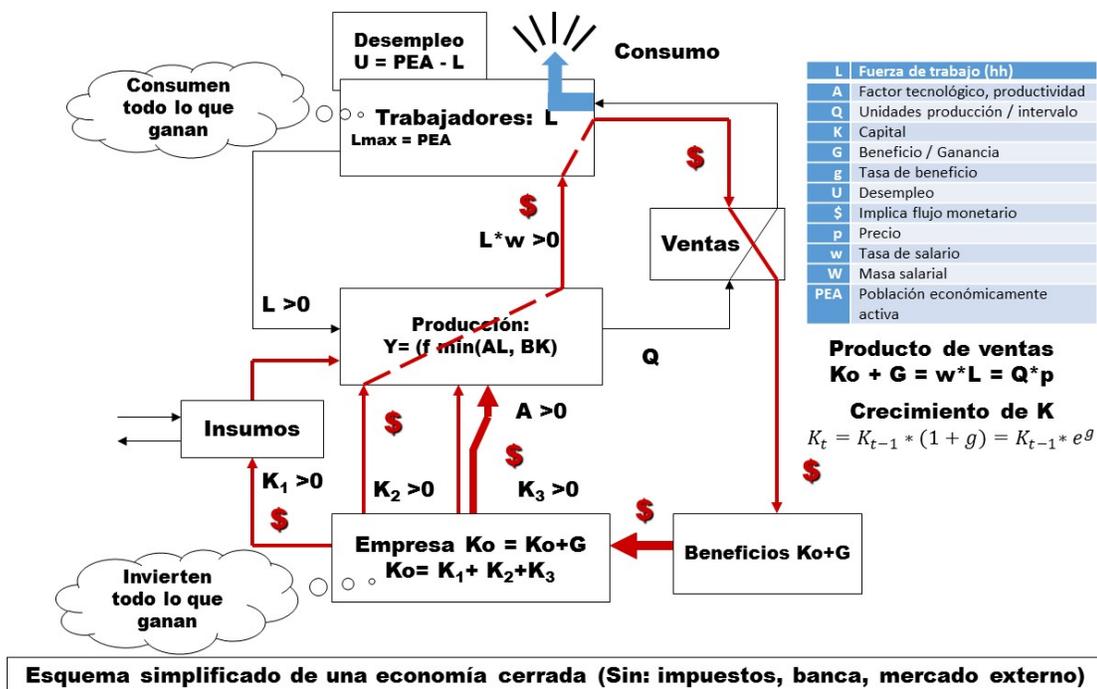


Figura 1

Fuente: Elaboración propia en "Tesis de Maestría: El Impacto del Cambio Tecnológico en la demanda de Empleo, UNAM, FES Acatlán, 2009"

- III. **Cambio de productividad de frontera y efectiva:** Se reconoce la factibilidad cambio de productividad, en el mediano y largo plazo, mediante el cambio tecnológico incorporado y el cambio tecnológico operacional (no incorporado).

Es claro que bajo un esquema de cambio en el tiempo de los coeficientes técnicos (A y B) la función de producción de Leontief se transforma en una función dependiente del tiempo y del cambio de los factores técnicos A y B, lo que implica la exhibición de rendimientos crecientes, constantes o decrecientes.

Tal hecho ha sido reconocido por Solow, R. (1994), un apreciado exponente de la teoría neoclásica del crecimiento, en su trabajo "Perspectives in Growth Theory", The Journal of Economic Perspectives, Vol.8-1, pp 45-54, él allí manifiesta haber incurrido en inexactitud en su modelo de crecimiento, y declara que las teorías que pueden acercarse a una concepción real de la función de producción y una nueva teoría del crecimiento, corresponden en primer término a las inspiradas en Harrod-Domar.

- IV. **Dos grupos de trabajo en el establecimiento**, Conforme fundamentos de la teoría de la demanda empleo y demanda efectiva de producción de la economía heterodoxa, Lavoie, Marc (2007), (ver Capítulo 2, figura 15 - a, b, c), se considera dos grupos de trabajadores en el establecimiento:
- a) **Empleados de Cuello Azul**: Operadores del aparato productivo
 - b) **Empleados de Cuello Blanco**: Trabajos generales, el control y planificación de la producción.
- V. **Rol de los Servicios al Productor**: Una porción de empleados de Cuello Blanco (SICP), ubicados dentro o fuera de la estructura de la empresa, figuras 2, 3, 4. tienen la tarea de asegurar: a) el crecimiento de la productividad efectiva y el crecimiento de la eficiencia operacional, b) así como también promover el salto de la productividad de frontera, c) una vez tomada la decisión de invertir en nueva tecnología su rol se expande para ejecutar y/o asegurar la implementación y el éxito funcional del proyecto de inversión.
- VI. **El crecimiento de la productividad efectiva un producto del trabajo de los empleados de cuello blanco**: Una parte del grupo de empleados de cuello blanco (L_s en la figura 2) tiene a su cargo el mejoramiento de la productividad y eficiencia operacional (efectiva) vía el incremento del capital humano de los operarios (conocimiento y habilidades, mejora personal y de actitudes), identificación y realización de proyectos de innovación y de mejora tecnológica y al implementar el cambio tecnológico incorporado y no incorporado (tecnología operacional), de tal forma que el crecimiento de la productividad efectiva representa el producto del trabajo de ese grupo (ver figuras 2 y 3), Las tareas de ambos grupos en el establecimiento, por ejemplo el manufacturero, se resumen como sigue:
- Empleados de cuello azul: Operación del aparato productivo
 - Empleados de cuello blanco, L_f :
 - Una parte "a" a la planificación y el control de la productividad (referencia estándar)
 - Una parte "b" al crecimiento de la productividad y eficiencia operacional
 - Mejora de la eficiencia y productividad efectiva
 - Generar y desarrollar propuestas de innovación y cambio tecnológico incorporado
 - Implementar el cambio tecnológico, cuando la empresa decide invertir en él

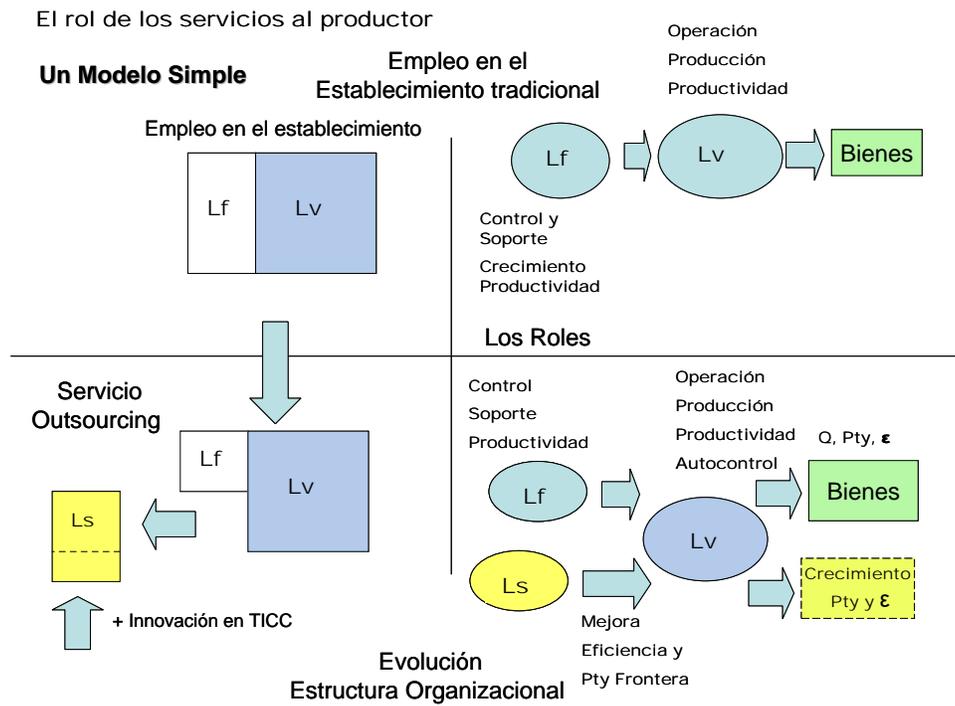


FIGURA 2: PAPEL DE LOS SICP (Ls) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Fuente: Elaboración propia

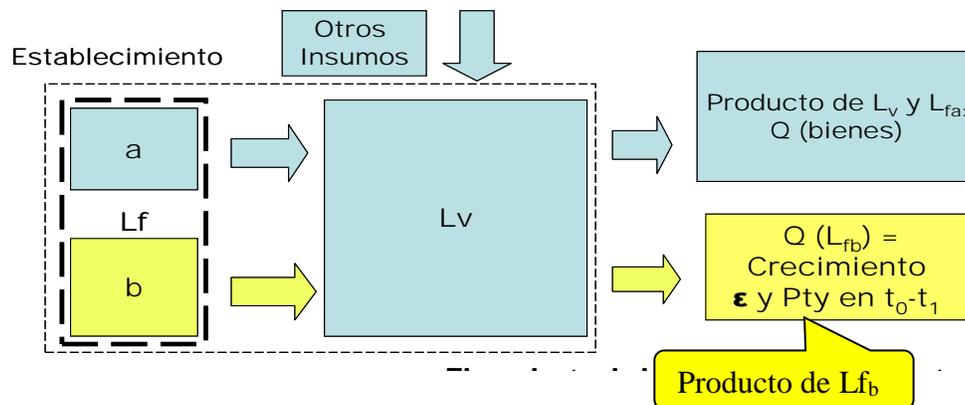


FIGURA 3: EL PRODUCTO DE LOS SERVICIOS IC AL PRODUCTOR

Fuente: Elaboración propia

Conforme lo hasta ahora expuesto, se puede concluir que la función de los SICP es la de asegurar el crecimiento de la PTF, así mismo las consecuentes implicaciones en el crecimiento del nivel de

eficiencia operacional y el salto de la frontera tecnológica (ver figura 4); en tal sentido los logros al respecto representan el producto de su trabajo.

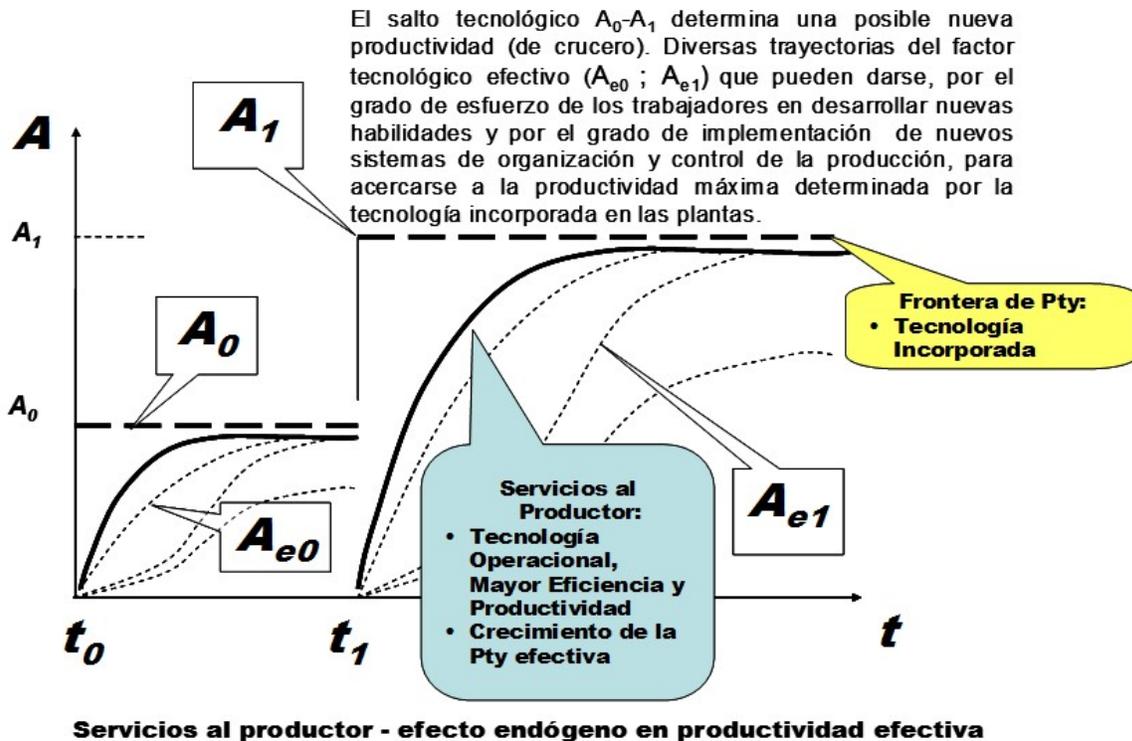


FIGURA 4: Productividad efectiva, eficiencia operacional; salto de la frontera tecnológica.

Fuente: Elaboración propia

2.3 Desarrollo del modelo

Tradicionalmente, en particular los modelos de crecimiento desbalanceado y metodologías basadas en el cálculo econométrico, se ha recurrido al uso de la productividad (parcial) de cada sub-sector ponderada por la participación en el empleo total, para determinar la contribución del respectivo sector al crecimiento de la productividad agregada, ello implica la fórmula tradicional (ver, ecuación 1, figura 5):

$$Pty_t = A_t = \frac{Y_t}{L_t} = \sum_t^n \frac{Y_{it}}{L_{it}} \frac{L_{it}}{L_t} \quad (1)$$

Resulta difícil determinar el valor de la productividad de los trabajadores de cuello blanco en el establecimiento; tal situación es un asunto que hasta ahora no ha sido resuelto, las aproximaciones basadas en la participación en el empleo no pueden sino conducir a error.

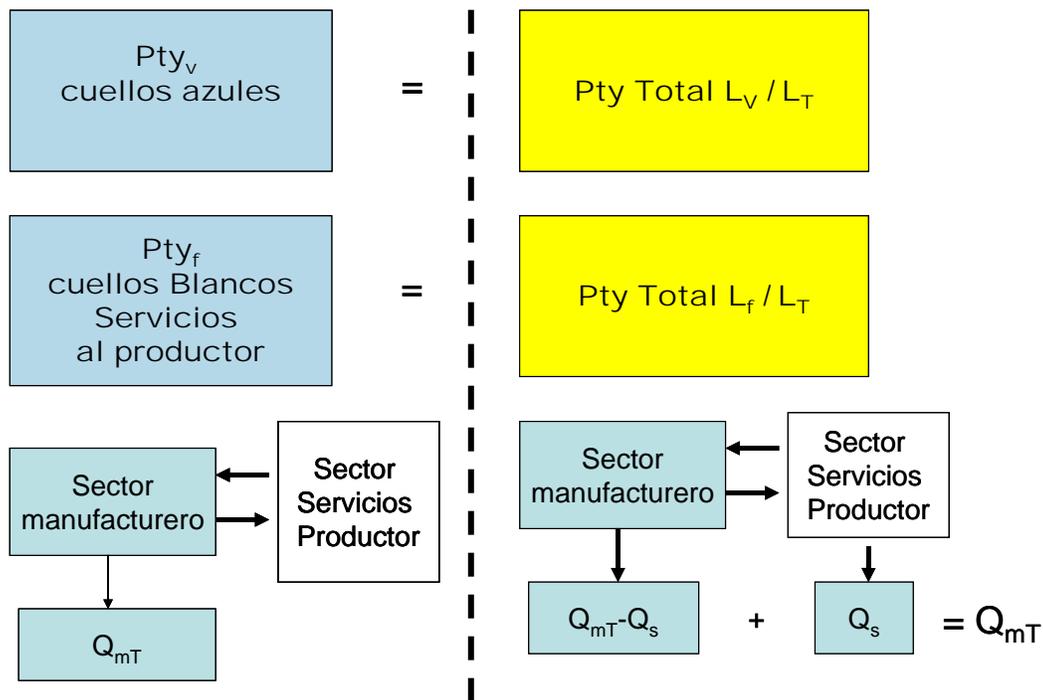


Figura 5: Un producto, dos percepciones: los servicios al productor como un insumo intermedio del proceso, o como la suma de los productos de dos establecimientos.

Fuente: Elaboración propia

Algunos autores, tratando de salvar el problema emplean el cálculo econométrico, por ejemplo, el enfoque de economía Urbana y Regional que utilizan Maroto Sánchez y Cuadrado Roura (2009), en su estudio "Is growth of services an obstacle to productivity growth?" Consiste en un modelo de datos en panel con efectos random el cual tiene la siguiente especificación:

$$\pi_t = \alpha + \beta\pi_{i,t-n} + \gamma\dot{X}_t + \delta X_{i,t-n} + \phi Z_{i,t} + v_i + \varepsilon_{i,t}$$

Dónde: $i = 1, 2, \dots, K$; son los países en la muestra; n = longitud del período considerado; X_t = es el peso del sector servicio en cada país i (del empleo total); π_t = tasa de crecimiento de la productividad del trabajo; Z_i = matriz de variables auxiliares (incluye capital humano, capital de inversión, efecto demográfico y finalmente el grado de apertura comercial); v_i = es el componente de efectos random, y $\varepsilon_{i,t}$ = residuo del modelo.

El lector observará que tal modelo está basado en la participación en el empleo total.

En busca de una solución alternativa, aquí en una primera aproximación se desarrolló un modelo basado en la productividad agregada (ecuación 1), ponderando la productividad total o agregada por la participación respectiva de cuellos blancos y azules en el empleo total (ecuación 2). Sí bien el modelo permitió resolver, en gruesa aproximación, el problema de la productividad parcial, los resultados obtenidos carecían de consistencia y congruencia con la realidad, principalmente en situaciones que involucran el cambio tecnológico ahorrador de trabajo afectando ambos grupos simultáneamente.

$$Pty_t = A_t = \frac{Y_t}{L_t} = \sum_t^n \frac{Y_t}{L_t} \frac{L_{it}}{L_t} \quad (2)$$

Las inconsistencias que arrojan los métodos basado en la agregación ponderada por la participación en el empleo, obligan a repensar el proceso mediante las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la racionalidad que justifica la existencia de los servicios al productor de alto conocimiento y maestría?
- ¿Cómo identificar (y medir) la contribución al crecimiento de la productividad del servicio al productor de alto conocimiento y maestría?
- ¿Cuáles son los mecanismos que determinan el crecimiento de productividad del establecimiento manufacturero?

2.3.1 Crecimiento de productividad efectiva un producto del trabajo de los SICP

Una respuesta para la primera cuestión que se ha planteado en el párrafo anterior, se formula como sigue: Los supuestos del modelo (III, IV, V, VI) y las caracterizaciones mostradas en las figuras 2 a 4, llevan a reafirmar el hecho de que el producto de los cuellos blancos que nos ocupa no puede ser otro sino el crecimiento de la productividad (un concepto que no es simple de comprender y asimilar), y en ese sentido se continuará el desarrollo del modelo. No obstante es conveniente mencionar que la abstracción que se hace en aras de simplificar el presente ejercicio de análisis y síntesis, no significa el que no se reconozca el esfuerzo y la contribución de otros grupos de empleados en el crecimiento de la productividad agregada, sí bien tal situación es real y meritoria, también se debe aceptar el hecho de que el grupo de empleados que tiene asignada la tarea manifiesta de incrementar el nivel de eficiencia operacional y el crecimiento de la productividad es aquella parte del grupo de empleados de cuello blanco quienes realizan los servicios al productor haciendo uso intensivo del conocimiento y maestría; por tanto, los logros en esa dirección son directamente imputables a la gestión de tal grupo de trabajo; en otras palabras, ...es su razón de existir!

La contribución al crecimiento de productividad de otros grupos de trabajo, por ejemplo los empleados de cuello azul (más la otra porción de empleados de cuello blanco que interactúan directamente en la producción), no puede ser sino marginal y eventual, dado que su principal tarea esta específicamente orientada a lograr la meta de producción, la calidad y la productividad de referencia; la cuestión es que cualquier esfuerzo de la colectividad en el sentido de mejorar la

productividad efectiva, es bienvenida y estimulada por la dirección del establecimiento, de tal forma que en la gran mayoría de ellos está presente una fuerte presión, como buena práctica, de aportar a la innovación y al crecimiento de la productividad. No obstante, existe un grupo específico que posee tal tarea como marca esencial de su trabajo, ellos son el grupo de empleados que laboran en los SICP.

Para responder las dos siguientes cuestiones, se requiere del análisis de causa y efecto; tal proceso es el que se realiza en el curso de la exposición que sigue.

2.4 SICP: Impacto del crecimiento endógeno del capital humano en el crecimiento la productividad efectiva.

El ciclo de vida de los SICP presenta una característica propia que impacta muy positivamente en el crecimiento del factor tecnológico y por ende en la productividad efectiva de la planta y su nivel de eficiencia operacional, tal característica consiste en un proceso de retroalimentación natural en el cual el nivel de conocimiento y experiencia (capital humano y nivel de maestría) de los individuos que intervienen en la realización de los servicios al productor, por un lado, contribuyen al crecimiento de la productividad efectiva del establecimiento; a su vez la necesidad que tienen estos individuos de actualizarse y dominar las nuevas tecnologías con las cuales ha de enfrentarse en el establecimiento en cuestión crea y actualiza su conocimiento, es decir que recíprocamente se nutre de la planta y las nuevas tecnologías. El proceso continúa infinito reciclando; como resultado neto de ese proceso la capacidad innovadora y de solución de problemas de estos individuos crece continuamente y se fortalece, y en una proporcional y creciente medida impactan en el crecimiento del factor tecnológico efectivo de los establecimientos en donde intervienen. En otras palabras, son los poseedores de una gran parte del conocimiento de producción (know-how) y activos agentes de la difusión del conocimiento, la tecnología y el cambio tecnológico entre las demás personas que intervienen en el proceso de producción.

Se puede comprender ahora que la actividad de este grupo de trabajadores, principalmente los que se encuentran en el grupo de trabajadores de empresas de servicios externos a la empresa (de outsourcing), sean en gran parte responsables de difundir el conocimiento y el cambio tecnológico dentro del círculo de empresas que utilizan sus servicios.

