

**PRODUCTIVIDAD SIN DISTRIBUCIÓN: CAMBIO TECNOLÓGICO
EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA MEXICANA
(1980-1986)¹**

**Bernardo González-Aréchiga
José Carlos Ramírez***

RESUMEN

En este trabajo se analizan los determinantes económicos del crecimiento y transformación de la industria maquiladora en el periodo 1980-1986. En la parte central del documento se estiman por medios microeconómicos, los incrementos en el capital por trabajador y la productividad física del trabajo, con el fin de descomponer el crecimiento del valor agregado (7.9% anual) en los siguientes elementos: la acumulación de capital (16.6%), el aumento en la productividad física del trabajo (12.0%), el aumento en el empleo (12.2%), y el efecto combinado del coeficiente técnico y los precios (que se contrajo a una tasa anual de 11.3 por ciento). Estos indicadores miden la magnitud real de los cambios tecnológicos y organizativos de la industria y permiten entender su dirección.

Los resultados sustentan la hipótesis de que está emergiendo una nueva clase de maquila caracterizada por: ser más productiva y altamente tecnificada, incorporar procesos completos de manufactura y no sólo de ensamble. Paradójicamente, en la nueva maquila, la mayor eficiencia productiva no se traduce en una aportación creciente de divisas para la economía de México. Los datos, revelan además la existencia de importantes cambios en la producción y organización industriales, y sugieren que el monto de la transferencia tecnológica ha sido cuantioso aunque no necesariamente su asimilación doméstica.

ABSTRACT

*This paper analyzes the economic factors of growth and change in the in-bond maquiladora Industry from 1980 to 1986. The study uses a microeconomic approach to estimate capital growth per worker and the physical productivity of labor in order to separate the increase in added value (7.9 percent per year) into the following components: capital accumulation (16.6 percent), the growth of the physical productivity of labor (12.0 percent), increased employment (12.2 percent), and the combined effect of the technical ratio and prices (which decreased to an annual rate of 11.3 percent). These indicators show the true magnitude of technological and organizational changes in the industry thus enabling us to see where these changes are leading. Research results support the hypothesis that there is an emergence of a new type of in-bond plant, characterized by higher productivity and technical advancement, which goes beyond being simply an assembly industry and instead incorporates integrated manufacturing processes. Such technical advances do not represent an increase in the supply of foreign currency to the Mexican economy however. Furthermore, the facts show important changes in industrial production and organization, indicating that technology transfers have been abundant but have not necessarily extended beyond *maquiladoras* into Mexican Industry in general*

* Bernardo González-Aréchiga y José Carlos Ramírez. Director del Departamento de Estudios Económicos de El Colegio de la Frontera Norte, e investigador de dicho departamento. Se les puede enviar correspondencia a Blvd. Abelardo L. Rodríguez, núm 21, Zona del Río, Tijuana Baja California, tels.: 842033, 842226, 842068.

¹ Los autores agradecen el financiamiento conjunto de El Colegio de la Frontera Norte y la Fundación Friedrich Ebert.

Introducción

UNO de los temas centrales del estudio de la industria maquiladora en México ha sido la determinación de la composición del crecimiento y la transformación de esta industria. Hay visiones enteramente contrapuestas que le atribuyen, por un lado, una estructura constante, tecnológicamente homogénea, que simplemente se expande a medida que la favorecen condiciones internas y externas² y, por el otro, estudios de caso que documentan profundos cambios tecnológicos y organizativos en algunas plantas.³

La importancia del estudio de la maquiladora radica en que su rápido crecimiento durante la presente década (a tasas de 7.9 por ciento anual en términos del valor agregado en dólares y al 12.2 por ciento en el empleo productivo directo) la ha sacado de su posición secundaria, relevante a nivel regional, hasta ocupar más del 14 por ciento del empleo manufacturero del país. En estas circunstancias, es necesario reconocer la naturaleza de su transformación con el auxilio de indicadores agregados que, por un lado, midan la magnitud real de los cambios tecnológicos y organizativos del conjunto de la industria y, por el otro, permitan identificar la dirección del cambio.