Es un proceso exógeno – endógeno, donde los agentes involucrados interactúan en un complejo proceso global de circuitos retroalimentados que impactan en el crecimiento de la innovación, de la tecnología y de la productividad efectiva de las empresas:

- Los servicios al productor, basados en conocimiento, tecnología y maestría actualizada
- Los centros de Ciencia y Tecnología
- Los centros de I+D
- La Demanda Efectiva
- La empresa y los determinantes de la inversión
- El establecimiento, el aparato productivo, los trabajadores y el capital humano

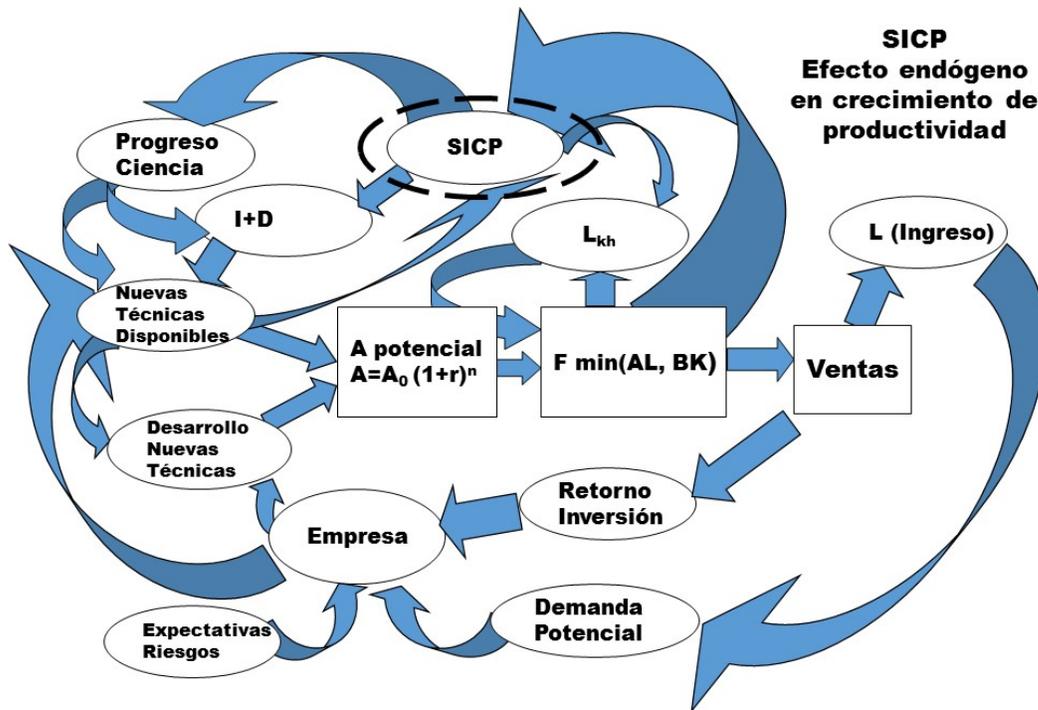


Figura 6 Impacto de la participación de los SICP en el crecimiento del factor tecnológico, como resultado del efecto de retroalimentación exógena - endógena del conocimiento y maestría de los empleados que intervienen en el proceso

Fuente: Elaboración propia

El proceso involucrado se esquematiza en las figuras 6 y 7 que reiteradamente aparece en capítulos anteriores. El esquema de la figura 6 muestra la idealización de las relaciones de retroalimentación que se llegan a establecer en el sistema económico, pensado éste como una red de procesos enlazados como varios circuitos retroalimentados, ahí los bloques de actividad son interconectados mediante líneas flechadas, el extremo sin flecha de cada línea muestra el bloque o nodo que emite retroalimentación hacia el nodo donde apunta el extremo flechado. El esquema aunque reviste cierta complejidad es realmente simple de seguir y asimilar, observese que el bloque que representa el cambio tecnológico a ser incorporado en el aparato productivo es afectado directamente por el desarrollo de nuevas técnicas y las técnicas disponibles, la decisión de la empresa respecto invertir (un switch o pausa de decisión en el proceso, que a su vez depende de otros factores, como la demanda de productos, el riesgo,..etc.), finalmente de la influencia de los SICP y el crecimiento de capital humano de los trabajadores L_{kh} .

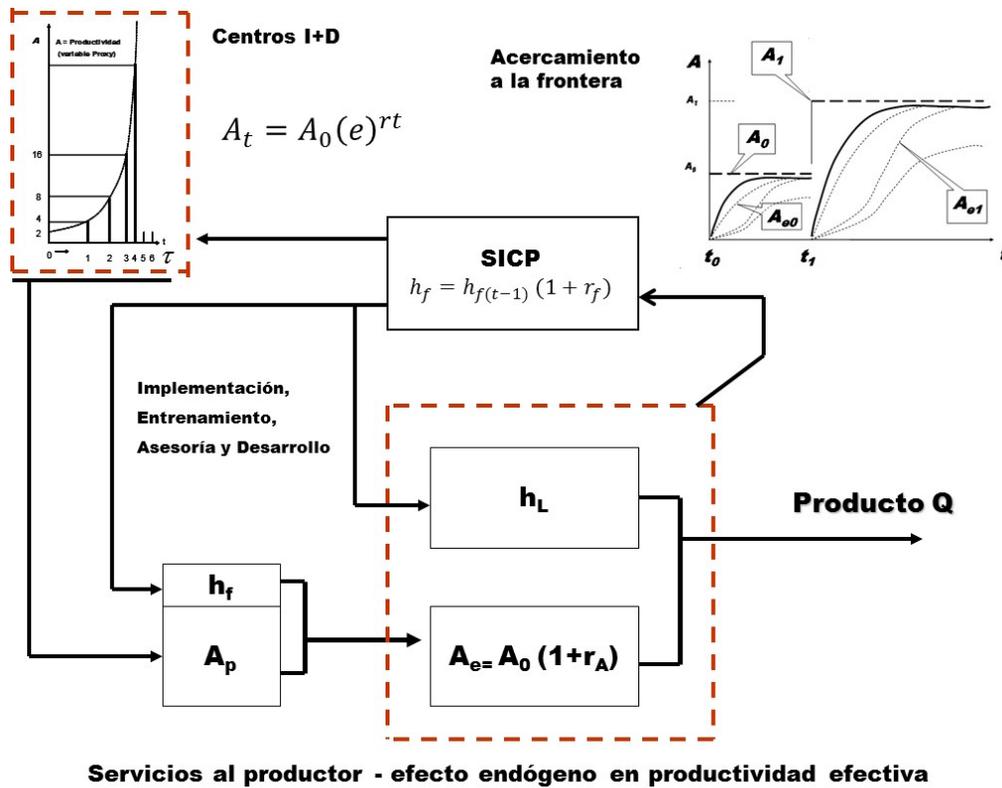


FIGURA 7: El crecimiento del factor tecnológico de la planta como un sistema retroalimentado

Notación: h_L : capital humano de la fuerza de trabajo; h_f : capital humano de los trabajadores SICP; A_p : Nueva tecnología disponible; A_e : Productividad efectiva

Fuente: Elaboración propia

La figura 7 es un esquema más simplificado e intuitivo acercándose al centro del proceso de producción, se enfoca en los elementos que afectan directamente a la productividad efectiva y a la productividad de frontera. En esa figura en la esquina superior derecha se muestra otro esquema más pequeño que ilustra la trayectoria en el tiempo de la productividad efectiva y el nivel de la productividad de frontera del establecimiento; hacia la esquina superior izquierda se ubica otro esquema, éste representa la trayectoria en el tiempo del progreso tecnológico que emana de la I+D, del progreso de Ciencia y Tecnología (instituciones de enseñanza superior) y de la retroalimentación y difusión de tecnología del sector de SICP (abstracción que muestra una trayectoria exponencial suponiendo que el crecimiento crece en el tiempo a una tasa promedio constante). Ambos procesos, endógena y exógenamente, pasan a formar parte integral del proceso de producción e impactan en la productividad efectiva de las empresas. Tal idealización del proceso de producción es de utilidad para construir un modelo que permite explicar la contribución de los SICP en el crecimiento de la productividad del establecimiento, y para, posteriormente, expandir el proceso al desempeño macroeconómico.

2.5 Determinantes del crecimiento de la productividad en la producción

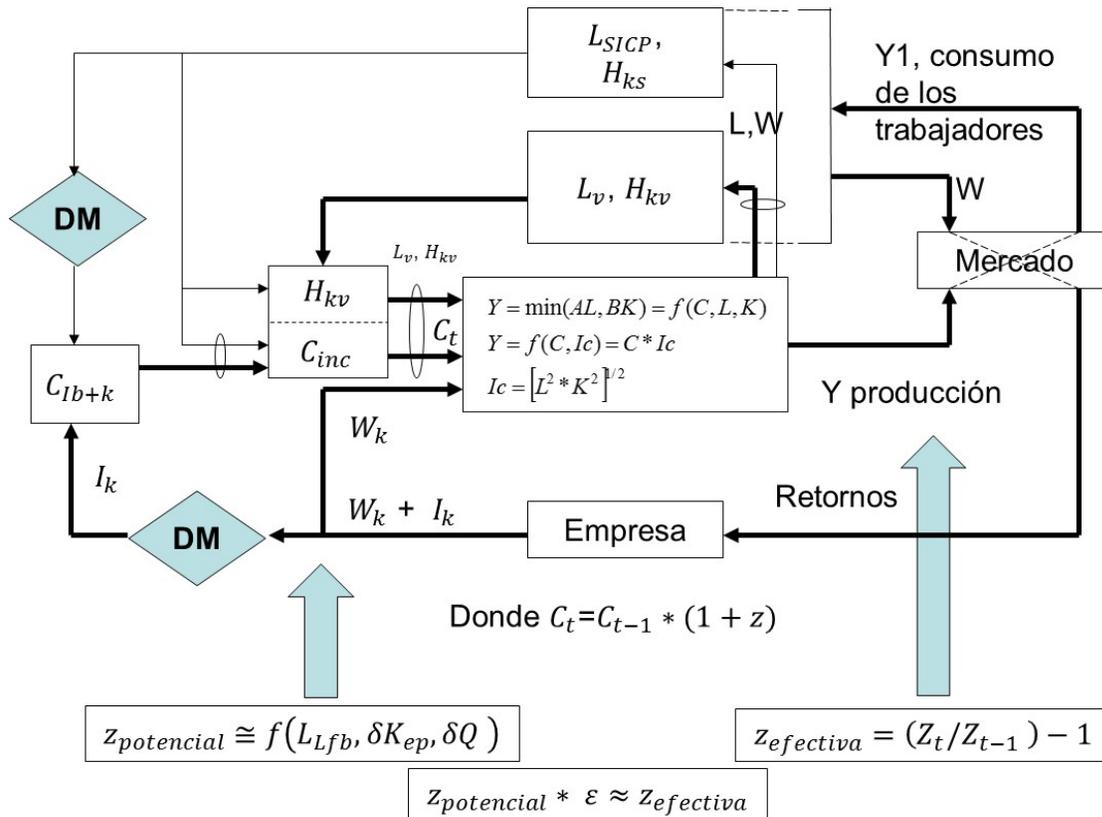


Figura 8: Determinantes del cambio de productividad en el proceso de producción

Notación en la figura 14: Y: producción; A: productividad del trabajo; B: productividad del capital; C: PTF; L, trabajo total; L_v: trabajo variable o de cuello azul; L_{SICP}, trabajo SICP; H_{kv}: capital humano del trabajo variable; H_{ks}: capital humano de los trabajadores SICP; W: masa total de salarios; W_k: capital de trabajo (o circulante); I_k: capital de inversión; DM: toma de decisión; C_{Ib+k}: tecnología que se incorpora en nuevos bienes; C_{inc}: tecnología incorporada en la planta; C_t: tecnología total (incorporada y no incorporada, operando en la planta); “z”: tasa de crecimiento de productividad.

Fuente: Elaboración propia

El esquema idealizado del proceso de implementación de tecnología (incorporada y no incorporada; exógena y endógena) que antes describimos mediante la figura 6 del capítulo 2, se desarrolla y sintetiza en el esquema de la figura 8. Ahí el valor efectivo de la productividad que se considere (PT, PTF) es función de los parámetros: nivel de producción, cantidad de trabajo (empleo), cantidad de capital, nivel del capital humano, la tecnología incorporada y no incorporada (la maquinaria, los sistemas y procedimientos), y el nivel de eficiencia el cual depende de la productividad operacional que determina el nivel de calidad, especialización, conocimiento y actitud del personal operario, el nivel de organización (Gerenciamiento y Control de la producción).

Apoyándonos en la figura 8, tomamos conciencia de que el crecimiento de la productividad está determinado por la innovación presente en el cambio tecnológico y en la creación de nuevos productos y sistemas; estos últimos elementos la innovación y el cambio tecnológico son a su vez una función de la inversión de capital para adquisición e implementación de nueva tecnología y de la intervención de los SICP, esto se expresa como:

$$z \approx f(L_{Lb}, \delta K_{ep}) \quad \dots (3)$$

Donde, z representa la tasa de crecimiento de la productividad, L_{Lb} representa, para la temporalidad considerada, el trabajo de servicios del conocimiento SICP y δK_{ep} el monto de capital invertido en equipo de producción con tecnología de punta, automatización, organización e informática (tecnología incorporada y no incorporada). Ver figuras 7 y 8.

2.6 Impacto del factor utilización de la planta en la productividad

Considerando el enfoque postkeynesiano de función de utilización, la productividad total del aparato productivo se ve afectada por el nivel de utilización (efecto del nivel de utilización del trabajo fijo), esto se incorpora a nuestro modelo como un impacto de la demanda efectiva que es igualado por el nivel de producción; tal implicación es comprensible, ya que la historia nos muestra que la productividad efectiva cae cuando la demanda cae, algo muy notorio en tiempos de crisis; lo anterior es caracterizado en la función de utilización postkeynesiana.

El concepto es factible de aproximación al comparar la producción efectiva contra la producción teórica de frontera, lo cual significa un gap o eficiencia del nivel de producción (representa un diferencial, que podría denominarse diferencial de intensidad de demanda), de tal forma que podemos utilizar la tasa o el índice de crecimiento de producción como un proxy de la eficiencia del nivel de producción, en estos términos la ecuación 3 se transforma en las expresiones (4, 5):

$$z \approx f(L_{Lb}, \delta K_{ep}, \delta Q) \quad \dots (4)$$

Reordenando:

$$z \approx f([\delta K_{ep}, L_{Lb}], \delta Q)$$

En analogía implica una función de producción tipo Leontief -forma vectorial-, afectada por la eficiencia de utilización:

$$Y \approx f([Z, Ic], \varepsilon) \quad \dots (5)$$

Al analizar la ecuación a que he llegado, podemos tomar cuenta de que la ecuación 4 tiene la forma de la función de producción de Leontief, en la forma: $Y = f(Z, Ic)$, ya que, en esa ecuación δK_{ep} representa un proxy del factor tecnológico (para el caso, la intensidad de cambio tecnológico que se incorpora en el proceso); L_{Lb} como trabajo de los empleados SICP representa el insumo combinado efectivo. La función concebida se afecta por un factor de eficiencia ε dado por δQ como variable proxy de la eficiencia de utilización de la planta (ecuación 5).

Para llegar a aplicar la ecuación, representativa del proceso, a que he llegado es necesario hacer algunas adecuaciones; por una parte, no se conoce aún la forma de extraer del capital monetario que se invierte el valor tecnológico contenido por él, la pauta que utilizaremos para lograr una aproximación es la econometría. Otro aspecto son las unidades, en el modelo econométrico que corrimos utilizamos cifras expresadas en índices más que en tasas de crecimiento o de nivel.

2.7 Síntesis del modelo

La figura 8 es una ilustración completa de los procesos involucrados, por un lado, a la izquierda se muestra la función en términos de los determinantes de crecimiento de la productividad en el establecimiento, en donde el crecimiento del capital en equipo de producción representa el proxy del factor tecnológico inherente al equipo de producción que se adquiere y que se desea incorporar a la planta; la intervención de SICP (L_{fb}) representa el elemento insumo combinado, mismo que por una parte funciona en forma similar al trabajo de los cuellos azules en el establecimiento, cuyo papel es el de materializar la incorporación de la nueva tecnología en la planta, por otra parte, es quien se encarga de desarrollar, adiestrar, a los trabajadores para satisfacer el nivel de conocimiento y habilidades que reclama el equipo nuevo equipo poseedor de un nivel mayor de tecnología (salto tecnológico), o en similar dirección para mejorar la eficiencia operacional de la planta existente, es decir los SICP tienen un propósito dual en el proceso de crecimiento de la productividad.

Siguiendo el mismo esquema de la figura 8, en la parte inferior derecha, se muestra la expresión que mide el cambio de productividad efectiva, operación que es factible de realizar aplicando la metodología vectorial desarrollada en el capítulo 2.

En el proceso ilustrado (figura 8), es evidente que cualquier cambio tecnológico en el lado de entrada o insumo al proceso será reflejado en el lado de salida del bloque de producción como un cambio en la productividad efectiva, esto es, como se ha dicho repetidamente con anterioridad, la medición de la productividad es un parámetro o punto de observación proxy del cambio tecnológico, el parámetro que relaciona esos elementos es el factor de eficiencia operacional que se manifiesta como una pérdida de capacidad de productividad. En estos términos se puede escribir:

$$z = (PTF_t / PTF_{t-1}) - 1 \cong f(\delta L_{Lb}, \delta K_{ep}, \delta Q) \quad \dots (6)$$

Que se enuncia: El crecimiento de la productividad total de factores en un establecimiento es directamente proporcional a la función del crecimiento de capital invertido en equipo de nueva tecnología para la producción y de la actividad de los SICP, afectados por la eficiencia de utilización del establecimiento o centro de producción.

Los elementos que ilustra el esquema de la figura 8 y los que conforman las ecuaciones 4 a 6, completan y sintetizan el modelo teórico que representa la forma en que las tres variables: Inversión en nueva tecnología para la producción, los SICP y la eficiencia de utilización de la planta, contribuyen y determinan el crecimiento de la PTF.

Notar que la síntesis a que llegamos es congruente con el esquema de la figura 1 del capítulo 2 con el cual arrancamos y pretendimos ilustrar en forma condensada la teoría en que se fundamenta el modelo de medición.

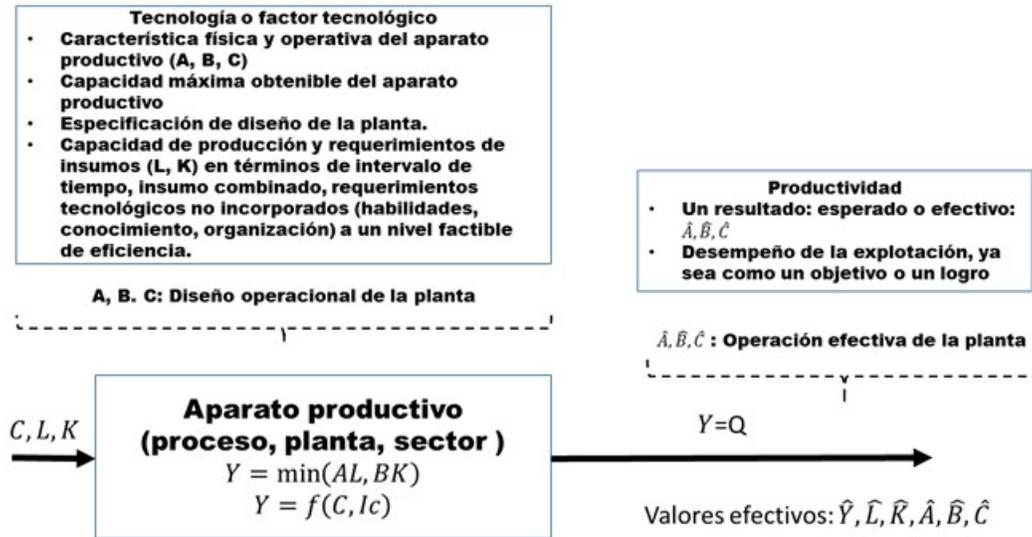


Figura 1: Producción, tecnología, productividad; esquema simplificado

Fuente: Elaboración propia

3 Aplicación del modelo: La especificación econométrica

Siguiendo lo que antes se ha expuesto respecto al modelo teórico, construimos ahora la especificación econométrica.

El planteamiento que se maneja en la tesis se aparta de las fórmulas enclavadas en participación pura, en este camino trata de capturar el impacto del trabajo del personal de cuello Blanco (SICP, interno o externo al establecimiento) en el logro de la mejora operacional que se puede obtener como producto de su actividad como una variable independiente determinante del crecimiento de la PTF (conjuntamente con el crecimiento de: capital humano K_h , la demanda efectiva y, capital fijo de tecnología avanzada para la producción), esto se expresa como:

$$\frac{\Delta Z}{Z} = z$$

Y:

$$z \approx f\left(\frac{\Delta L_{SICP}}{L_{SICP}}\right) \approx f(l_{SICP}) \quad \dots (7)$$

A partir de la proporcionalidad 7, que implica que el crecimiento de la productividad es proporcional al incremento de crecimiento de los SICP, es posible determinar en forma objetiva la contribución que puede atribuirse al sector SICP en el crecimiento de la productividad en términos de valor agregado (Z_{va}) del establecimiento manufacturero, alejándose con ello del tradicional y cuestionable método de participación en el empleo total.

Puesto que logro de cambio tecnológico implica inversión de capital, es menester tomar en cuenta el efecto del crecimiento de capital invertido en maquinaria de producción, ΔK , mediante su tasa de crecimiento k con un rezago en el tiempo (puesto que tratamos con un proceso circular retroalimentado, el evento a su vez implica que en primera instancia los esfuerzos de inversión

realizados en un ciclo se podrían ver reflejados como resultado en el ciclo siguiente de producción), entonces la expresión anterior se modifica como:

$$z \approx f(l_{SICP\ t-1}, k_{t-1}) \quad \dots (8)$$

Finalmente, bajo el supuesto de que la demanda efectiva impacta al valor de la productividad efectiva, ya que un valor de demanda efectiva menor a la oferta potencial tiene un efecto importante en la eficiencia del nivel de producción del establecimiento, hacemos intervenir esta variable como tasa de crecimiento q :

$$z \approx f(l_{SICP\ t-1}, k_{t-1}, q) \quad \dots (9)$$

La ecuación 9 es totalmente congruente con el modelo teórico antes desarrollado (ecuación 6), con ella se especifica el modelo econométrico que se expresa en la ecuación (10).

$$z = \alpha + \beta_1 l_{SICP(t-1)} + \beta_2 k_{t-1} + \beta_3 q_t + \mu \quad \dots (10)$$

Donde, z : tasa de crecimiento de la PTF, $l_{SICP(t-1)}$: tasa de crecimiento de empleo de cuellos blancos SICP, k : tasa de crecimiento de inversión de capital en adquisición de software y hardware de computación e informática y, maquinaria más equipo para la producción.

Inicialmente, al aplicar los datos encontramos la dificultad de que la variable l_{SICP} por sí misma no captura suficientemente su impacto como motor de crecimiento de productividad, lo que se debe a posible omisión de variables; para salvar el problema se acude a una “proxy” de esa variable.

La variable “proxy” para l_{SICP} , la denominamos LR que trata de capturar el efecto de desplazamiento de trabajo en la línea (de cuello blanco y de cuello azul, en la línea de producción) debido al trabajo de los SICP, pues la tesis de la investigación centralmente supone que el trabajo de estos últimos se refleja en un incremento de productividad (cambio tecnológico neutro o ahorrador de trabajo) en el proceso productivo, la consecuencia de éste es una disminución relativa del número de trabajadores en la línea de producción. Los efectos reducción relativa de trabajo en la línea y el cambio tecnológico total debido al incremento de trabajo de los SICP se capturan mediante la variable “proxy” así definida y que ahora se adopta; ésta se mide como la relación que se da entre la masa salarial de los trabajadores de SICP y la de los trabajadores en la línea de producción (estos últimos corresponden al total de trabajadores que intervienen en la línea: de cuello blanco y de cuello azul). Finalmente se incorpora al modelo el valor de la tasa de crecimiento de productividad valor agregado obtenida en el ciclo anterior para capturar el efecto de la retroalimentación de esa variable.

Bajo esas consideraciones, el modelo final econométrico se especifica como (11):

$$z = \alpha + \beta_1 l_{SICP} + \beta_2 LR_{t-1} + \beta_3 k_{t-1} + \beta_4 z_{AVt-1} + \beta_5 q_t + \mu \quad \dots (11)$$

Nótese que esta especificación considera varios términos con rezago, ello se ajusta al principio de retroalimentación de variables en que se basa el modelo teórico desarrollado en la tesis.

Otro aspecto son las unidades, en el modelo econométrico que corremos utilizamos cifras expresadas en índices más que en tasas de crecimiento.

El modelo se aplica para analizar mediante OLS de datos en panel del sector manufacturero.

4 Análisis de datos y aplicación del modelo para varias economías

Disponibilidad de datos que requiere el modelo de medición a que he llegado me lleva a emplear datos de otras economías. En este tenor es que recurrimos al empleo de las bases de datos de productividad EUKLEMS⁶⁵ y EUROSTAT, para intervalos anuales que van de 1996 a 2008, para los sectores manufactureros de los países Alemania, Francia, España e Inglaterra.

La figura 9 muestra que varias economías asociadas a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), muestran tasas crecientes de la PTF, los países que he seleccionado para realizar el ejercicio se encuentran dentro de ellas. Es claro que sería deseable considerar las economías que muestran el mejor desempeño para el período de estudio -1994 a 2011- por ejemplo, Corea o Japón, desafortunadamente, debido a falta de disponibilidad de todos los datos no fue factible hacerlo. Es la razón por la cual me limito al grupo antes mencionado.

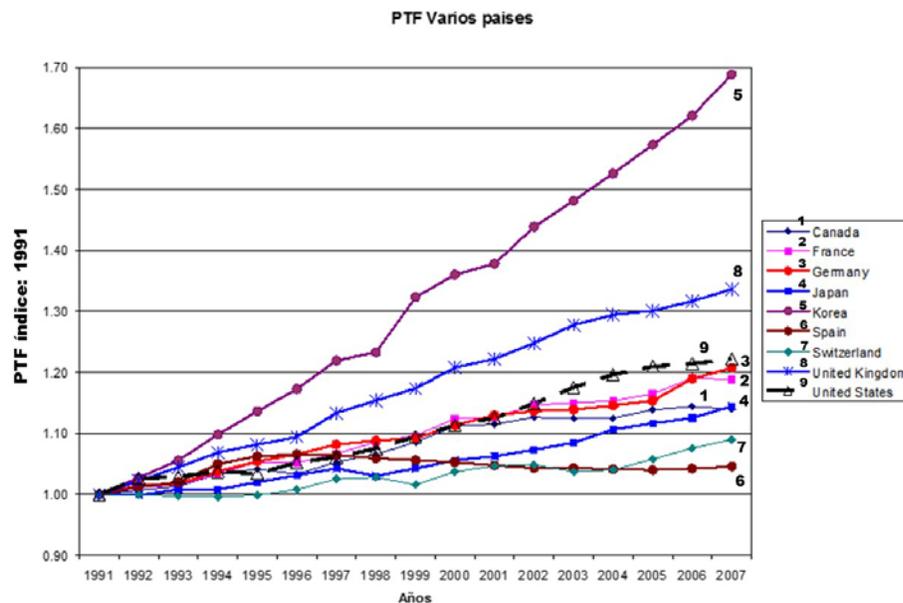


Figura 9: Índice de crecimiento de la PTF en varios países de la OECD

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la OECD ([data extracted on 09 Nov 2012 14:53 UTC \(GMT\) from OECD iLibrary](#))

4.1 Herramienta adicional para el análisis del comportamiento de los parámetros de crecimiento Empleo, Productividad, Producción

La figura a 10, muestra 5 casos del comportamiento típico que se da entre las variables productividad del trabajo, producción y empleo. Los esquemas siguen a la ecuación del empleo: $1 + l = \frac{1+g}{1+r}$, donde l es la tasa de crecimiento del empleo, g es la tasa de crecimiento de la producción, r es la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo. Los esquemas son de utilidad para el análisis y conclusión

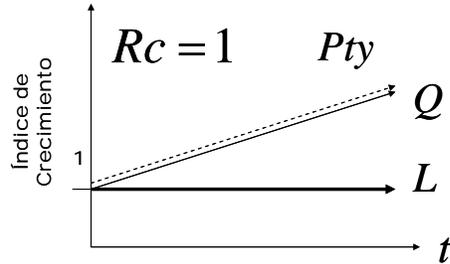
⁶⁵ Timmer, Marcel, et Moergastel, Stuivenwold and, Ypma (2007); EU KLEMS GROWTH AND PRODUCTIVITY ACCOUNTS, Version 1.0, PART 1 Methodology, Groningen Growth and Development Centre); O'Mahony, Mary and Timmer marcel P. (2009); OUTPUT, INPUT AND PRODUCTIVITY MEASURES AT THE INDUSTRY LEVEL: The EU KLEMS DATABASE, The Economic Journal, 119 (June).

respecto del comportamiento de las series de datos del estudio empírico; es la razón por lo que juzgamos pertinente utilizarlo en el presente análisis.

Caso a)

$$(1 + g_t)^t = (1 + r_{At})^t ; R_c = 1$$

La demanda de empleo " L_t " permanece constante; los crecimientos de la producción y del factor de tecnología son iguales.

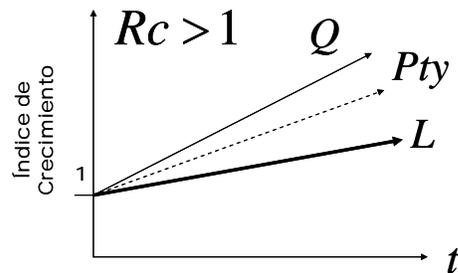


Empleo tecnológico, caso a), empleo estancado

Caso b)

$$(1 + g_t)^t > (1 + r_{At})^t ; R_c > 1$$

La demanda de empleo " L_t " crece en relación directa con R_c que es mayor a 1, el crecimiento de la producción es mayor que el crecimiento del factor de tecnología.



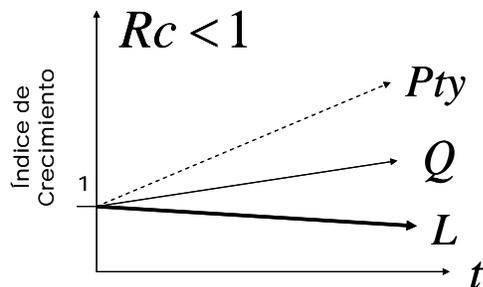
Empleo tecnológico, caso b), empleo crece

Caso c)

$$(1 + g_t)^t < (1 + r_{At})^t ; R_c < 1$$

La demanda de empleo " L_t " disminuye en relación directa con R_c , en este caso menor a 1, el crecimiento del factor de tecnología (productividad laboral) es mayor al crecimiento de la producción.

Corresponde al fenómeno de "destrucción creativa del empleo", también al término desempleo tecnológico, cuando se observa el efecto desde la perspectiva del desempleo.



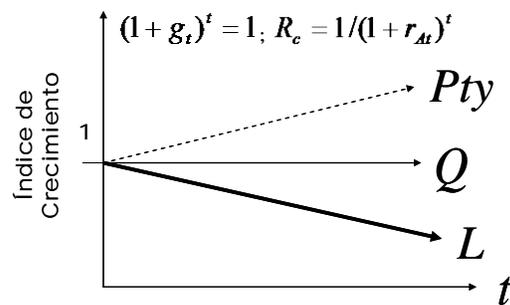
Empleo tecnológico, caso c), destrucción del empleo

Los 2 casos especiales:

Caso d)

$$(1 + g_t)^t = 1; R_c = 1/(1 + r_{At})^t$$

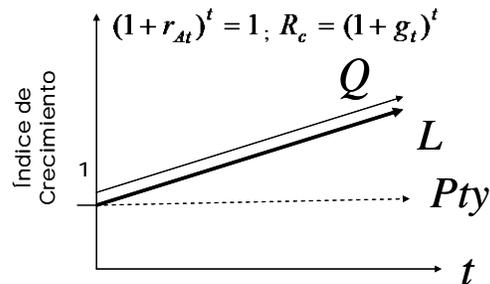
La demanda de empleo "L" crece en relación inversa a la productividad, Pty, Rc es menor a 1; La destrucción creativa del empleo resulta en desempleo tecnológico, cuando la producción se encuentra estancada o en declive.



Empleo tecnológico, caso d), producción estancada, caída de empleo.

Caso e) $(1 + r_{At})^t = 1; R_c = (1 + g_t)^t$

La demanda de empleo "L" crece en relación directa al crecimiento de la producción, conforme lo esperaría la teoría, corresponde a un escenario en que el progreso de la tecnología está estancado, sin crecimiento.



Empleo tecnológico, caso e), productividad estancada

Q: Producción, L: Empleo, Pty: Productividad. Note que el parámetro de desempeño es el factor Rc, $R_c = \frac{1+g}{1+r}$, el criterio de desempeño depende del valor de Rc: ¿menor, mayor que 1?

Figura 10 (letra "a" a la "e"): Tipos característicos de comportamiento de los parámetros de crecimiento Empleo, Productividad, Producción

Fuente: Tesis de Maestría: Marroquín Castillo, Mario (2009), Impacto del Cambio Tecnológico en la Demanda de Empleo (Caso del Sector Automotriz en México, 1989-2008), México, UNAM, División de Posgrado de Economía FES Acatlán.

4.2 Aplicación del modelo econométrico a los datos de los países seleccionados

El resultado de la regresión de datos en panel (con efectos fijos) que sigue la especificación de la ecuación (11), con algunas variantes, que resultan de la heterogeneidad funcional que existe entre los países seleccionados, se muestra en el cuadro 3, posteriormente se hacen los comentarios pertinentes. El cuadro 2 muestra los campos considerados para el sector manufacturero y las literales utilizadas para designar las variables en el paquete para análisis econométrico de EViews.

No obstante que los países seleccionados pertenecen a un grupo económico de la comunidad europea, las variables seleccionadas muestran desempeños heterogéneos, tal situación obliga utilizar variables proxy en diferentes formas para obtener los mejores parámetros del modelo econométrico, así:

La variable proxy de crecimiento de empleo de SICP se representa por los valores de las variable en su forma: WMRG, WMRG(-2), NRG(-1)

Para inversión en equipo para la producción (maquinaria y tecnología de computación e informática) se emplean las formas: IEPRG(-1), KITG(-2) e IQMAQG(-1)

Cuadro 2 Sectores y variables principales

Sectores de Manufactura:	Variables:
1 Alimentos	Zavi = Índice de PTFva (PTF valor agregado, ref1995)
2 Textiles, Calzado	Zavg = Crecimiento anual PTFva
3 Madera	Imaqqi = Inversión maquinaria - Índice 1995
4 Papel	Imaqqg = Crecimiento anual Inversión maquinaria
5 Química	IICTi = Inversión en equipo informatica, computación, comunicación, software-índice base 1995
6 Minerales-No metálicos	IICTg = Crecimiento anual de IICT
7 Metales Básicos	IEPrI = Inv. equip produccion (con IICT) - índice 1995
8 Maquinaria	IEPrg = Crecimiento anual de IEPr
9 Equipo eléctrico - óptico	WMR = Relación Masa Salarios Wch/Bch (salarios cuellos blancos/ salarios cuellos azules)
10 Equipo de Transporte	WMRg = Crecimiento anual WMR
11 Manufactura NEC, Reciclado	LKIBs = Cantidad de empleados Wch (cuellos blancos o SICP)
	NR = Relación entre número de empleados de cuello blanco a cuello azul
	NRG = Crecimiento de la relación entre número de empleados de cuello blanco a cuello azul
	GoqI = Producción bruta-Índice vol. 1995
	Goqg= Crecimiento Producción bruta-Índice vol. 1995

NEC=Natural Environment Control; Los símbolos utilizados para designar variables se han adecuado conforme la notación que requiere el sistema de análisis econométrico por de computación EViews, y difiere de la notación utilizada en el texto de la tesis.

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 3: Valores de los parámetros econométricos, regresión en panel LS con efectos fijos en las secciones transversales. Sector manufacturero de los países: Alemania, España, Francia y UK.

Variable independiente ZVAG

Períodos 10 (1998-2007), Secciones: 11, Total observaciones: 110

		Variables	Alemania	España*	Francia	UK
1		C (p)	0.264 (0.174)	0.404 (0.0261)	-0.064 (0.7689)	0.726 (0.0000)
2	Q	GOQG (p)	0.557 (0.000)	0.046 (0.6632)	0.4895 (0.0000)	-
3	L _{SICP}	WMRG (p)	0.280 (0.0260)	-	0.351 (0.0270)	-
4		WMRG(-2) (p)	-	0.152 (0.0500)	-	-
5		NRG(-1) (p)	-	-	-	0.240 (0.0001)
6	Inversion Equipo Producción	IEPRG(-1) (p)	-0.103 (0.174)	-	-	-
7		KITG(-2) (p)	-	0.383 (0.0000)	0.214 (0.0001)	-
8		IMAQG(-1) (p)	-	-	-	0.027 (0.0634)
9		Efectos	CSFixed	CSFixed	CSFixed	CSFixed
10		R ²	0.351	0.380	0.432	0.236
11		F statistic	3.998	4.013	5.626	2.496
12		Prob (F-st)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0067

* La muestra en el caso España comprende 9 períodos (1999-2007)

Fuente: Elaboración propia, empleando las cifras resultado de la corrida de datos, a que se hace referencia en el texto, en el programa econométrico EViews 7.

4.3 Comentarios del ejercicio

4.3.1 Caso Alemania

La regresión de datos (Cuadro 3) muestra que al mismo tiempo que se confirma la causalidad positiva (WMRG) del empleo de SICP en el crecimiento de la productividad manufacturera, el crecimiento significativo de la inversión en equipo de producción incluido el de informática y comunicación no ha contribuido para ese crecimiento (crecimiento de inversión en maquinaria prácticamente nulo), más bien actúa en su detrimento con un coeficiente negativo (IEPRG(-1)). En contrapartida, el índice de crecimiento de la producción contribuye muy positivamente (coeficiente: 0.556), ello acusa una economía que crece orientada al uso intensivo de sus recursos productivos mediante la mejora de eficiencia operacional e incremento de la demanda efectiva, puesto que el índice de producción supera, ligeramente, al de productividad de los factores presentes en ese momento.

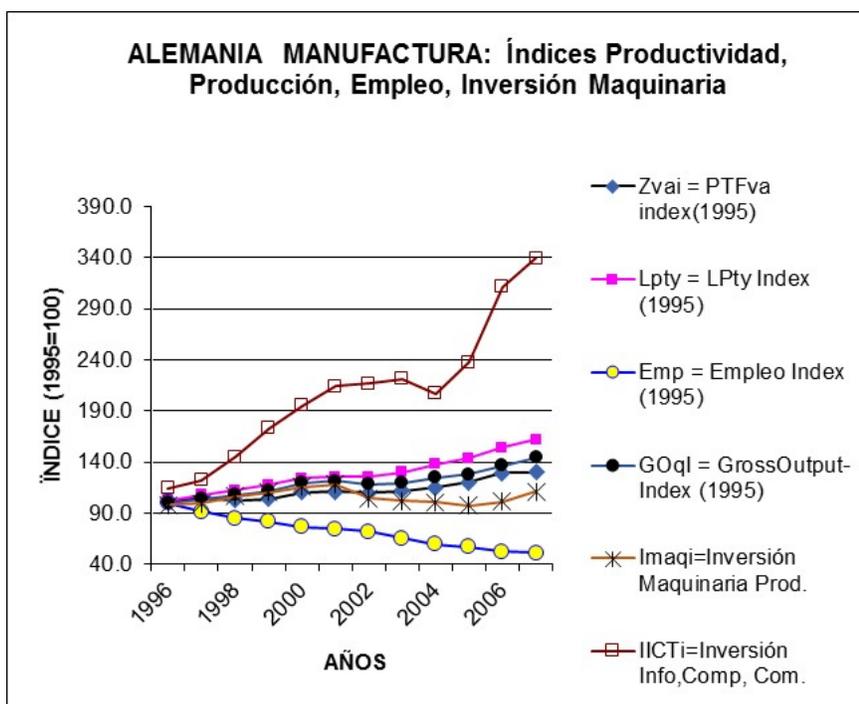


Figura 11

Fuente: Elaboración propia con base a los datos de productividad EUKLEMS-2010

El comportamiento de esta economía (figura 11) se ubica en el caso C de la teoría del crecimiento del empleo a que llegué en mi anterior trabajo titulado "Impacto del cambio tecnológico en la demanda de empleo, 2009"⁶⁶, en donde se postula que la demanda de empleo cambia en relación directa con el factor R_c (índice de crecimiento de producción / índice de crecimiento de la productividad del trabajo) que es menor a 1, con lo cual se consolida el fenómeno denominado "destrucción creativa del empleo"⁶⁷. En esta economía se observa una impresionante caída del empleo total (caída de ~60%

⁶⁶ Tesis de Maestría del autor en 2009, UNAM, FES Acatlán, Programa de posgrado de Economía.

⁶⁷ En la sección 4.5 del presente Capítulo se muestra en esquemas 5 casos de comportamiento característico del crecimiento del empleo como función de los parámetros: crecimiento de producción y crecimiento de productividad.

en 11 años), que responde a un índice de la productividad del trabajo mayor al índice de crecimiento de la producción.

4.3.2 Caso Francia

La figura 12 ilustra las cifras de crecimiento de productividad total de los factores-valor agregado, producto y empleo manufacturero.

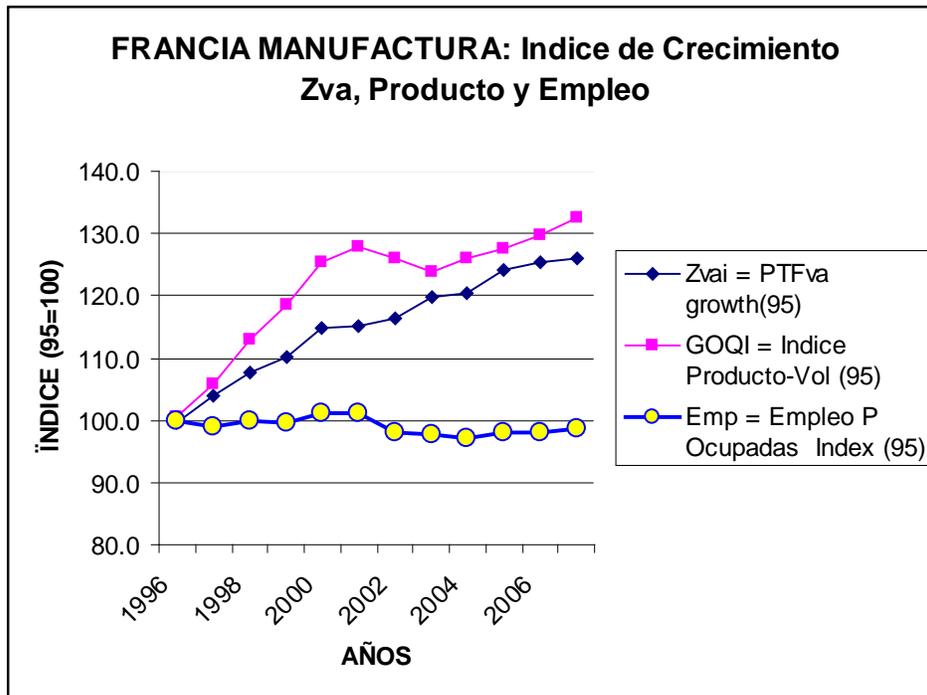


Figura 12

Fuente: Elaboración propia con base a los datos de productividad EUKLEMS-2010

El resultado de la regresión de datos y las tendencias de los parámetros: productividad, empleo, y producción, muestra que esta economía presenta un comportamiento similar a Alemania, una economía orientada a la eficiencia operacional y a la demanda efectiva, tal conclusión se ve apoyada por el valor positivo de los coeficientes WMR (proxy actividad SICP) y KITG (-2) (capital invertido en tecnología de informática y comunicaciones). Por otra parte, la gráfica de tendencias (figura 12) muestra un crecimiento de PTF ligeramente por abajo del crecimiento del producto, casi coinciden, lo que se refleja en estancado crecimiento del empleo con ligera destrucción creativa del empleo en el intervalo de 2002 a 2006. (En el cual el crecimiento de Lpty sobrepasa al índice de producto)

4.3.3 Caso España

La figura 13 ilustra los índices referidos al año 1995 para la productividad total de los factores-valor agregado, producto y empleo manufacturero de esta economía.

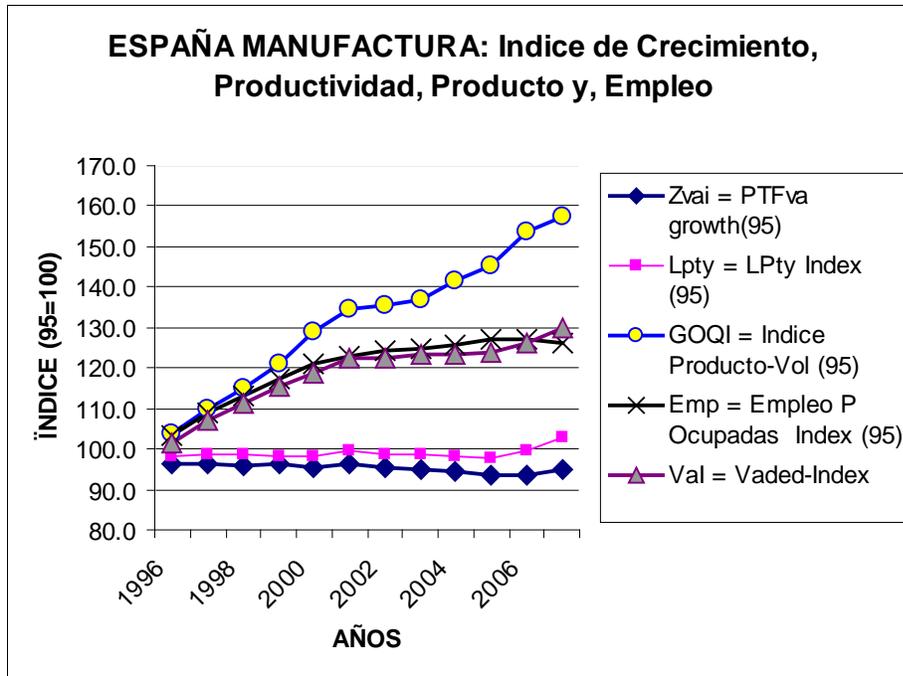


Figura
13

Fuente: Elaboración propia, basada en datos de EUKLEMS- nov. 2012.

La regresión muestra un valor positivo de los coeficientes WMR(-2) (Actividad SICP), KITG(-2) (Inversión en bienes de tecnología informática y comunicaciones) y, GOQG (Crecimiento de la producción), similarmente a los casos anteriores se trata de una economía en el que crece su producción ante un estancado y ligeramente negativo crecimiento de productividad

El comportamiento general se ubica en el caso "e" de nuestra teoría del empleo, con un factor $R_c > 1$, aquí, aunque el empleo crece, la productividad del trabajo está prácticamente estancada como resultado del estancamiento de crecimiento tecnológico y en consecuencia estancamiento marcado de la productividad efectiva (eficiencia operacional). Tal falla puede derivarse de varias posibles causas, por ejemplo, la presencia de una industria satélite o de tipo maquila (outsourcing) que normalmente se ubica en el terreno de la segmentación de la manufactura como trabajo de ensamble carente de crecimiento tecnológico, intensivo empleo de mano de obra y nulo crecimiento de productividad (el caso mexicano podría ubicarse en un similar esquema)

4.3.4 Caso Inglaterra (UK)

La figura 14 ilustra respecto las cifras de crecimiento de productividad total de los factores-valor agregado, producto y empleo manufacturero de Inglaterra.

Esta economía muestra un patrón similar al de Alemania, se observa una muy fuerte caída del empleo manufacturero ante un intenso crecimiento de la productividad del trabajo y un estancamiento del valor agregado de la producción, correspondiendo el caso "c" de comportamiento de parámetros de la producción de nuestra teoría del empleo manufacturero, acusando con ello una intensa destrucción creativa del empleo.

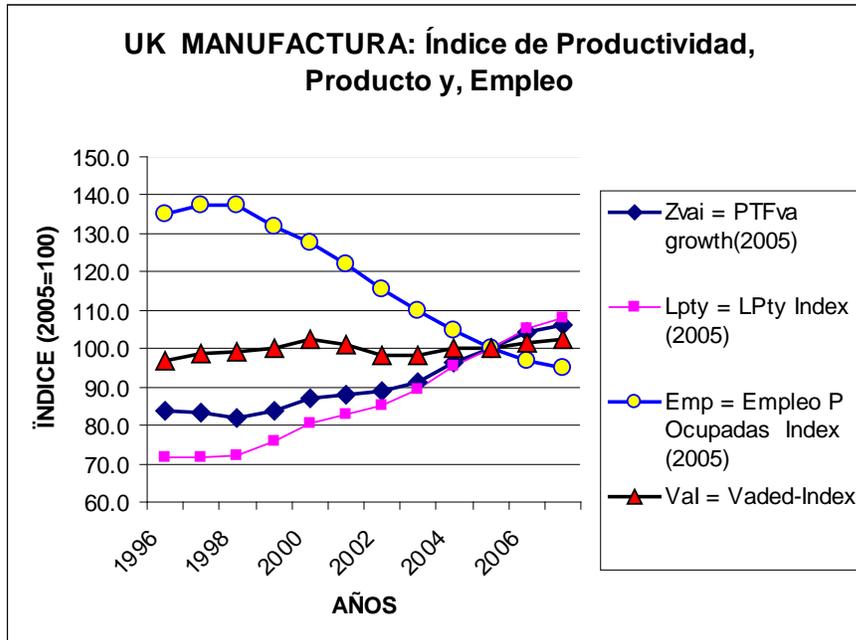


Figura 14

Fuente: Elaboración propia, basada en datos de EUKLEMS- nov. 2012.

Presenta crecimiento de la productividad de los factores $\sim 1.67\%$ anual, la regresión de datos en panel muestra una contribución positiva de los SICP, para la variable IMAQG(-1) correspondiente a crecimiento de la inversión en un rezago de maquinaria para la producción solamente una pequeña contribución positiva, esto indica que esta economía está volcada en la mejora de eficiencia operacional mediante la actividad de los SICP, lo que también se explica por la espectacular caída del empleo manufacturero $> a 45\%$ en el intervalo analizado.

5 Análisis de datos de la economía mexicana

No encontré datos disponibles de los SICP del sector manufacturero mexicano para realizar el análisis bajo regresión LS con datos en panel para el modelo de la tesis, por otra parte, aún en caso de ser factible hacerlo resultaría francamente superfluo, pues de entrada los valores para la variable proxy de la actividad SICP y la variable crecimiento del capital invertido en maquinaria para la producción ($lqmaqgr$), son de decrecientes.

Sin embargo, tratando de caracterizar y obtener conclusión respecto al comportamiento de productividad del sector manufacturero y la evolución de los SICP, efectuamos algunos ejercicios estadísticos cuyos resultados se presentan a continuación:

5.1 Resultados

Los Censos Económicos del país que ha realizado INEGI en los años, 1998, 2003 y 2008, proporcionan información de la actividad del sector manufacturero y de los servicios del conocimiento; el cuadro 4 a continuación, muestra las cifras de empleo y PTF. El valor de la PTF fue calculado mediante la metodología vectorial desarrollada en la tesis.

5.1.1 Desempeño del Empleo y la PTF del sector manufacturero mexicano

Cuadro 4: México, cifras de Empleo y PTF del sector manufacturero

	Unidad	1997	2002	2007
Empleo total	Personas ocupadas 10 ⁶	4.175	4.198	3.993
Trabajadores de Línea (BCH)	%	71	66	73
Empleados (WCH)	%	29	34	27
NR (WCH/BCH)	#	0.41	0.52	0.37
PTF País		1.82	1.89	2.55
PTF Industria Manufacturera		1.27	1.31	1.29

BCH: Trabajadores de línea denominados de cuello azul, WCH: Empleados fuera de la línea de producción o trabajadores de cuello blanco, NR: Relación “cuellos blancos / cuellos azules”

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (Censos económicos) y de la OCDE

Cuadro 5: Evolución Empleo Cuello Blanco en Manufactura y SICP (K_h)

RESUMEN CENSOS 1999-2004-2009 - VALORES MONETARIOS A PRECIOS BASE 2003
Valores Monetarios en 10⁶ pesos

Censos: Año de Datos	Producto Bruto Total 10 ⁶ Ps. 2003	Valor Agregado Censal Bruto 10 ⁶ Ps. 2003	Personal Ocupado	Empleados Administrativos y control	Total operarios	Factor Creación VA. del Sector % VACB/PBT	% CB	% CA
31.34-Manufactura-								
2008	4,044,952	1,228,184	4,661,062	1,249,918	2,743,403	30	41	59
2003	2,835,946	963,042	4,198,579	1,074,507	2,785,630	34	34	66
1998	2,621,204	827,974	4,175,400	1,229,826	2,945,574	32	29	71
54-Serv. Profesionales, Cient. Y Tec.								
2008	130,603	74,015	570,637	570,637	0	57	100	0
2003	122,520	67,289	472,348	472,348	0	55	100	0
1998	117,950	61,576	379,021	379,021	0	52	100	0
55-Serv. Corporativos a Empresas								
2008	88,573	71,746	26,310	26,310	0	81	100	0
2003	75,675	58,934	51,690	51,690	0	78	100	0
1998	113,963	76,950	52,010	52,010	0	68	100	0
56-Apoyo a negocios, remediales y Manejo de Desechos								
2008	187,501	131,739	1,365,509	1,365,509	0	70	100	0
2003	142,618	92,727	815,399	815,399	0	65	100	0
1998	99,318	60,148	611,097	611,097	0	61	100	0

Fuente: Elaboración y cálculos propios basados en datos de los Censos Económicos 1988, 2003 y 2008, del INEGI.

El cuadro 5 muestra el crecimiento en la participación del empleo de cuello blanco en el establecimiento (29% en 1998 a 41% en 2008), lo cual comprueba el pronóstico implícito en el esquema post-keynesiano de productividades en el establecimiento⁶⁸.

Los cuadros 5 y 6 confirman el supuesto de incremento de la participación del empleo de cuello blanco en el empleo total.

⁶⁸ El valor de tal participación crece aún más al agregar el monto de empleados que suministran los servicios externos (outsourcing) al productor.

5.1.2 Series de estudios estadísticos realizados con datos de ENESTYC del INEGI

Cuadro 6: Sector manufacturero, evolución del empleo de cuello blanco

Manufactura Mexicana (no incluye maquila exportación)				Precios 2003			
Año	LT (1000)	Lfb (1000)	Lfa (1000)	Lf (1000)	Lf%	Lv (1000)	Lv%
1989							
1990	2,907	73	727	800	27.52	2,107	72.48
1991	2,981	75	755	830	27.82	2,152	72.18
1992	3,058	76	784	860	28.13	2,198	71.87
1993	2,995	75	793	868	28.99	2,127	71.01
1994	2,933	73	802	875	29.84	2,058	70.16
1995	2,873	72	810	882	30.68	1,992	69.32
1996	3,042	76	870	946	31.10	2,096	68.90
1997	3,220	81	931	1,012	31.41	2,209	68.59
1998	3,410	85	993	1,078	31.63	2,331	68.37
1999	3,610	90	1,056	1,146	31.75	2,464	68.25
2000	3,427	86	1,016	1,102	32.16	2,325	67.84
2001	3,253	81	976	1,057	32.49	2,196	67.51
2002	3,173	79	915	995	31.35	2,178	68.65
2003	3,095	77	853	930	30.05	2,165	69.95
2004	3,019	75	788	864	28.60	2,155	71.40

Fuente: Elaboración y cálculos propios basados en los estudios de INEGI: ENESTYC para los años, 1992, 1995, 1999, 2001 y 2010.

Cuadro 7: Productividad de "cuellos blancos" (PtyL_{fb})

Manufactura Mexicana (no incluye maquila exportación)						
Año	Units (proxy VP- 10 ⁶ Np)	GPtyLT Base VBP (e ^{r_A})	(e ^l)	ΔVAB 10 ⁶ 2003 Imputable a r _A	PtyLfb 10 ⁶ ps 2003 / persona (Base VAB)	PtyL 10 ⁶ ps 2003 / persona (Base VAB)
1989						
1990	1,825,334	0.0010	1.000	0.000	0	0.242
1991	1,938,562	1.0355	1.026	24,972	0.335	0.251
1992	1,953,144	0.9823	1.026	-13,200	0	0.246
1993	1,967,835	1.0287	0.979	21,603	0.289	0.253
1994	1,982,638	1.0287	0.979	21,765	0.297	0.261
1995	2,010,454	1.0353	0.979	27,008	0.376	0.270
1996	2,038,660	0.9578	1.059	-32,738	0	0.258
1997	2,067,263	0.9578	1.059	-33,197	0	0.247
1998	2,147,611	0.9812	1.059	-14,967	0	0.243
1999	2,200,737	0.9679	1.059	-26,598	0	0.221
2000	2,345,559	1.1228	0.949	98,080	1.145	0.248
2001	2,418,877	1.0864	0.949	73,545	0.904	0.270
2002	2,494,486	1.0573	0.975	50,275	0.634	0.285
2003	2,572,459	1.0573	0.975	51,847	0.670	0.302
2004	2,652,869	1.0573	0.975	53,468	0.708	0.319

Fuente: Elaboración y cálculos propios basados en los estudios de INEGI: ENESTYC para los años, 1992, 1995, 1999, 2001 y 2010.

Como se esperaba, el cálculo según el procedimiento establecido arroja valores de la productividad del trabajo de los cuellos blancos de SICP ($Pty_{L_{fb}}$) superiores a los obtenidos para la productividad del trabajo total en el establecimiento (Pty_L). No obstante, se presentan algunos períodos con $Pty_{L_{fb}}$ nula (1992, 1996 a 1999), imputable a caída del crecimiento de la productividad del trabajo ($GPtyLT$).

Las figuras 15 a 18 son graficas del desempeño manufacturero en cifras anuales (sin incluir la maquila de exportación): Crecimiento del empleo, Crecimiento anual y acumulado de la productividad del trabajo, Evolución del empleo de servicios al productor, Valor agregado bruto.

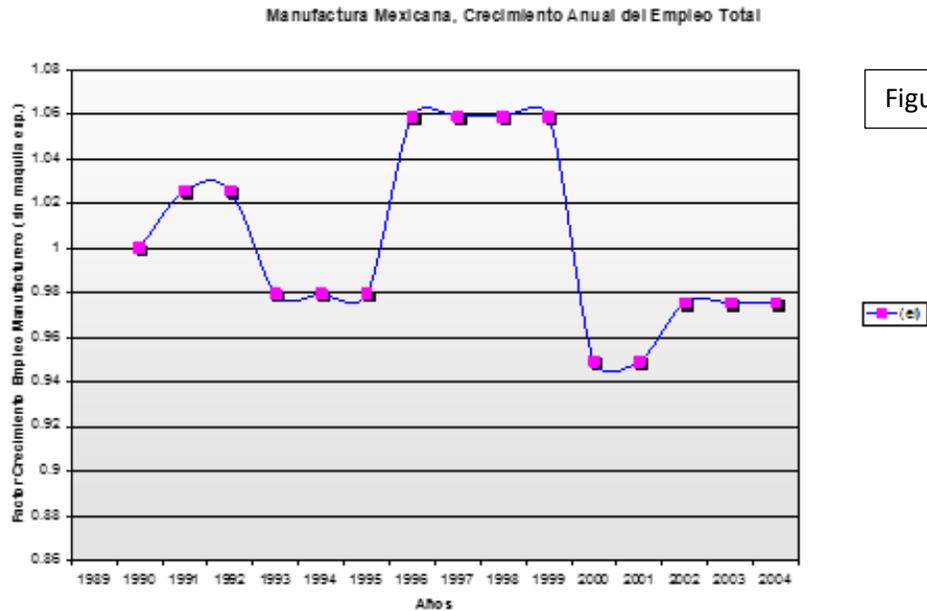


Figura 15

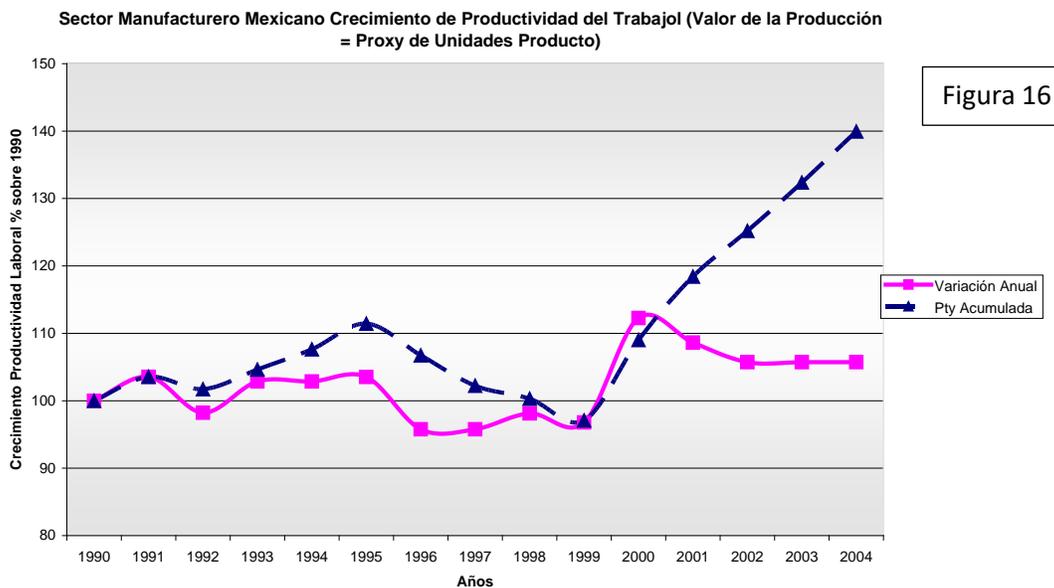


Figura 16

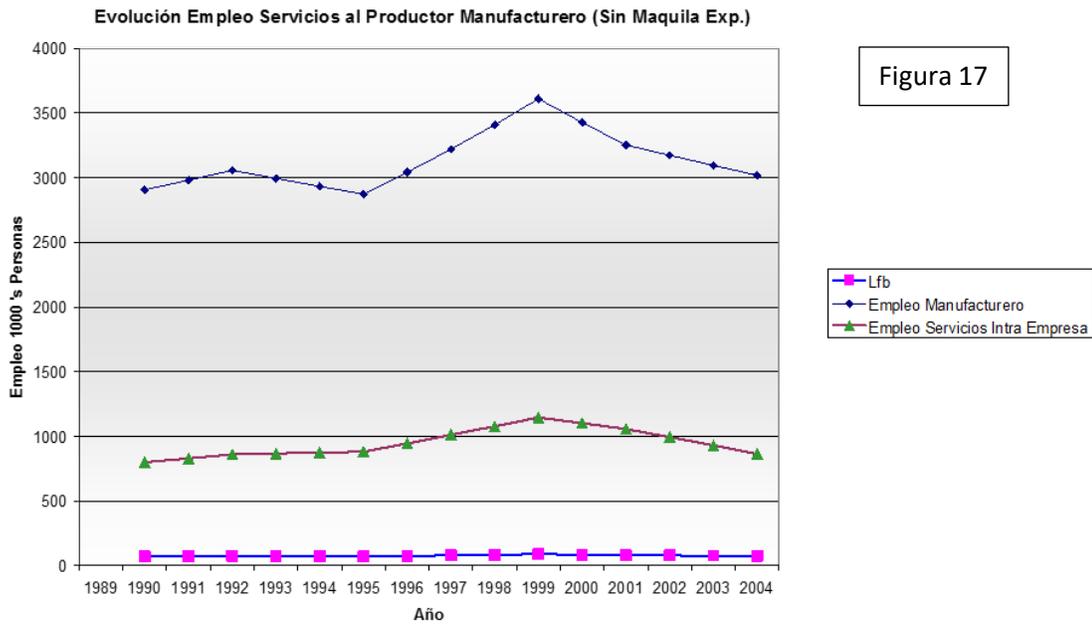


Figura 17

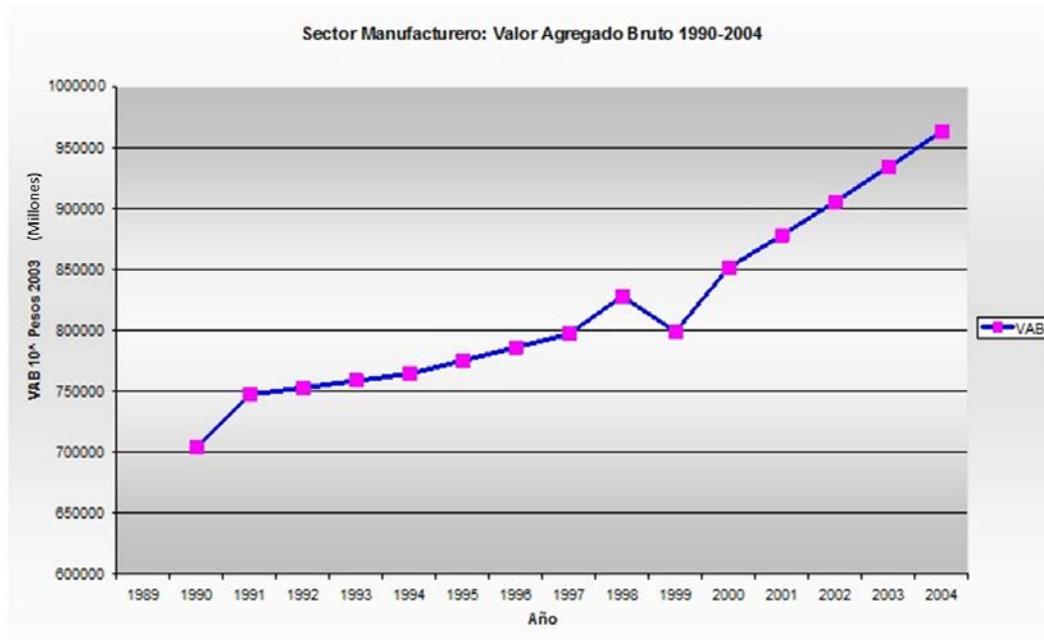


Figura 18

Fuente: Las gráficas en las figuras 15 a 18 son de elaboración propia, basadas en datos del INEGI- ENESTYC, para los años, 1989 a 204. Ilustran varios parámetros del desempeño del sector manufacturero mexicano.

Los datos del sector manufacturero mostrados en el cuadro 4 y en las gráficas de las figuras 15 a 18, revelan desempeño:

- Decrecimiento ~ 3% anual en el empleo total sin incluir maquila de exportación (figura 15).
- Crecimiento estancado en bajo nivel para el empleo de SICP (L_{fb}), figura 17).
- En el intervalo: 2000 a 2004, la productividad del trabajo mantiene un crecimiento estable a una tasa alrededor del 7% anual (figura 16), tal crecimiento de productividad acusa un crecimiento de la producción manufacturera en términos de valor agregado del orden del 3.8% anual (figura 18), ante un crecimiento negativo > 3% del empleo, cifras congruentes si consideramos la ecuación básica del crecimiento en término de productividad del trabajo: $1.07 * 0.97 = 1.0379$.

Los resultados estadísticos revelan que no obstante la desaparición de varias ramas el sector manufacturero⁶⁹, la productividad del trabajo Z_L del sector manufacturero muestra (en algunos años del intervalo mencionado) índices anuales de crecimiento interesante; la situación no es así para la producción valor agregado y del empleo.

Podemos tomar cuenta de que la evolución del crecimiento de la productividad total de factores Z es muy desalentador, y no hay datos suficientes para aplicar el modelo desarrollado ya que en el momento de efectuar el estudio se contaba únicamente con datos de los censos económicos 1998-2003-2008 que representan una medición puntual anual en intervalos de 5 años; por otra parte, el desempeño del crecimiento de productividad total de factores resulta estancado para el intervalo de los tres censos antes señalados, según se desprende de las cifras del cuadro 4.

Tal esquema hace ver que el comportamiento global de los SICP en el sector manufacturero mexicano no ha rendido los resultados que cabría esperar; dada la situación actual que priva en el sector, presumimos que una de las causas para ese bajo desempeño se encuentra en la incipiente participación de los SICP, la cual a su vez obedece a una causalidad primaria que se puede ubicar en:

- a) En gran medida la tecnología en funcionamiento es importada y operada principalmente por empresas extranjeras, tales empresas aplican la tecnología de las empresas madre (ex país de origen), por tanto, no se puede esperar una demanda importante de los SICP locales por parte de tales empresas.
- b) Que el gasto local en I+D, para el intervalo estudiado, está muy por abajo del promedio mundial ver cuadro 1 en la Introducción de la Tesis.
- c) La destrucción y o desaparición de gran parte del sector manufacturero que existía aún a finales de los años 80's en México. (referencia en pie de página)
- d) La manufactura del país se encuentra en un esquema esencialmente maquilador, donde la contribución al avance tecnológico es baja y el valor agregado es reducido (deterior del salario real y reducida ganancia local), situación que, en gran medida inhibe la actividad y desarrollo de los SICP.
- e) Intensa importación de bienes manufacturados, que inhibe el desarrollo de la manufactura local.

Es claro que un esquema tal no tiene necesidad de desarrollar, ni requiere los servicios SICP locales, por tanto, no se puede esperar una mejora sustancial respecto al crecimiento de la productividad, ni

⁶⁹ Egurrola, Jorge Isaac (2004), Siglo XXI: México para armar; México, PyV.

de avance tecnológico, ni de innovación, ni crecimiento económico, prácticamente de nada, todo lo contrario, tal esquema no puede sino acentuadamente aportar, entre otras cosas, a un escenario de alta dependencia de la tecnología extranjera y de empobrecimiento generalizado de este país.

6 Conclusiones del capítulo

Conforme las pautas que se desprenden de los fundamentos de la producción y del esquema de la intervención de los SICP en el proceso de incorporación de cambio tecnológico que se desarrolla en el capítulo 3, se ha formulado el modelo matemático de la función de producción tipo Leontief para calcular el crecimiento de la productividad en función de: la intervención de los SICP, la inversión en capital para la producción basado en nueva tecnología y del nivel de producción.

Asimismo, se formula una especificación econométrica conforme el modelaje diseñado en la primera parte de la exposición y se corre una regresión OLS en panel para los datos del sector de producción manufacturera de la base de datos EUKLEMS y Eurostat para las economías de Alemania, Francia, España e Inglaterra, para el período que va de 1996 a 2008. Los resultados que arroja el análisis de datos para las economías mencionadas, confirman la validez de la hipótesis 1, así mismo la aplicabilidad del modelo teórico que se desarrolla en el capítulo.

Los datos de esas economías permiten realizar graficas traslapadas del desempeño y evolución de la producción, de la productividad del trabajo, la PTF y el empleo en el período que se analiza que va de 1996 a 2008. El comportamiento que revelan las gráficas al comparar las tendencias de las series, refleja el desempeño real que caracterizó, en tales términos a las economías analizadas en el período mencionado, tal análisis y el resultado de la regresión en panel para el modelo de medición confirma la validez del modelo de medición del impacto de los SICP en el crecimiento de la productividad que se describe en el capítulo previo, al mismo tiempo que confirma la validez de la hipótesis número 1.

Respecto a la economía mexicana, a falta de información suficiente, se realiza una aplicación de la metodología vectorial para calcular la PTF y su índice de crecimiento, empleando los datos de los censos económicos del sector manufacturero para los períodos 1997, 2003 y 2008, el resultado que se obtiene es de franco estancamiento de la productividad total del sector manufacturero para el intervalo de tiempo que comprenden los censos mencionados. Tal desempeño, si bien es una demostración de la validez de la hipótesis, lleva a mantener el argumento de la hipótesis número 2 dentro de las posibles causas que coadyuvan en el estancamiento de la productividad total.

CONCLUSIONES, COMENTARIOS

Resumen: Resultados, hallazgos y aportaciones logrados; se hace comentario acerca de la comprobación de las hipótesis y objetivos de la tesis y se comenta enfáticamente sus implicaciones con la situación de estancamiento en la productividad del sector manufacturero mexicano en la época que se estudia.

1 Verificación de las hipótesis

1.1 Análisis de datos empíricos que soportan el modelo teórico y la hipótesis 1

Pasando a los resultados del ejercicio de análisis de la evidencia empírica que avala la importancia de la contribución de los SICP al crecimiento de la productividad agregada, se comenta y concluye:

Los coeficientes y parámetros que arrojan las regresiones, para el modelo econométrico de datos en panel del sector manufacturero de los países: Alemania, Francia, España e Inglaterra para el período 1996-2007, confirman la funcionalidad del modelo y soportan la hipótesis 1 de la tesis, se agrega que:

- El crecimiento de actividad de los SICP, cuando es eficaz y eficiente (competente), contribuye positivamente al crecimiento de la PTF, ello se deduce de los coeficientes para las variables, el nivel de significancia (p valor) y el coeficiente de determinación R^2 (capacidad explicativa del modelo) que arroja la regresión en panel para los datos de las variables del modelo para los países analizados.
- Es patente que no se encuentra aún una forma efectiva para determinar el valor tecnológico del capital de inversión en el crecimiento de la PTF (a valor agregado de la economía). El crecimiento de inversión en maquinaria y equipo para la producción (en un rezago) muestra una correlación positiva con el crecimiento de la productividad, aunque de menor cuantía, si se compara con la contribución de los SICP; ello podría acusar una desaceleración de la inversión en equipo y maquinaria productiva, una disminución en el precio de tal insumo, y algo más, que hace falta introducir algún mecanismo de ajuste para hacer incidir la verdadera contribución al crecimiento de la PTF que contiene y proporciona la inversión de maquinaria y equipo TICC para la producción. Este asunto puede dar la pauta para una futura y exhaustiva investigación.
- Se enfatiza la importancia de desarrollar la actividad de los SICP en el ámbito de la actividad económica como un pilar más que soporta e impulsa el crecimiento y desarrollo de las economías, particular relevancia adquiere el grupo de SICP que funciona en el sector manufacturero.

1.2 Hipótesis 2

En el caso de México, la carencia en información desagregada de los servicios del conocimiento, hace imposible por ahora aplicar el modelo. Los datos desagregados disponibles respecto a los SICP son insuficientes, únicamente se dispone de los datos que dan tres recientes censos económicos realizados en el país; no obstante, estos son también incompletos a falta de mayor nivel de desagregación.

El ejercicio realizado utiliza datos de los censos 1997, 2003 y 2008; concluye que el sector manufacturero mexicano enfrenta una situación de bajo crecimiento de PTF y un crecimiento estancado de crecimiento del empleo de servicios (cuadro 4, sección 5.1.1, capítulo 3), lo que podría

acusar un incipiente e ineficiente sector de SICP. Solamente un análisis basado en datos completos y haciendo uso del modelo de medición diseñado podría arrojar mayor claridad al respecto. Hoy día el tema de los SICP está tomando relevancia, es de esperar que en el corto plazo la institución que tienen a su cargo las estadísticas de la economía mexicana pueda ofrecer disponibilidad de tal material.

Como he mencionado, no localicé suficientes datos acerca de la magnitud de la presencia activa de SICP en México, sin embargo, dado:

- El estancado/decreciente desempeño de la PTF en el sector manufacturero
- La destrucción creativa de cadenas productivas y de ramas manufactureras del aparato productivo de este país como un impacto directo del crecimiento de consumo de bienes importados (destrucción creativa inducida vía mercado externo).
- La conversión del aparato manufacturero hacia la actividad de maquila de exportación (intensiva en empleo de mano de obra, de bajo contenido tecnológico y, de bajo valor agregado).
- La presencia creciente de inversión extranjera que acusa una industria cada vez más dependiente de la tecnología externa.
- Una presencia cada vez más creciente de empresas multinacionales dentro del sector manufacturero y que tales empresas hacen uso de la tecnología y servicios IC que ya disponen en sus respectivos países de origen.

Concluyo que se puede mantener el supuesto de que la actividad de los SICP en México se encuentra en involución, conforme lo supone la hipótesis 2ª. de la tesis.

De facto, la falta de crecimiento de la PTF mostrado en el sector manufacturero durante los casi 30 años de funcionamiento del sistema económico adoptado por este país, no hace sino pronosticar que un cambio profundo del mismo habrá que ocurrir en el corto plazo. Tal cambio necesariamente deberá contemplar el renacimiento de los sectores primario y del manufacturero, mediante la creación y desarrollo de nuevos y múltiples centros productores equipados con tecnología propia y de punta, tendientes a balancear la producción de maquila de exportación que proporciona un limitado valor agregado, contra la producción de bienes, propios, para consumo interno y de exportación que proporcionen un mayor valor agregado. Tal escenario, demandará un creciente empleo de empresarios y fuerza de trabajo; para su realización requerirá de un experto, suficiente, eficiente y competitivo equipo de proveedores de SICP cuyo papel será el de difundir y hacer crecer el conocimiento tecnológico, con ello aumentar el capital humano, implementar el cambio tecnológico, mejorar la productividad y la eficiencia operacional efectiva. En otras palabras, el país deberá enfrentarse a un renovado esquema de sustitución de importaciones en pro del desarrollo del empleo y del mercado interno y, de una intensa participación en el mercado exportador de bienes con real valor agregado. Tal esquema no podrá sino coadyuvar a la generación (demanda) de empleos buscando agotar el potencial de la oferta actual, al mismo tiempo, mejorar sensiblemente la distribución de riqueza, lo cual es crucial en este momento en que la tendencia económica que sigue el país es la de empobrecimiento generalizado y de desorden social.

2 Aportación y hallazgos del estudio

La importancia fundamental del estudio, es que incursiona en el campo de los servicios, un sector que agrupa la ocupación de más del 90% de trabajadores en los países desarrollados y por lo tanto un tema de preocupación. En tal tenor estudia un sector pequeño pero que juega un papel fundamental en el desarrollo y crecimiento de las economías y por lo tanto es un sector de servicios cuya actividad se debe potenciar y desarrollar. Su funcionamiento significa un factor clave para salir del estancamiento en que se encuentran muchos países y muy particularmente nuestro país quien ya desde este momento tiene la enorme urgencia de re-instaurar una política industrial funcional y altamente eficiente. En tal escenario, se puede tener conciencia respecto el enorme peso que significa y se espera de la actividad de los SICP, de aquí su importancia estratégica

La metodología que guía al estudio está basada, por una parte, en el análisis y examen teórico del proceso de producción, del cambio tecnológico y de la productividad, el cual se sintetiza con la interrelación que se da entre las variables del aparato productivo y la incorporación del factor tecnológico que tiene lugar mediante la intervención de los SICP⁷⁰. Por otra parte, en el análisis de la evidencia empírica. En tal tenor la tesis adquiere un carácter eminentemente teórico-práctico. Tal ruta ha permitido incursionar en el examen de aspectos relevantes de la producción que despierta la importancia de aspectos teóricos que merecen ser reactivados, actualizados y/o re-incorporados en la teoría, entre ellos menciono los siguientes.

2.1 Función de producción de Leontief en 3D: Aportación importante, la conforma el examen de la función de producción de Leontief en tres dimensiones, tal visión permite conocer y explotar importantes propiedades de esa función, entre ellas sobresale la facilidad de observar los factores técnicos, elementos del proceso de producción que deben ser reconocidos como importantes variables que impactan fuertemente en la productividad más que actuar como simples constantes. En este camino sobresale también el enfoque dinámico que inherentemente posee el proceso productivo y que es menester hacer aparecer en los modelos de función de producción, tal situación fue debidamente reconocida por Solow, R. en su paper de 1994.

2.2 Otra aportación importante es el reconocimiento de una notación y denominación simple, factible de generalizar, para designar los tipos básicos de cambio tecnológico que pueden tener lugar en el proceso de producción.

2.3 También es relevante la aportación consistente en acopio, examen e incorporación de conceptos relevantes del tema productividad, entre ellos el de productividad de frontera, productividad de mejor práctica, la productividad efectiva, y eficiencia.

2.4 Asimismo, adquiere fuerte relevancia el identificar y marcar la fuerte relación directa entre: factor de Tecnología – eficiencia – y productividad efectiva. En este tenor es muy relevante la identificación de la productividad efectiva como un proxy del factor tecnológico, lo cual permite asimilar el papel del factor tecnología como un factor fundamental del proceso de producción y crecimiento.

⁷⁰ Solow, Robert (1988); Growth Theory and After, The American Economic Review, Jun 1988. En su conferencia al recibir el premio nobel en Estocolmo, expresa inquietud pues siente que su trabajo no está terminado, y menciona como una de sus preocupaciones el que la incorporación de la tecnología en el modelo de crecimiento merecía tomar una mayor dimensión, desafortunadamente en esa época aún no se identifica la función de lo SICP como un determinante del crecimiento del factor tecnológico. Nota del autor.

2.5 Es relevante el enfoque del proceso económico como un sistema conformado por bloques interconectados en complejas redes -circulares- retroalimentadas, en tal concepción los SICP conforman un bloque de importancia clave en el proceso de crecimiento y difusión de tecnología.

2.6 Tal enfoque es clave para identificar los determinantes del crecimiento del factor tecnológico para el proceso de producción.

2.7 Asimismo, la concepción del sistema de producción formando parte de redes entrelazadas, que permite identificar el componente de endogeneidad del proceso en el crecimiento de productividad.

2.8 En tal tesitura resulta fundamental el supuesto central que permite modelar el impacto de los SICP en el crecimiento de la productividad, me refiero al enfoque: “el producto del trabajo de los SICP es el crecimiento de la productividad”, en cualquiera forma que ésta sea evaluada.

2.9 Es clave en el modelo de medición la identificación de 2 grupos de empleados en el establecimiento, los trabajadores llamados de cuello azul y los trabajadores de cuello blanco, una parte de estos últimos lo conforman los trabajadores de los SICP cuya función dentro del aparato productivo tiene como propósito fundamental el lograr el incremento de eficiencia, el crecimiento de la productividad efectiva y el salto tecnológico o de productividad.

2.10 El modelo del sistema de medición del impacto de los SICP en el crecimiento de la productividad aterriza irremediamente en forma de una función de producción del tipo Leontief, en el cual el crecimiento de la inversión en tecnología avanzada para producción se torna en un proxy del cambio tecnológico a ser incorporado en el aparato de producción, el crecimiento de los SICP conforma el insumo combinado y el crecimiento de la producción representa un proxy de la eficiencia de utilización. La concepción de este modelo permite aplicar una metodología diferente a la de simple participación en el empleo total, con ello permite capturar con mayor precisión el impacto de los SICP en el crecimiento de la productividad en el establecimiento. Esta es una aportación muy importante que es incorporable a la teoría del crecimiento endógeno.

2.11 Otra aportación interesante, a la disciplina de Economía, consiste en el desarrollo de una metodología simple para determinar la PTF y su índice de crecimiento, ello en respuesta, por una parte, a la problemática de su conceptualización y de la medición del índice de crecimiento, la cual no ha sido suficientemente resuelta por la teoría económica, y que en la actualidad es considerada como vigente tema de debate; al mismo tiempo, un tema de tremenda importancia a niveles micro y macro de la teoría económica. Por otra parte, una forma de obtener valores de la PTF y de su índice de crecimiento, elementos indispensables en el modelo que se desarrolla. El modelo teórico soportado en la función de producción de Leontief de factores complementarios en su versión dinámica, conduce a conceptualizar un esquema diferente del problema que me permitió llegar a una solución simple y comprensible que denominé “metodología vectorial para el cálculo de la PTF y su índice de crecimiento”, ello debido a que en ella se reconoce un carácter vectorial en los factores primarios de la producción (L, K), lo cual permite tomar en cuenta y conservar la diferente naturaleza de esos factores. Esta nueva metodología es un hallazgo y una solución que permite salvar los problemas y limitaciones que poseen las metodologías hasta ahora desarrolladas.

3 Comentario respecto a la economía mexicana

La economía mexicana atraviesa un momento crucial en su historia, envuelta en numerosos problemas que no hacen sino promover el desorden social. El país se encuentra inmerso en un escenario mundial que no podemos calificar sino de desastre económico generalizado, donde las potencias desarrolladas, a diferencia de estadías pasadas, no encuentran el camino para salir de un marisma enmarcado por desempleo rampante, estancamiento de la actividad productiva, fuertes desequilibrios financieros, agotamiento de recursos energéticos no renovables y un medio ambiente dañado que caro está cobrando el descuido cometido en el reciente pasado... en contraste y paradójicamente, hay países que en medio de ese marisma están creciendo a tasas inusitadas y mostrando un clima económico francamente envidiable... en éste escenario los actores político, tecnológico y financiero mucho han tenido que ver. Por otra parte, la economía de mercado, la globalización, en oposición a lo que se esperaba, poco han ayudado a muchos países en desarrollo.

La tendencia de crecimiento de productividad total de factores durante el decenio que se analiza tiene una tendencia al estancamiento, ligeramente decreciente y desalentadora; la economía de franca apertura no ha brindado los buenos resultados que se esperaban, no ha hecho sino agotar recursos naturales, empobrecer y convertir al país en una nación altamente dependiente del exterior, altamente maquiladora generadora de bajo valor agregado, que ha subsistido fundamentalmente a expensas de una economía petrolizada, de las remesas de los migrantes y finalmente a expensas de una apertura enfermiza a la entrada de capitales, la cual no se ve reflejada en crecimiento del acervo de activo fijo para la producción, sino únicamente como un medio para acumular divisas y estar en posibilidades de hacer frente a la crónica y persistente balanza comercial anual negativa. Muy desafortunadamente, en estos momentos esa situación se ha tornado adversamente grave debido a que los yacimientos superficiales de petróleo, en el pasado abundantes, se han agotado, el precio internacional de crudo se ha colapsado, y la industria que se había forjado hasta antes del cambio materialmente desapareció, fue sustituida por una voraz apertura a los bienes importados, en gran medida tal mecanismo significó el drenaje por donde se vaciaron los recursos obtenidos del petróleo; de las remesas y de la inversión extranjera.

El panorama de futuro de México es francamente sombrío, no hace sino temer que en muy corto plazo esté corriendo similar suerte a la de algunos países europeos como Grecia, Portugal, ... y en un extremo, en L. A., a Venezuela, ... la cuestión es ¿qué hacer para revertir las cosas?, ¿para detener la tendencia y volver a industrializar al país, convertir sus campos en eficientes y activos productores de alimentos, para revertir la creciente pobreza y criminalidad? La tarea de reconstrucción se antoja en extremo difícil, la economía mexicana debe cambiar y poner en marcha con urgencia un plan inteligente y realista para salir adelante aliviando y minimizando daños y consecuencias adversas.

En tal tarea este país no debe apartarse de la carrera tecnológica y de innovación en que se están embarcando la mayoría de economías del globo, en el muy corto plazo seguramente el país deberá volver a desarrollar, como parte de un nuevo sistema económico, la sustitución de importaciones en una versión corregida y aumentada, solamente de esta forma el país podrá recuperar y hacer crecer maestranza que se necesita para soportar la aplicación y explotación plena y rentable del bagaje de conocimiento acumulado, asimilar y usufructuar tecnologías existentes y crear tecnología propia;

solamente de esa forma el país podrá trascender a los terrenos de competencia tecnológica e innovación que reclaman los tiempos modernos para poder afrontar existosamente la vigente problemática global.

Es necesario que el país tome conciencia de ello, tener presente que ya vivió antes una etapa de industrialización, que en ella se estaba forjando una cultura tecnológica apoyada en tecnología extranjera; que aprendía y asimilaba esas tecnologías y, que con ello la economía del país creció. Que, en su camino hubo tropiezos que coadyuvaron a establecer el cambio que condujo al país a su esquema actual, que el proceso de aprendizaje y acumulación de experiencia, de maestría, que se estaba desarrollando en los SICP se detuvo, y que, con ello se fueron por la borda importantes posibilidades de forjar tecnología propia.

En tal escenario, se puede tener conciencia respecto el enorme peso que significa y se espera de la actividad de los SICP, de aquí su importancia estratégica.

4 Algo más a considerar

4.1 Mejorar, ampliar la estadística de los servicios del conocimiento

4.1.1 Estadísticas incompletas

En la investigación resulta patente que aún en las bases de datos especializadas en productividad, la información de los SICP es insuficientemente desarrollada, no está presente, o carece de datos desagregados a nivel de sector y campo de actividad; de hecho para poder realizar el análisis de su comportamiento empleando la base de datos de EUKLEMS fue necesario realizar adecuaciones a partir de otra base de datos, la de EUROSTAT.

4.1.2 Inexactitud al clasificar la información

Otro aspecto que es necesario ajustar y corregir en las estadísticas de los SICP se refiere a que estos bien podrían no estar correctamente incorporados en las estadísticas, pues en estos momentos el empresario se enfrenta a cambios en relación a la forma en que contrata los servicios de trabajo, de entrada podemos decir que la contratación de trabajadores vía administradoras de empleo, representa de entrada un distingo y problema de clasificación; a éste le seguiría la pregunta: ¿los trabajadores de cuello blanco, y que pueden clasificarse como SICP, que operan dentro de una empresa de producción se les registra en el sector de servicios del conocimiento?, ¿son registrados dentro del grupo de trabajadores laborando en la empresa manufacturera, y por lo tanto se mantienen figurando dentro del sector manufacturero?. Creo que tal problemática debe ser aclarada o corregida por el INEGI. Debo agregar que tal situación representó un problema y limitación para el estudio, el cual no me fue posible resolver, no obstante que llegué a examinar varias bases de datos de América y de Europa.

Para nuestro país, dada la importancia del sector, resulta urgente del INEGI un compromiso por el que en corto plazo el investigador y estudioso del tópico de crecimiento económico mexicano disponga de los datos completos de los sectores SIC y SICP.

4.2 ¡Destrucción Creativa!, un fenómeno que el profesional y el economista no debería soslayar.

Debo mencionar otro asunto, que a la sociedad y a los economistas nos compete, un asunto que en la actualidad cobra importancia de primer orden, el cual está directamente relacionado con nuestro estudio, me refiero el fenómeno de Destrucción Creativa, en particular sus implicaciones en la demanda del empleo de la fuerza de trabajo en el sector productivo de la economía.

Por una parte, es un hecho de que en la actualidad como consecuencia de la destrucción creativa se vive una intensa migración del empleo desde los sectores primario y secundario de la economía hacia el sector de servicios, tal hecho señala una problema vigente y de peligro (para la armonía de las sociedades y para la supervivencia del capitalismo), un problema no resuelto plenamente, ni suficientemente atendido, pero que en los inicios del capitalismo fue señalado claramente por varios economistas, entre otros, señalamos a Sismonde de Sismondi, Carlos Marx y Rosa Luxemburgo.

Tales señalamientos cobran alarmante vigencia hoy día (un problema que ya es bien reconocido en nuestro medio), pero es claro que los economistas no logramos llegar a un consenso respecto a cómo resolverlo.

Por otra parte, el propósito del estudio que se ubica en demostrar las hipótesis, bien puede conducir a la reactivación y desarrollo de lo SICP, ello en respuesta a la reactivación y renovación que se ve necesaria de la producción agropecuaria e industrial del país, tal escenario contemplaría la reapertura de muchas ramas de negocios que se abandonaron al competir en el mercado internacional. Tal reapertura pudiera formalizarse dentro de un marco tecnológico de actualidad, y por ello la solución a la falta de empleos pudiera no concretarse. Los economistas tenemos la obligación de anticipar las cosas, visualizar problemas y plantear soluciones, entre ellas figura el cómo garantizar suficiente empleo digno en el futuro próximo.

En este camino es pertinente recordar el trabajo de Elliott, John, 1978; Marx's Grundrisse: Vision of capitalism's creative destruction; *Journal of Post-Keynesian Economics*/Winter 1978-79, Vol.1, No 2). Asimismo, tener presente el hecho que se da entre el comercio internacional: “Los capitalistas de un país que consiga capturar los mercados extranjeros de otros países pueden aumentar sus ganancias a expensas de los capitalistas de otros países...” Michal Kalecky (1954). Debemos agregar también respecto al impacto negativo que se presenta en el mercado importador por efecto de sustitución de empleo de la fuerza de trabajo, donde el consumo de bienes importados se da en menoscabo del empleo de la fuerza de trabajo del mercado importador.

BIBLIOGRAFIA

"Servicios Intensivos en Conocimiento al Productor, SICP"

- 1 Aghion, Philippe & Howitt, Peter (1996), Research and Development in the Growth Process; Journal of Economic Growth, 1, pp49-73.
- 2 Aghion, Philippe & Howitt, Peter (1998), Endogenous Growth Theory; London England, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- 3 Antonelli, Cristiano et alii (2010), Recombinant knowledge and growth: The case of ICT's; Structural Change and Economics Dynamics, 21 (2010) 50-69
- 4 Arrow, K. (1962), The economic implicatiосn of Learning by Doing; The Review of Economic Studies, Vol. 29-2.
- 5 Barro, Robert J. & Sala-i-Martin (2004), Economic Growth; London, England, The MIT Press, Cambridge Massachusetts.
- 6 Barro, Robert J. & Sala-i-Martin (2004), Economic Growth; London, England; The MIT Press, Cambridge Massachusetts.
- 7 Bartel, A., Ichniowski, C. & Shaw, K. (2007) "¿How does information technology affect productivity?" Plant level comparisons of product innovation, process improvement and worker skills; Quarterly Journal of Economics: 1-39.
- 8 Bartel, Lach, Sicherman (2005), Outsourcing and Technological Change; NBER Working Paper 11158, February 2005.
- 9 Barua, A., C. H. Kriebel, Mukhopadhyay, T. (1995), "Information technology and business value: An analytical and empirical investigation"; Information Systems Research (6:1), March: 2-23.
- 10 Baumol, J. W. (1967), Macroeconomics of Unbalanced Growth: The anatomy of Urban Crisis; The American Economic Review.
- 11 Baumol, J. William (1965), Economic Theory and Operations Analysis; New Yersey, EUA; Prentice-Hall.
- 12 Bell, Daniel (1973), The Coming of Post-Industrial Society, A Venture in Social Forecasting; EUA, New York, Basic Books 1973.
- 13 Boden, Mark and Miles, Ian (2000), Services and the Knowledge-Based Economy; Ottawa, Canada; Science, technology and the International Political Economy Series; Series Editor: John de la Mothe, Continuum.
- 14 Brown, Flor (1988), Productividad y Cambio Técnico: Un análisis metodológico, UNAM, México.
- 15 Brynjolfsson, E., Hitt, L. (1996), "Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending"; Management Science (42:4), April, 541-558.
- 16 Brynjolfsson, E., Hitt, L. (2000), "Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance"; Journal of Economic Perspectives (14:4), Fall, 23-48.
- 17 Brynjolfsson, Yang (1996), Information Technology and Productivity: A Review of the Literature; Advances in Computers, Volume 43, 1996, Pages 179-214.
- 18 Castaldi, Carolina (2009), The relative weight of manufacturing and services in Europe: An innovation perspective; Tecnological Forecasting & Social Change 76 (2009) 709-722.
- 19 Caves, Christensen and Diewert (1982), The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity; Econometrica, Vol 50, No 6, Nov 1982.
- 20 Clark, John (1980), A model of embodied technical change and employment; technological Forecasting and Social Change 16, 1980.

- 21 Coelli, Rao, O'Donnell and Battese (2005), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*; Second Edition, USA, Springer.
- 22 Cohen and Sysman (1987), *Manufacturing Matters, The Mith of the Post-Industrial Economy*, EUA, New York, Basic Books 1987.
- 23 Cook, Wade, Seiford, Larry (2008), *Data Envelopment analysis (DEA) -Thirty years on*; *European Journal of Operation Research*, 192, 2009, 1-17
- 24 Cornwall, John; *Modern Capitalism (1977)*, its growth and transformation; New York, M.E. Sharpe.
- 25 Del Gato, Massimo (2008), *Measuring Productivity*, Centro Ricerche Economiche Nord Sud, Università de Cagliari, Italia.
- 26 Diaz Mier, M. A., Caviedes Conde, Andrea (2007), *En torno a la deslocalización*.
- 27 Domar, Evsey D. (1961), *On the measurement of technical change*; *Economic Journal*. 71, December, p 710-29.
- 28 Domar, Evsey D. (1946), "Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment"; *American Economic Review*, March 1947, 37:1, 343-55.
- 29 Domínguez, L y Brown, F. (1999), *Productividad: desafío de la industria mexicana*; UNAM, editorial JUS, México.
- 30 Domínguez, L y Brown, F. (2004), *Medición de las capacidades tecnológicas en la industria mexicana*; revista CEPAL 83, agosto 2004.
- 31 Egurrola, Jorge Isaac (2004), *Siglo XXI: México para armar*; México, PyV.
- 32 Elliott, John E. (1978), *Marx's Grundrisse: Vision of capitalism's creative destruction*; *Journal of Post Keynesian Economics*, 1978-79, Vol 1, 3.
- 33 Eswaran, Ashok (2002), *The role of the service sector in the process of industrialization*; *Journal of Development Economics*, 68 (2002) 401-420.
- 34 Fixler, Siegel (1999), *Outsourcing and productivity growth in services*; *Structural Change and Economics Dynamics* 10 (1999) 177-194
- 35 Foley, Duncan y, Michl, Thomas (1999), *Growth and Distribution*; USA, Harvard University Press.
- 36 Francois, Joseph F. (1990), *Producer Services, Scale, and the Division of Labor*; *EUA, Oxford Journals, Oxford Economic Papers, New Series*, Vol. 42, No. 4 (Oct., 1990), pp. 715-729.
- 37 Fried, Lovell and Schmidt (2008), *The Measurement of Productive Efficiency and productivity Growth*; New York, USA, Oxford University Press.
- 38 Gershuny, J. I. (1979), *The informal economy: Its role in post-industrial society*; *Futures*, Volume 11, Issue 1, February 1979, Pages 3-15.
- 39 Gershuny, J. I. (1982), *¿Social innovation: Change in the mode of provision of services*; *Futures*, Volume 14, Issue 6, December 1982, Pages 496-516
- 40 Gershuny, J.I. (1977), *Post-Industrial Society: The myth of the service economy*; *Futures*, Volume 9, Issue 2, April 1977, Pages 103-114.
- 41 Giulliani, E.; Morrison A. and Rabelotti R. (2011), *Innovation and Technological Catch-Up, "The Changing Geography of Wine Production*; Northampton, Massachusetts, EUA.
- 42 Griliches, Zvi (1988), *Productivity Puzzles and R & D: Another Nonexplanation*; *American Economic Association, Journal of Economic Perspectives*, , V 2-4, 9-21

- 43 Guerrieri, Paolo y Meliciani, Valentina (2005), Tehcnology and international competitiveness: The interdependence between manufacturing and producer services; *Structural Change and Economics Dynamics*, 16 (2005) 489-502.
- 44 Harrod, Roy F. (1939), "An Essay in Dinamic Theory; *The economic Journal*, Vol. 49, No. 193, (Mar., 1939), pp. 14-33.
- 45 Harrod, Roy F. (1948), *Towards a Dynamic Economics*. London: MacMillan 1948.
- 46 Hulten, Ch., Dean E., and Harper M. (2001), *New Developments in Productivity Analysis; USA*, The University Chicago Press, *Studies in Income and Wealth*, volume 63; NBR.
- 47 Hulten, Charles R. (1979), "On the "Importance" of Productivity Change"; *The American Economic Review*, Vol. 69, No. 1, March 1979.
- 48 Jansson, Jan Owen (2009), *The mith of the service economy-An update; Futures*, Volume 41 (2009), Pages 182-189.
- 49 Jeremy Rifkin (2011), *The Third Industrial Revolution*, Palgrave Macmillan, United States.
- 50 Jorgenson, D. W. & Griliches Zvi (1967), "The explanation of Productivity Change"; *The Review of Economic Studies*, July 1967, 34,349-83.
- 51 Kalecky, Michal (1995), *Teoria de la dinámica económica*; Fondo de Cultura Económica.
- 52 Keen, Steve (2011), *Debunking Economics*, 1ª Edición en español, México, 2014, Laboratorio de Análisis Económico y Social, A.C.
- 53 Keynes, J. M. (2006), *Teoría general de la ocupación el interés y el dinero*; México, Fondo de cultura económica.
- 54 Kohan, Néstor (2006), *Rosa Luxemburgo*; New York, EUA, Ocean Press, Serie vidas rebeldes.
- 55 Koutsoyiannis, A. (1985), *Micro economía moderna*; 1a. reimpression, 2002, Amorrortu editores, Buenos Aires, Argentina.
- 56 Lavoie, Marc (1992), *Foundations of Post-Keynesian Economic Analysis*, E.U.A., Edward Elgar.
- 57 Leontief, Wassily (1941), *The estructura of the American Economy, 1919-1929*. Cambridge, MA Harvard University Press.
- 58 Leontief, Wassily (1985), *Análisis económico input-output*; españa, Orbis.
- 59 Leontief, Wassily (2009), *Structure, System and Economic Policy*; New York, EUA, Cambridge University Press.
- 60 Love, James (2009), *Exporting and productivity in business services: Evidence from the United States*; *Structural Change and Economics Dynamics*, 18 (2009) 630-642.
- 61 Lucas, Robert, E, Jr. (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 22: 3-42.
- 62 Lucas, Robert, Jr. (2002), *Lectures on Economic Growth*; Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, E.U.A., and London, England.
- 63 Luxemburgo, Rosa (1967), *La acumulación del capital*; México, Grijalbo.
- 64 Luxemburgo, Rosa (2007), *La acumulación del capital*; Argentina, Terramar Ediciones.
- 65 Mansury, Love (2008), *Innovation, productivity and growth in US business services: A firm-level analysis*; *Technovation* 28 (2008) 52-62.
- 66 Maroto-Sánchez y Cuadrado-Roura (2009), *¿Is growth of services an obstacle to productivity growth? A comparative analysis*; *Structural Change and Economic Dynamics*, Volume 20, Issue 4, December 2009, Pages 254-265.

- 67 Marroquín, Castllo M. (2009), Tesis: El Impacto del Cambio Tecnológico en la demanda de Empleo (Caso del sector automotriz, en México, 1989 - 2008), UNAM, FES Acatlán, Unidad de Estudios de Posgrado.
- 68 Marx, Carlos (2006), El Capital -Tomos I, II y III, México, Fondo de Cultura Económica, 17a. Ed..
- 69 Mas-Colell, Whinston y Green (2007), Teoría Microeconomica; Indian Edition, Oxford University Press.
- 70 Meadows, Donella H. y ...otros (1972), Los límites del Crecimiento, Fondo de Cultura Económica, 1a. Ed., 1972
- 71 Mickiewicz, Zalewska (2006), De-Industrialisation-Rowthorn and Wells' Model Revisited, Acta Oeconomica, Vol. 56-2.
- 72 Miles, Ian (1985), The new post-industrial state, Futures, Volume 17, Issue 6, December 1985, Pages 588-617.
- 73 Miles, Ian, (1993), Services in the new industrial economy; Futures, Volume 25, Issue 6, July-August 1993, Pages 653-672.
- 74 Neffa Julio C. (Dir), Félix, Mariano, Panigo, Demian, Pérez, Pablo (2006), Teorías económicas sobre el mercado del trabajo: Vol I, Marxistas y keynesianos, 1a Ed. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2006.
- 75 Nelson, Richard; Phelps, Edmund (1966); Investing in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth, The American Economic Review, Vol. 56, No. 1/2, March., 1966, pp. 69-75.
- 76 Nickerson, Zenger (2004), A knowledge - Based Theory of the Firm - The problem - Solving Perspective; Organization Science, Vol. 15, No. 6, November-December 2004. PP 617-632.
- 77 Novak, Stern (2007), ¿How does outsourcing affect performance dynamics? Evidence from the automolbile industry; NBER, Working paper 13235, July 2007.
- 78 Odaka, konosuke (1988), The Automobile Industry in Japan; The Instutute of Economic Research, Hitotsubashi University, Kunitachi Tokyo, Economic Research Series No. 26., Kinokuniya Co. LTD. Oxford University Press.
- 79 OECD Council (2005), Growth in services, Fostering employment, productivity and Innovation
- 80 OEDC Manual, Measuring Productivity- Measurement of aggregate and industry-level productivity growth, 2001.
- 81 O'Mahony, Mary and Timmer marcel P. (2009), OUTPUT, INPUT AND PRODUCTIVITY MEASURES AT THE INDUSTRY LEVEL: The EU KLEMS DATABASE; The Economic Journal, 119, June.
- 82 Owen Jansson, Jan (2009), The mith of the service economy - An update; Futures 41-(2009)-182-189.
- 83 Pugno, Maurizio (2006), The service paradox and endogenous economic growth; USA, Structural Change and Economic Dynamics, Volume 17, Issue 1, January 2006, Pages 99-115.
- 84 Raa, Wolff (2000), Engines of growth in the US economy; Structural Change and Economics Dynamics, 11 (2000) 473-489.
- 85 Reagans, R., Zuckerman, E. (2001), "Networks, diversity, and productivity: The social capital of corporate R&D teams"; Organization Science (12:4), July-August, 502-517.
- 86 Robinson Joan (1953) The Production Function and the Theory of Capital; The Review of Economic Studies, Vol. 21, No. 2 (1953 - 1954), pp. 81-106.
- 87 Robinson Joan (1969), The accumulation of Capital, Reprinted in 2013 by Palgrave Macmillan, United States.
- 88 Romer, Davis (2006), Advanced Macroeconomics; USA, McGraw Hill, Third edition, 2006

- 89 Romer, Paul (1986), Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, 1986, Vol. 94-5.
- 90 Romer, Paul (1990), Cambio tecnológico endógeno; México, Fondo de Cultura Económica, Trimestre Económico, 1990.
- 91 Romer, Paul (1990), Endogenous Technical Change; *Journal of Political Economy*, 98, S71-S102.
- 92 Romer, Paul (1994), The origins of Endogenous Growth; *The journal of Economics Perspectives*, Vol.8-1, pp3-22.
- 93 Rouseas (1979), Rosa Luxemburgo and the origins of capitalist catastrophe theory, *Journal of PostKeynesian Economics/Summer 1979*, Vol 1, No 4.
- 94 Rowthorn, R., Ramaswamy R. (1977), Desindustrialization: Causes and implications, IMF Working Paper.
- 95 Sala-i-Martin, Xavier (2000), Apuntes de crecimiento económico, España, Antoni Bosh editor.
- 96 Salter, W. E. G. (1969), Productivity and technical Change; Cambridge at the University Press, USA.
- 97 Singh, Liebowitz (1984), Technology and the future; *Telematics and Informatics*, Volume 1, Issue 2, 1984, Page 113.
- 98 Solleiro Rebolledo, José Luis (2006), El Sistema Nacional de Innovación y la Competitividad del Sector Manufacturero en México; México, PyV, 2006.
- 99 Solow, Robert (1962), Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth, *The American Economic Review*, Vol. 52-2.
- 100 Solow, Robert (1962): Substitution and Fixed Proportions in the Theory of Capital, *The Review of Economic Studies*, Vol. 29-3.
- 101 Solow, Robert (1988), Growth Theory and After, *The American Economic Review*, Jun 1988.
- 102 Solow, Robert (1994), Perspectives in Growth Theory, *The journal of Economics Perspectives*, Vol.8-1, pp 45-54.
- 103 Solow, Robert M. (1956), " A contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 70:65-94.
- 104 Solow, Roberth; Tobin, J. (1966); Neoclassical Growth with Fixed Factor Proportions; *The Review of Economic Studies*, Vol. 33-2.
- 105 Stigler George J. (1941), Production and Distribution Theories, reprinted in 2013 by Transaction Publishers, New Jersey, U.S.A.
- 106 Stiroh, Kevin J (2004), Economic Impacts of Information Technology; *Encyclopedia of Information Systems*, 2004, Pages 1-14.
- 107 Stokey, Nancy & Lucas Robert (1989), Recursive Methods in Economic Dynamics; USA, Harvard University Press.
- 108 Stokey, Nancy (1988), Learning by Doing and the Introduction of New Goods; *Journal of Political Economy*, 1988, Vol. 96-4.
- 109 Timmer, Marcel, et Moergastel, Stuivenwold and, Ypma (2007), EUKLEMS GROWTH AND PRODUCTIVITY ACCOUNTS, Version 1.0, PART 1 Methodology, Gronningen Growth and Development Centre) and National Institute of Economic and Social Research.
- 110 Tirole, Jean (1988), *The Theory of Industrial Organization*, U. S. A., Massachusetts Institute of Technology, p 18.

- 111 Varian, Hal R. (1978), *Análisis Microeconómico*, University of California, Berkeley, Edición en castellano, 1998, Antoni Bosh editor, S. A., España.
- 112 Varian, Hal R. (1987), *Microeconomía intermedia, un enfoque actual*, University of California, Berkeley, Edición en castellano, 1999, Antoni Bosh editor, S. A., España.
- 113 Weller, Jurgen (2004), *El empleo terciario en América Latina (entre la modernidad y la sobrevivencia)*, Revista de la CEPAL No 84, diciembre, 2004.
- 114 Wolff, Edward N (2000), *Human capital investment and economic growth; Structural Change and Economics Dynamics*, 11 (2000) 433-472
- 115 Wolfi, Anita, y Hajkova, Dona (2007), *Measuring Multifactor Productivity Growth*, OECD, DSTI Working Paper 2007/5, JT03233949, OECD.
- 116 Young, Alwyng (1993), *Invention and Bounded Learning by Doing*; *Journal of Political Economy*, 1993, Vol.101-3.

APÉNDICE A

Servicios de Alto Desempeño

1 Introducción

En estudio previo⁷¹ del sector de Servicios respecto a la migración histórica del empleo entre los sectores de la economía, presento un resumen de las principales teorías y enfoques que han tratado de explicar la presencia y crecimiento de la generalidad de servicios en el ámbito económico con el propósito de aproximar al lector al tema y se concluye con la construcción y exposición de una teoría integral que engloba a las principales teorías y enfoques que se han localizado en la literatura, tal teoría yace en un concepto push-pull el cual guarda similitud al concepto utilizado por algunos autores para explicar el fenómeno de migración de la población entre algunos países (principalmente en la migración de población desde países no desarrollados o en desarrollo hacia los países altamente desarrollados, como lo es el caso de México-EUA).

Dado que el campo de estudio se ubica en los servicios al productor (manufacturero), los cuales tienen un alto impacto en la innovación y el crecimiento de la productividad, y que a su vez tal tipo de servicios se ubica dentro del efecto que aquí se ha denominado "*mecanismo pull*" de la teoría integral "*push-pull*", en la presente sección se da continuación al proceso para exponer la parte correspondiente al mecanismo "*pull*" de la teoría integral.

2 Mecanismos tipo "pull" que generan demanda de empleo en el sector terciario de la economía.

Se ha mencionado ya que algunos enfoques ven como causa del crecimiento de los servicios a una nueva demanda de servicios y que tal demanda se genera por varias razones, a saber:

- Cambio de patrones de consumo (las preferencias), saciamiento de bienes de consumo materiales y preferencia por bienes inmateriales -los Servicios- Ley de Engels (Gershuny, 1982). Al aumentar el nivel de ingreso de las personas éstas muestran una mayor preferencia por el consumo de bienes inmateriales (los servicios). Se refiere a servicios tales como el turismo, el deporte, el cuidado y salud física, la educación (idiomas, artes, entrenamiento, conocimiento y especialización), los restaurantes, diversión y esparcimiento (el teatro, cine, juegos, museos); por otro lado y adicionalmente, la vida cotidiana en una gran ciudad reclama una gran cantidad de nuevos servicios: el transporte público masivo, la vigilancia, servicios públicos especiales, el servicio de comida rápida, las tiendas de conveniencia y los clubes de precios,...etc.
- Cambio en los patrones del empleo social, como ejemplo se cita el de la cada vez mayor incorporación de la mujer al trabajo fuera del hogar (mayor participación de la mujer en la economía), se trata de una realidad cuyo resultado es la contabilización del trabajo doméstico y que ha dado como resultado un aparente crecimiento de la PEA a un ritmo mayor que el crecimiento poblacional. Tal situación se puede visualizar como una mayor demanda de Servicios (housekeeping en el hogar, guarderías, lavanderías y planchadurías, restaurantes, comida rápida, transporte, ... etc.) en sustitución del papel que venía desempeñando la mujer en el trabajo que demanda el hogar. Hoy la pareja cabeza de familia mayormente se

⁷¹ Tal estudio fue segregado del documento, pues está fuera del alcance de los objetivos de la tesis.

encuentra trabajando en la economía extra-hogar, allí la mujer realiza otras labores diferentes a las propias del hogar, por ejemplo, en la fábrica, la banca, en el comercio, en el transporte, en la construcción, en la educación, las artes, el entretenimiento, los servicios públicos, la administración, la contaduría y administración, etc., en fin, labores en áreas de trabajo antes dominadas por el hombre.

- Nueva demanda de bienes sofisticados no-materiales como efecto indirecto del cambio tecnológico y de la innovación, especialmente en el campo de TIC&C y automatización y de los sistemas de organización de la producción, de aquí surge la innovación de los servicios creando el mercado de "Servicios al Productor"⁷² en respuesta a las mayores y nuevas necesidades de los sectores industrial y financiero, cuyas operaciones, día tras día, se tornan más sofisticadas y complejas, allí cada vez aparecen nuevos productos y métodos de trabajo como consecuencia de la innovación y cambio tecnológico antes mencionados. Se trata de un sector cuya presencia ha sido ya identificada en los países desarrollados y que posee las siguientes características:
 - Sector dinámico, con alto nivel de "expertise"⁷³ y actualización tecnológica.
 - Surge como un resultado indirecto de la innovación y cambio tecnológico en los sectores industrial y financiero.
 - Un verdadero subsector dentro del sector servicios, que posee alto ingreso y alta productividad, comparable únicamente con la productividad que se obtiene en el sector industrial manufacturero.
 - En una gran proporción surge también de los recursos y demanda de empleo expulsada del sector formal industrial y financiero, la cual se da bajo la premisa de adelgazamiento, racionalización y aplanamiento de estructuras dentro de la re-organización del trabajo en las empresas. En este sentido en cierta medida se trata de un movimiento de sustitución de empleo más que de generación de nuevo empleo.

En este momento el lector puede tener mayor claridad respecto a que no hay un solo causante que impulse el crecimiento del sector de servicios, tampoco que entre las causas identificadas una sea más importante que la otra, el hecho evoca la frase de Zvi Griliches (1988)⁷⁴ refiriéndose a los probables causantes de la caída de productividad en los años 1960 a 1970:

"Of course, there may not be a single cause - one murder, ...Perhaps it is more like the Murder on the Orient Express- they all did it!"

⁷² Si bien hay que reconocer que el subsector de servicios al productor siempre ha existido.

⁷³ El término "expertise" que aquí empleo conjuga el grado o nivel de habilidad, especialización y conocimiento que logran acumular los empleados en un campo particular de actividad en el proceso productivo, si bien el término se puede traducir como nivel de maestría, he preferido conservar el anglicanismo, el cual es común encontrar en la jerga de la actividad productiva, de organización y de Ingeniería en varios de los países de lengua castellana.

⁷⁴ Zvi Griliches, 1988 en su paper "Productivity and R&D: Another Nonexplication", The Journal of Economic Perspectives, Vol. 2, No 4 (Autum, 1988), pp 19.

3 Enfoques hacia la participación del sector servicios en la productividad agregada, y el crecimiento de la producción y el empleo.

¿El incremento de servicios un problema en la productividad agregada?⁷⁵

El sector de servicios ha tenido una connotación de baja productividad asociada con los servicios tradicionales en el ámbito doméstico y servicios personales, hecho que llevó a forjar la idea de que el sector terciario sería por definición una causa para la caída de la productividad agregada (Baumol, 1985). La figura 3, apartado 2.5, capítulo 1, muestra que algunos países exhiben un estancamiento de la productividad del trabajo: EUA, Brasil, México, en contrapartida, otros países como S. Corea y Taiwan presentan un impresionante crecimiento ~ 9 % anual en el intervalo de 1980 a a 2004.

Algunos autores: Baumol, W. J. (1967, 1985); Castaldi, C. (2009); Maroto-Sánchez y Cuadrado-Roura (2009); Pugno, M (2006); Miles, Ian (1983, 1985, 1993, 2000) aceptando el fenómeno de desplazamiento de la actividad económica hacia el tercer sector, se han mostrado preocupados por el impacto negativo revelado en la productividad agregada en muchos países, presumiblemente debida al crecimiento de servicios (asociado en un origen con el estancamiento de la productividad), lo que ha llevado a pensar en fórmulas de cambio estructural e innovación en la actividad de servicios, ello en busca de un crecimiento positivo de la productividad agregada.

3.1 Sectores de servicios de alto desempeño

Como antes se ha hecho referencia, en estudios recientes se encuentra algunos campos de actividad (subsectores) dentro del sector de servicios que poseen características positivas de crecimiento de empleo y productividad equiparables a las del sector manufacturero, en esa corriente, un grupo cada vez mayor se inclina por la idea de que ese sector de servicios se encuentra en los servicios de outsourcing a la Industria, ya antes se ha hecho referencia a este asunto al comentar enfoques de economistas como I. Miles y J. François; se agrega ahora en esta corriente a Fixler y Siegel (1999); Bartel et alii (2005); la OCDE (2005); Novak y Stern (2007); Castaldi, Carolina (2008); Maroto-Sánchez y Cuadrado Roura (2009).

3.1.1 El subsector de servicios externos la empresa, un campo de alto ingreso, creciente productividad y contribución positiva al crecimiento de la productividad agregada

Maroto-Sánchez y Cuadrado Roura (2009), en su estudio sobre el impacto de la tercerización en el crecimiento de la productividad agregada, refutan parcialmente el conocimiento tradicional de la baja productividad de los servicios, ellos demuestran que varias actividades terciarias (como el outsourcing de alta tecnología y conocimiento) han mostrado dinámicas tasas de crecimiento de productividad y que su contribución al crecimiento de la productividad total juega un papel más importante que lo que históricamente se creía.

Como ejemplo de ello, resaltan los servicios de Tecnología Informática Comunicaciones y Computación (TIC&C), de Ingeniería, de Contabilidad y Administración, de Ventas y Marketing, de Finanzas y Consulta, ... etc.; conocidos como servicios a la Empresa, los cuales se caracterizan por requerir un nivel de habilidades y conocimiento actualizado de vanguardia, y por proporcionar

⁷⁵ La frase que se muestra es tomada del título del paper de Maroto-Sánchez y Cuadrado-Roura (2009), ¿Is growth of services an obstacle to productivity growth?

mayores ingresos y percepciones, mayor tasa de crecimiento de empleo en los últimos años y mayor tasa de beneficio. Además de que tal actividad se establece como de mayor permanencia en el largo plazo y con el carácter de negociable dentro del mercado internacional (divisas y demanda de empleo).

De los planteamientos expuestos sobre los servicios y en particular de los servicios a la empresa (outsourcing) surgen cuestionamientos importantes acerca de la supuesta creciente demanda de empleo que traen consigo dichos servicios y al impacto en el desempeño en la industria a lo largo del ciclo de vida del producto.

3.1.2 Un enfoque urbano y regional

Maroto Sánchez y Cuadrado Roura (2009), en su estudio, ¿Is growth of services an obstacle to productivity growth?, aplica tres métodos de análisis: a) Gráfico, b) "Shift and Share" y c) "Panel de datos de productividad sectorial" como herramientas de contraste y para determinar la participación del crecimiento de productividad en servicios en el crecimiento de la productividad agregada.

En su estudio econométrico para 37 países de la CE (comunidad europea), encuentran que los subsectores del sector de servicios tienen una participación positiva importante en la productividad agregada, su modelo de datos en panel con efectos random tiene la siguiente especificación:

$$\pi_t = \alpha + \beta\pi_{i,t-n} + \gamma X_t + \delta X_{i,t-n} + \phi Z_{i,t} + v_i + \varepsilon_{i,t}$$

Dónde: $i = 1, 2, \dots, K$; son los países en la muestra; $n =$ longitud del período considerado; $X_t =$ es el peso del sector servicio en cada país i (participación respecto el empleo total?); $\pi_t =$ tasa de crecimiento de la productividad del trabajo; $Z_i =$ matriz de variables auxiliares (incluye capital humano, capital de inversión, efecto demográfico y finalmente el grado de apertura comercial); $v_t =$ es el componente de efectos random, y $\varepsilon_{i,t} =$ residuo del modelo.

Se trata de un recurso más dentro del arsenal de herramientas de análisis disponible dentro del desarrollo del tema. Desde nuestra perspectiva el modelo formulado presenta algunos inconvenientes, pues, como en el caso del modelo Baumol, se podría estar omitiendo variables importantes, por ejemplo ausencia del crecimiento de la producción; por otro lado la racionalidad de la participación del vector de variables auxiliares no es muy clara, pues es bien conocido que el capital de inversión no tiene una relación directa o proporcional positiva definida con el crecimiento de la productividad del trabajo, desde nuestro punto de vista habría que considerar únicamente el tipo de inversión que conlleva un cambio tecnológico importante; algo similar sucede respecto las variables auxiliares nivel demográfico o grado de apertura comercial. En última instancia, y tal vez el inconveniente más importante, no es clara la causalidad que implícitamente se considera entre crecimiento de la participación del empleo en servicios con crecimiento de productividad del trabajo.

En la similar dirección Carolina Castaldi (2009)⁷⁶, en su análisis sobre el impacto de la manufactura y los servicios, emplea una metodología "Shift and Share" modificada. Similarmente a lo que ocurre con

⁷⁶ Carolina Castaldi (2009), en su estudio "The relative weight of manufacturing and Services in Europe: An innovation perspective"

el estudio Urbano y Regional de Maroto y Cuadrado, tal análisis no logra permear y descubrir el impacto real que tienen los servicios en la manufactura, se trata de un estudio parcial que trata de usar tal herramienta para medir el impacto de los servicios en la manufactura, la cual, teóricamente, separa los componentes de la productividad, desafortunadamente tal metodología es generalmente cuestionada en el sentido que no obedece a un razonamiento completo de causalidad lo cual podría conducir omisión de variables importantes y por tanto a conclusiones débiles.

4 Los servicios externos (Outsourcing) en la economía

4.1 Concepto de servicios externos (outsourcing) al productor

Tal esquema de aprovisionamiento de servicios no es una novedad dentro de la esfera productiva, de alguna manera siempre ha existido; responde a la necesidad de la empresa de satisfacer demandas contingentes o temporales del recurso humano especializado, profesional y con alto valor tecnológico, para resolver tareas relacionadas con la innovación de productos o con los problemas y mejoras de los procesos productivos y el mismo cambio tecnológico⁷⁷.

En el pasado tal aprovisionamiento estuvo identificado, por ejemplo, en los servicios de consultoría, de proyectos de inversión, de ingeniería, de instalación de maquinaria y mantenimiento especializado, de diseño arquitectónico (los contratos de servicio externo), entre otros, pero hoy la situación ha cambiado, principalmente por la innovación, el cambio tecnológico, los nuevos métodos de organización del trabajo y la globalización.

En el proceso es muy importante reconocer el hecho de que los servicios al productor bajo la modalidad outsourcing forman parte de los servicios al productor, los cuales en una gran medida se integran también por los servicios (intra-empresa) al productor que se realizan dentro de la empresa formando parte de la estructura de la misma a diferencia de los servicios outsourcing.

Los servicios intra-empresa han estado y siguen estando presentes dentro de la estructura y organización de la empresa (hoy en diferente proporción a la que tiempo atrás se tenía), identificados principalmente en los servicios realizados por trabajadores de tiempo completo en actividades clasificadas como staff (o de cuello blanco), quienes no participan propiamente en el proceso productivo; entre otras se puede citar a la ingeniería, el diseño, la investigación y desarrollo de tecnología y nuevos productos, el mantenimiento, la contabilidad y administración financiera, los servicios jurídicos y de gestión en materia de los recursos humanos, las ventas y marketing, la vigilancia, la seguridad en el proceso y en el trabajo, la protección al medio ambiente. Sin embargo, actualmente, ante la imperiosa necesidad que tienen las empresas de mejorar su nivel de competitividad y rentabilidad, afanosamente buscan aplanar sus estructuras mediante la ampliación del tramo de control y la reducción de la plantilla de empleados; ese proceso ha llevado a sustituir en gran medida el trabajo staff de personal interno en tiempo completo por servicios suministrados en el ámbito externo a la empresa. Tal proceso de cambio ha implicado el desplazamiento de cantidad de esos puestos hacia el sector terciario de la economía donde, posteriormente, es re-contratado por las empresas bajo el esquema de un servicio externo (outsourcing).

⁷⁷ Las nuevas instalaciones y maquinaria, implementación y adiestramiento para los nuevos sistemas de organización y ejecución del trabajo, la protección del medio ambiente y el cumplimiento social e institucional, ..., etc.

4.2 Los beneficios primarios del outsourcing de servicios en la empresa

En este contexto, las ventajas de tal movimiento son transparentes, en una primera instancia las empresas toman decisión de comprar (contratar) los servicios outsourcing (en el interior del país o de importación) o emplear recursos internos propios mediante una evaluación de costos (precio externo versus costo interno), racionalidad que de entrada implica eficiencia y reducción de costo (estudios revelan que existe una diferencia salarial importante entre el salario de las empresas y el salario en el mercado externo, éste último es mucho menor contra el que se tiene en el interior de la empresa manufacturera, por ejemplo)⁷⁸. Al mismo tiempo, bajo el esquema de outsourcing, las empresas adelgazan su nómina de empleados (salarios, prestaciones, gestión, protección y seguridad social, pensión, participación de utilidades, etc.), el resultado del proceso implica una potencial reducción del número de trabajadores y de costos que puede mejorar el nivel de productividad y rentabilidad dentro de la empresa.

Visto desde la perspectiva anterior, el crecimiento del empleo en el sector servicios al productor, no deja de ser cierta ilusión, ya que en gran medida se trata de un movimiento de ubicación y no precisamente una creación absoluta de empleo.

5 Relocalización del aparato industrial y de la ocupación

Un fenómeno similar se presenta a nivel de geográfico global entre los países, Algunos países industrializados, por ejemplo EUA, han relocalizado su aparato industrial, traspasando sus fronteras al exterior, en otros países (por sus implicaciones en cuanto empleo el fenómeno se llega a confundir con la des-industrialización); tal proceso tiene varias implicaciones, por un lado un desplazamiento de la ocupación hacia los países en donde se relocaliza la industria, por otra parte bajo el supuesto de que esos proyectos están motivados por la búsqueda de mayor productividad y competitividad, los empresarios involucrados deciden potenciar los beneficios del proyecto mediante la implementación de tecnología de punta e innovación de productos de manera simultánea con la relocalización, es decir al final la ocupación neta es menor a la que se manejaba en el país origen (por ahora no hay nomenclatura adoptada para las empresas que se embarcan en tales proyectos, pues se trata de un nuevo esquema que nada tiene que ver con el formato tradicional de la empresa transnacional) ello debido a que el aparato industrial relocalizado se encuentra dotado de una tecnología que le confiere un nivel superior de productividad de frontera; ejemplo de tal proceso se encuentra en parte de la industria manufacturera de China. El resultado más final del asunto es expulsión neta de empleo a nivel del país emisor debido al proceso de relocalización y también al nivel global por destrucción creativa del empleo cuando tales movimientos van acompañados del cambio tecnológico (la generalidad). Existe otra modalidad del proceso, consiste en la reubicación parcial de los procesos productivos en diferentes sitios del globo tratando de maximizar beneficio mediante el aprovechamiento de las ventajas competitivas y comparativas que ofrecen los sitios estratégicos seleccionados, se cita como ejemplo la relocalización de actividades intensivas en empleo de mano de obra barata no especializada, como el caso de las empresas extranjeras maquiladoras ubicadas en diversos sitios de la geografía mexicana. Tales procesos de movimiento del aparato industrial y de

⁷⁸ Weller, Jurgén (2004), Revista de la CEPAL No 84, diciembre, 2004; Define el concepto tercerización genuina y tercerización espuria y hace énfasis al bajo nivel salarial relativo que caracteriza al sector servicios.

ocupación no son sino implicaciones a nivel global del cambio tecnológico en toda la extensión de la palabra y por causa importante de la destrucción creativa del empleo y su desplazamiento al campo de los servicios. Sin embargo, a medida que el sector terciario innova y cambia tecnológicamente mejora la utilización de recursos y la productividad global aumentará, el crecimiento del empleo dependerá, conforme lo establece la ecuación del empleo, del balance entre el crecimiento de la productividad y el crecimiento de la producción.

Partiendo del cambio tecnológico (incorporado y no incorporado) según el nivel de agregación en la economía, pueden ocurrir varias cosas, el cuadro 1 muestra un cuadro de tales sucesos.

6 La dinámica del proceso

Cuadro 1 Sucesos derivados del cambio tecnológico e innovación

Nivel	Sector Primario y Secundario	Sector Terciario
Firma	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio tecnológico y de organización en la empresa • Aumento de productividad • Cambio estructural del empleo • Desplazamiento de demanda de empleo dependiendo de la estructura del empleo y del balance entre crecimientos de producción y productividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de servicios outsourcing en el subsector de servicios a la empresa como sustitución de algunas actividades desplazadas en los sectores primario y secundario • Mayor demanda de empleo
	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio tecnológico e innovación • Demanda de Servicios con alta tecnología y conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de Servicios con alta tecnología y conocimiento • Mayor productividad e ingreso • Crecimiento o reducción de empleo dependiendo del balance entre crecimiento de la productividad y el crecimiento en la demanda y producción de tales servicios
Sectorial	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de productividad * • Probable reducción en la demanda de empleo dependiendo del balance de crecimientos de productividad y producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Al principio crecimiento de la demanda de empleo • Incremento de productividad * • Demanda de empleo (+ o -), depende de balance entre crecimiento de la producción de servicios y crecimiento de productividad.
Macro	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de productividad agregada ** • Incremento o decremento de empleo, dependiendo del balance resultante entre crecimiento de productividad y crecimiento de producción. • Incremento o decremento de ingreso dependiendo del crecimiento de salarios, empleo y productividad 	

Fuente: Elaboración propia.

* Dado que los recursos son utilizados con mayor plenitud y eficiencia, se establece una gestión global más eficiente

** El resultado conjunto del mejoramiento de ambas productividades da lugar a una mayor productividad del trabajo, que la que privaba antes del cambio, considerando la economía como un todo

6.1 Opciones de la empresa

Novak y Stern (2007), estudiando el impacto del outsourcing en la dinámica de desempeño en el ciclo de vida de producto de la industria automotriz, encuentran que el outsourcing está asociado con altos niveles de desempeño inicial, y que la integración vertical está asociada con el mejoramiento a lo largo del ciclo de vida del producto (mayor gobernanza).

Bajo tal enfoque los empresarios pueden optar por conservar gobernanza de su operación industrial y su estructura a expensas del costo que ello le significa. Lo que se da mayormente es que estos opten por una solución intermedia, y mantienen dentro de su organización el recurso mínimo necesario, de tal forma que complementan las necesidades contingentes, especiales y extraordinarias mediante outsourcing.

Cohen y Zysman (1987), en "Manufacturing Matter", señalan la importancia de la ligazón que existe entre los servicios outsourcing (de alta tecnología y conocimiento) al productor y la industria, y que tal situación establece un sistema de retroalimentación recíproca entre ambos sectores, en donde no se puede concebir la existencia y desarrollo de un sector en ausencia del otro, lo que conllevaría a la necesidad de mantener "in home" ambos sectores manufactura⁷⁹ y servicios, evitando su salida fuera de frontera.

No obstante, la realidad es que este segmento y el esquema de ocupación está adquiriendo una fuerte dinámica internacional, lo que obliga a incursionar en él para evaluar las implicaciones económicas, ventajas y riesgos, que este nuevo campo de actividad significa para el crecimiento económico y del empleo en México.

7 Acotamiento del término outsourcing

Oportuno notar que el término de outsourcing dentro del medio tiene una connotación dual que se aplica no solamente al suministro de servicios, sino también al aprovisionamiento externo de bienes materiales en la forma de un insumo intermediario que el productor requiere para integrar su producción (la forma más conocida), esto es, las partes y componentes terminados o semi-terminados que son suministrados por otras empresas externas al productor final (y aún productor el intermedio, incluida aquí la maquila de manufactura). Obviamente el suministro outsourcing de bienes materiales es un proceso diferente al suministro de servicios, entendidos estos como bienes no-materiales, y por tanto no entran dentro de la clasificación de servicios outsourcing al productor, es por ello que se hace necesario clarificar que el término "outsourcing de servicios a la empresa" a que aquí se hace referencia corresponde a las actividades (trabajo humano), realización de bienes no materiales que son suministrados (los servicios) desde el exterior de la estructura y organización de una empresa, quien en un momento dado los requiere para poder llevar a cabo el proceso de producción.

7.1 La manufactura importa "Manufacturing Matters"

Cohen y Zysman (1987), en su libro "Manufacturing Matters", enfatizan la necesidad de considerar la relación de encadenamiento que existe entre el suministro de servicios (intra empresa o fuera de ella

⁷⁹ En reacción a las corrientes que apoyaban la salida, fuera de frontera, de algunos subsectores de manufactura de la industria de EUA.

-outsourcing-) basados en conocimiento y alta tecnología y, la industria (la manufacturera, por ejemplo).

Desde una perspectiva muy nacionalista, estos autores también alertan a la comunidad de EUA, respecto a la necesidad e importancia de mantener el sector de manufactura dentro de su economía, ellos señalan/advierten del riesgo que implica el llevar su actividad de manufactura fuera de sus fronteras (proceso de exportación conocido ahora como relocalización) pues además de la pérdida de empleo local (en la producción y en los servicios) conduce hacia la separación y pérdida de maestría en los ramos de actividad involucrados (cadenas de producción ex-ante y ex-post, y el sector principal como tal). Al final la caída de la actividad de Servicio Outsourcing a la Industria. El transcurso del tiempo ~ 26 años, concede plena razón respecto a los riesgos planteados por los mencionados autores, actualmente presenciamos que la economía de EUA no se logra reponer de crisis económicas cuya causa raíz se podría encuadrar en la pérdida de empleo manufacturero y la consiguiente pérdida de productividad y competitividad; se sigue que tales efectos negativos pueden ser el resultado de los procesos de desindustrialización y relocalización que ha realizado este país.

7.2 Procesos de desindustrialización y relocalización

Los autores: Singh, A. (1997); Rowthorn R. y Ramaswamy R. (1997), concluyen de sus estudios respecto al fenómeno de Desindustrialización, que se trata de un fenómeno que se hace presente como consecuencia de la evolución natural de la economía. Díaz Mier, Miguel y Caviedes Conde, A. (2007) y Mickiewicz T. y Zalewska A. (2006), revisan los trabajos de los autores antes citados e identifican la presencia del proceso de Relocalización (característico en la economía reciente de EUA), proceso en el cual algunas Empresas locales se enganchan en proyectos de maximización de competitividad y beneficio, apoyándose en las ventajas comparativas y competitivas que ofrecen otras regiones dentro del mismo país o en otros países o regiones ubicadas dentro de la actividad industrial global; tales proyectos generalmente conllevan la exportación-relocalización del aparato productivo en algún otro país⁸⁰. Resulta claro que en tal proceso la actividad de la industria local, del aparato de producción relocalizado, prácticamente desaparece, en ese sitio permanecen únicamente las posiciones estratégicas del negocio (Dirección, Finanzas y Control, Gerenciamiento, Organización, Ingeniería del Producto y de Manufactura, Investigación, Diseño y Desarrollo de nuevos productos). Los autores llegan a establecer que, bajo ciertas circunstancias y consecuencias del proceso de Relocalización, se llega a confundir éste con el de Desindustrialización; ellos enfatizan que se trata de dos procesos característicos y diferentes. En el proceso de Relocalización, la planta productiva y el empleo simplemente cambian su lugar geográfico de ubicación, es decir no desaparecen; en un contexto global la planta productiva y el factor productivo empleo se han conservado a diferencia de lo que sucede en el proceso de desindustrialización.

Mi punto de vista al respecto es que normalmente y bajo la premisa de que las empresas persiguen maximización de beneficios, las plantas de producción relocalizadas no pueden sino ser investidas con equipo que incorpora tecnología de punta, y por tanto poseer alta capacidad de productividad y

⁸⁰ Es el caso de traslado de la planta de industrial de algunos países desarrollados hacia países, antes, emergentes. Algunos ejemplos son China, Corea del sur, Malasia, India y algunos países Latinoamericanos, entre ellos México. Cada caso reviste características diferentes dependiendo el tipo específico de actividad industrial involucrada (Algunos ejemplos: Manufactura, Ensamble, Servicios del Conocimiento y Comunicaciones).

producción (por lo menos superior a las condiciones que se tenía en el sitio de origen). El impacto neto en el empleo puede presentarse bajo diferentes esquemas dependiendo de las magnitudes respectivas de productividad y de producción efectiva (demanda) que lleguen a privar en el ámbito relocalizado. Por ahora no se dispone de estudios que avalen la situación real resultante del proceso masivo de relocalización que ha tenido lugar a nivel global en los años recientes (particularmente a partir de los años 80's), lo que se puede inferir es que dadas las características del crecimiento de productividad (cambio tecnológico incorporado y no incorporado) y crecimiento real de la producción a nivel global y, dado que la gran mayoría de las economías (comunidad Europea, EUA) exhiben un fuerte decrecimiento en la demanda de empleo (puestos de ocupación), el proceso de relocalización puede estar dando lugar a un escenario global de destrucción creativa del empleo y por tanto pasar a ser un causante importante del desplazamiento/expulsión global de empleo hacia el sector terciario de la economía.

8 Importancia económica del sector servicios al productor

Las figuras 2 y 3 esquematizan la estructura de producción del mercado de Suecia, los bloques de producción de bienes (materiales) y de servicios (bienes inmateriales); el esquema muestra que pueden existir diferentes formas de evaluar la relación ingreso bienes/servicios, dado que existen servicios intermediarios suministrados a la producción. Se puede observar que en esa economía los sectores primario y secundario absorben servicios del sector terciario en una cantidad equivalente al 30% (11+10+9) del empleo total del mercado, 19% para los servicios al productor únicamente (9 ~50% de 18% de servicios mixtos). Owen Jansson, Jan (2009), The myth of the service economy - An update; Futures 41, 2009, 182-189.

9 La estructura de los tres sectores en otros países y en México

En su paper Owen Jansson, Jan (2009) hace notar que en esa economía, caracterizada por un alto crecimiento en el empleo en servicios, la creciente participación de los servicios en el empleo total no se traduce a su vez en un crecimiento importante de su participación en el PIB, pues la proporción del valor agregado total de los bienes materiales producidos respecto el valor total de producción de servicios se ha mantenido constante en 63:37 durante 30 años (figura 2), bajo tal esquema se podría interpretar al crecimiento de la actividad del sector servicios como resultado de una simple relocalización de las actividades de servicios que anteriormente se realizaban en la industria por empleados de servicios que pertenecientes o reportados a su misma estructura

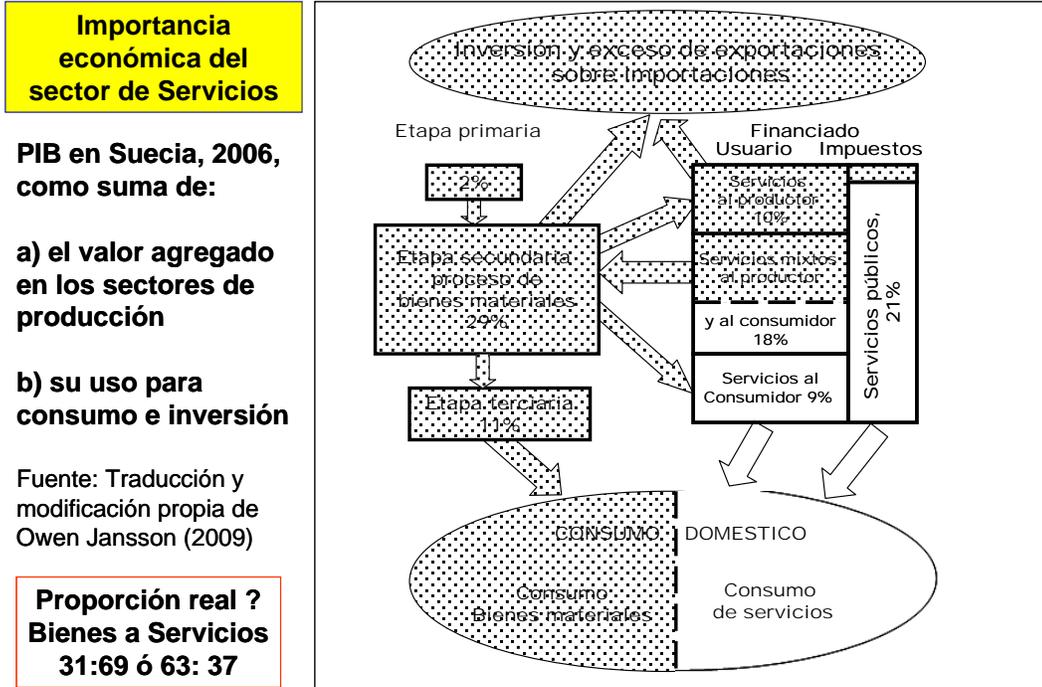


Figura 2: Esquema sectores principales de producción en Suecia, año 2006

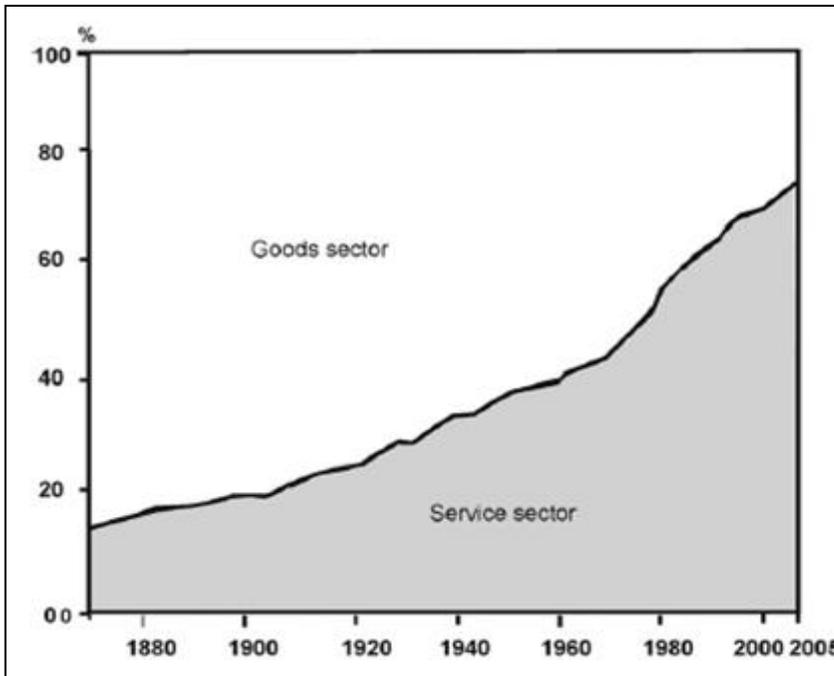


Figura 3

Ejemplo: Crecimiento dominante de servicios en la participación del empleo total en Suecia 1875-2005.

Fuente: The service economy - An update; Futures 41, 2009, 182-189

Considerando un esquema similar para la estructura de empleo que hoy priva en México (figura 5), se podría llegar a pensar que existe un potencial de empleo en servicios al productor. Sin embargo, para concretar al respecto se hace necesario obtener mayor claridad respecto lo qué significa el concepto "Otros Servicios" en la clasificación mexicana (cuadro 3), así mismo conocer a un mayor nivel de desagregación la composición de la categoría servicios de comunicación, por ahora algo no disponible.

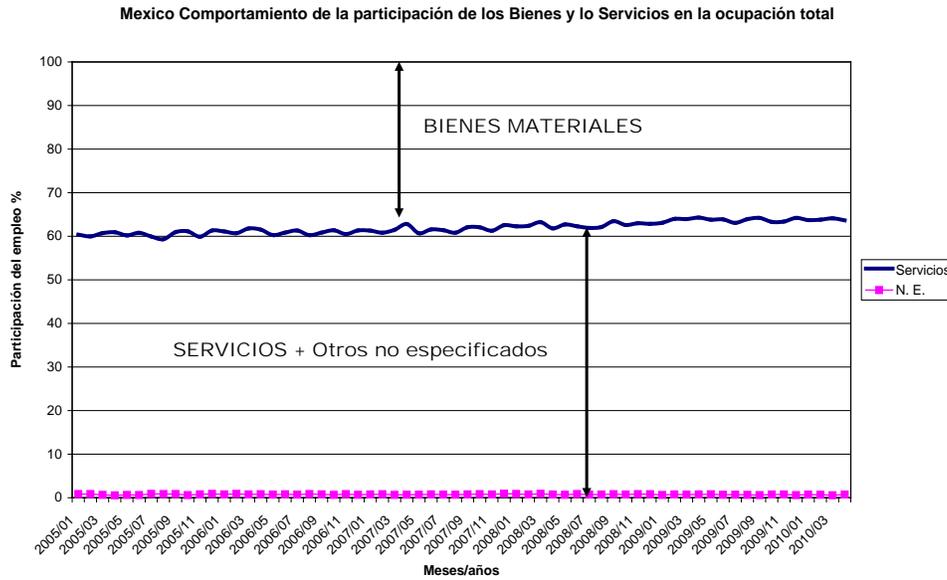


Figura 4

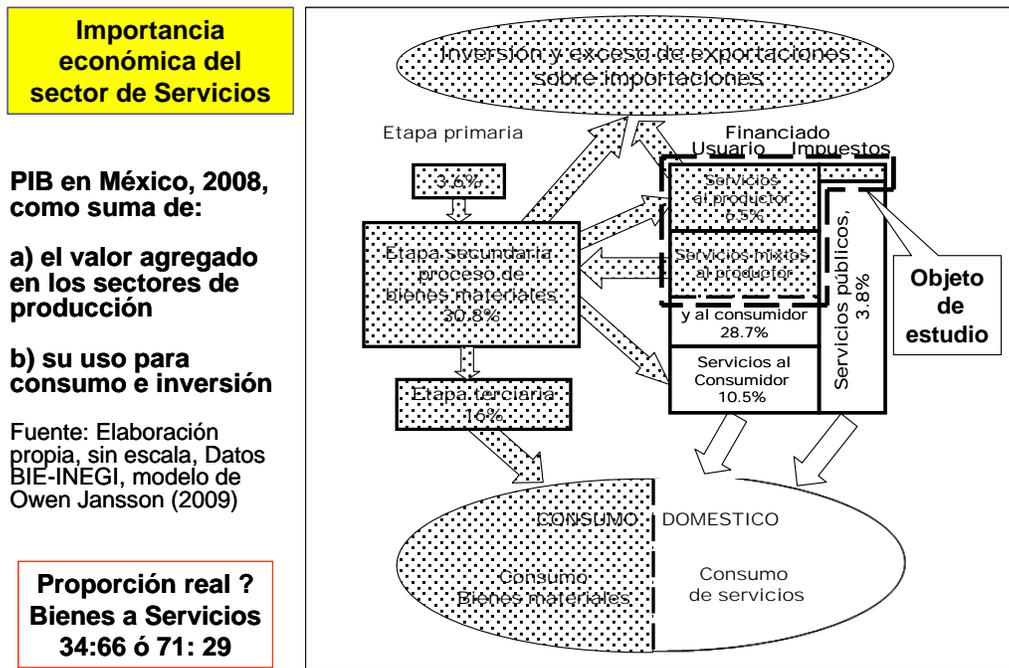


Figura 5: Esquema sectores principales de producción en México, año 2008

10 Clasificación del sector servicios

Dada la heterogeneidad en las características de nivel de conocimiento y habilidades, y de comportamiento en el empleo, la productividad y el ingreso, es conveniente aquí hacer algunas precisiones respecto al término Servicios y en particular del término Servicios Outsourcing a la empresa (productor), en esta tarea mucho ayudará referirse a las figuras 2 y 6 que esquematizan al aparato de producción de una economía integrado por los tres sectores: Primario, Secundario y Terciario o de Servicios. En ese esquema (no se muestra las inversiones y el excedente de exportaciones sobre importaciones), resulta claro que la economía produce dos tipos de bienes, los bienes materiales y los bienes no materiales (los servicios).

Otra clasificación más está relacionada con su interacción en el PIB, esta mostrada en la figura 2 antes referida, como los subsectores Comercio, Servicios al Productor, Servicios Mixtos (para el productor y/o para el consumo), Servicios Directos al Consumidor y los Servicios Públicos (suministrados por el gobierno y financiados por los impuestos).

Para fines estadísticos los bienes servicios han sido clasificados por varias instituciones internacionales, la clasificación adoptada en México por INEGI, a partir del censo 2003, se conforma según la estructura de cuentas del SCIAN⁸¹. En el cuadro 2 se muestra esa clasificación, incluye una subclasificación en tres grupos: Al productor, mixtos y Al consumidor.

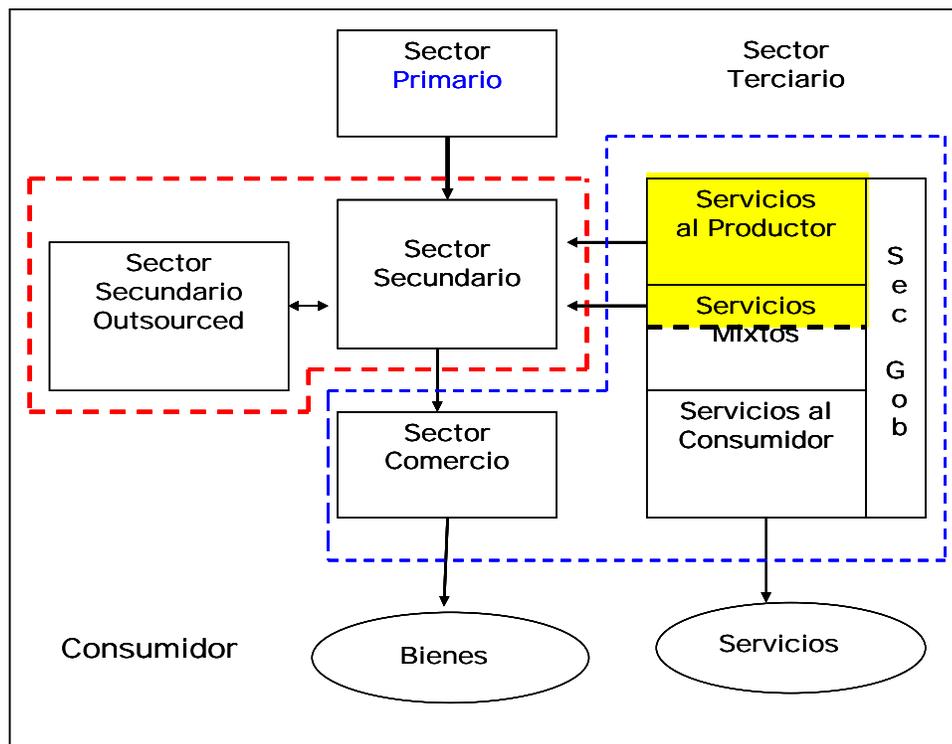


Figura 6: Principales sectores de la producción, el consumo y servicios al productor

Fuente: Elaboración propia con ideas tomadas de Owen Jansson, Jan (2009)

⁸¹ SCIAN: Sistema de Cuentas Integrado de America del Norte.

10.1 Tipologías del subsector de servicios al productor

Conforme se ha descrito en líneas arriba, el sector servicios se puede reagrupar en servicios directos al productor y servicios mixtos; los servicios al productor son los servicios especializados y que no intervienen directamente en el proceso de producción (propriadamente la manufactura) pero que asisten y son complementarios a la producción en forma única, a diferencia de los servicios mixtos que se refieren a bienes de servicios que son suministrados indistintamente a la empresa productora (como un servicio intermediario en la producción) o directamente al consumidor

Cuadro 2 Clasificación de los servicios según usuario directo

Subsectores	Al productor	Mixtos	Al consumidor
1 Comercio	X		
2 Servicios profesionales, científicos y técnicos	X		
3 Dirección de corporativos y empresas	X		
4 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	X		
5 Transporte, correos y almacenamiento		X	
6 Información en medios masivos		X	
7 Servicios financieros y de seguros		X	
8 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles		X	
9 Servicios de salud y de asistencia social			X
10 Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos, y otros servicios recreativos			X
11 *Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas		X	
12 Servicios educativos		X	
13 Otros servicios excepto actividades del gobierno		X	
14 Actividades del gobierno - servicios al productor	X		
15 Actividades del gobierno excepto servicios al productor			X

* El suministro de este tipo de servicios, mixtos, es sesgado hacia el consumidor

Fuente: Elaboración propia tomando como base la clasificación de INEGI, BIE, 2010, México.

Notar que el grupo de servicios al productor puede observarse formado por dos subgrupos: Por una parte, los servicios al productor que son suministrados por la propia empresa, es decir los servicios que se desarrollan intra-empresa y por otra parte los servicios que se suministran a la empresa productora por terceras personas o empresas desde el exterior de la empresa, a este último grupo corresponden los servicios denominados "servicios outsourcing a la empresa".

Todo lo anterior expone claramente la heterogeneidad que caracteriza a los servicios.

En México, INEGI se conforma al sistema SCIAN de México⁸², dentro de ese sistema los servicios intensivos en conocimiento (SIC) se ubican en los subsectores con código 54, 55 y 56 (ver cuadros 3 y 4 en la Introducción de la tesis), respectivamente los servicios profesionales científicos y técnicos, la dirección de corporativos y empresas y los servicios de apoyo a los negocios, cuya característica general son los servicios cuyo insumo principal es el conocimiento y la experiencia del personal, debido a ello se les conoce como el sector de la economía o industria del conocimiento.

11 Participación del subsector SICP para tres parámetros clave de la economía

Carolina Castaldi (2008), en su estudio *“The relative weight of manufacturing and services in Europe: An innovation perspective”* determina las cifras de participación en productividad, empleo y valor agregado, para los subsectores de servicios de redes de informáticas (IN) y servicios del conocimiento intensivo a la empresa (KIBS⁸³) en varias regiones (cuadro 3). El cuadro como, se esperaba, muestra significativos valores para los rubros Productividad y Valor Agregado, así mismo las cifras de participación en el empleo, son las que están en menor rango dentro del cuadro de resultados del cuadro 2; obviamente el enfoque de la presente tesis concuerda con los resultados obtenidos en el estudio de Carolina Castaldi, respecto a la importancia de los KIBS en la economía. Si bien el enfoque central de la tesis está orientado hacia la determinación del impacto del sector KIBS que se identifican aquí como SICP.

Cuadro 3: Participación del subsector KIBS, tres parámetros clave de la economía

Participación en el Total (%)	EU-15	Japón	EUA
Productividad	54.5	38.9	45.75
Empleo	26.3	21.0	30.7
Valor Agregado	41.5	37.6	48.33

KIBS: Servicios intensivos en conocimiento a la empresa.

El lector observará que la importancia a que se hace referencia en esta sección, se basa únicamente en participación en el ingreso o en el empleo, considerando todo lo que se ha dicho, se puede presumir ya que el impacto real de los servicios al productor no depende de su participación en el proceso únicamente, sino que más bien depende del alcance que les confiere el capital humano que poseen y ejercitan.

⁸² En los países integrantes del mercado de América del Norte, se utiliza ahora un sistema unificado de cuentas, aunque con algunas pequeñas diferencias de índole geográfica, así existe el SCIAN de Canadá, el de EUA y el de México.

⁸³ Acrónimo del idioma Inglés: Knowledge Industrial Business Services.