El presente trabajo enfrenta a estas cuestiones. Su principal objetivo consiste en estimar, por medios microeconómicos indirectos, los incrementos no observables (por la falta de estadísticas adecuadas) en el capital por trabajador y en la productividad del trabajo; con estos elementos se puede descomponer el crecimiento en el valor agregado de la maquiladora en sus elementos principales que son: la acumulación de capital, los aumentos en la productividad y el empleo, y los ajustes en los precios domésticos y el tipo de cambio.

En otras palabras, se busca encontrar hasta qué punto la transformación reciente de la maquiladora ha seguido el *Postulado de Verdoorn*, que propone que el crecimiento obedece primordialmente a la expansión en el uso de insumos productivos, o el *Postulado de la tecnología prestada de Gerschenkron*, que asegura que el cambio tecnológico explica un mayor porcentaje del crecimiento, por lo

² Esto se refleja en los múltiples trabajos que definen a la maquiladora como actividades de ensamble simple intensivas en trabajo; véase por ejemplo, Mario Arriola Woog, *El programa mexicano de maquiladoras: una respuesta a las necesidades de la industria norteamericana*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 1980, pág. 134; y Jesús Tamayo y José Luis Fernández, *Zonas fronterizas (México Estados Unidos)*. México, CIDE, 1983 (Colección de Estudios Políticos, Ensayo 2)

³ Véase entre otros: Laura Palomares A. y Leonard Mertens, "Automatización programable y nuevos contenidos de trabajo. Experiencias de la industria electrónica, metalmecánica y petroquímica secundaria en México" en *Análisis Económico*, vol. 6, núm. 11, julio-diciembre. México, UAM—Azcapotzalco, 1987; de los mismos autores, "El surgimiento de un nuevo tipo de trabajador en la industria de alta tecnología: el caso de la electrónica" en Estela Gutiérrez Garza (coord.), *Testimonios de la crisis: restructuración productiva y clase obrera*. México, Siglo XXI-UNAM, 1985; José Carlos Ramírez y Noé Arón Fuentes, "La nueva era de las plantas electrónicas y automotrices" y Bernardo González-Aréchiga y José Carlos Ramírez, "Transformaciones recientes de la industria maquiladora electrónica" en Bernardo González-Aréchiga (coord.), *La industria maquiladora mexicana en los sectores electrónico y de autopartes*. México, Friedrich Ebert, 1989 (Documentos de Trabajo).

menos en economías poco desarrolladas.⁴ Al alcanzar estos objetivos, indirectamente se estiman indicadores del grado de madurez de la industria maquiladora.

Los resultados sustentan la hipótesis de que está emergiendo un nuevo tipo de maquiladora, físicamente mas productiva que siendo altamente tecnificada, incorpora procesos completos de manufactura y no sólo de ensamble simple, pero que no refleja su productividad necesariamente en un mayor valor agregado y en aumento en los salarios en México. Los indicadores de la productividad revelan la existencia de importantes cambios en la producción y organización industriales que deben estudiarse con nuevos métodos. El análisis sugiere que la transferencia de tecnología ha sido cuantiosa, aunque, no permite evaluar la parte más importante relativa a su asimilación doméstica.

Este proceso de cambio, sin embargo, no es universal porque ocurre en el contexto heterogéneo que actualmente priva entre las plantas, y que se caracteriza por su marcado dualismo; es decir: por la existencia de dos universos de empresas ensambladoras con diferentes grados de productividad entre sí. crecen solamente por el mayor uso de los insumos productivos sin una expansión significativa de la productividad.

Estas conclusiones se derivan y discuten en cuatro secciones. En la primera se revisa brevemente la literatura económica sobre las fuentes del crecimiento y la productividad, con énfasis en los métodos de estimación. En la segunda, se ensayan cinco métodos eslabonados con grados de complejidad creciente hasta descomponer la expansión económica de la maquiladora entre 1980 y 1986 en sus componentes factoriales de productividad y precios; se estima la contribución al crecimiento de la productividad neutral, así como la del trabajo y el capital. Todos estos métodos se adecuan para suplir la falta de información, especialmente del acervo de capital y corrigen la medición del producto para la industria.

En la tercera sección se desagrega la información a nivel de la empresa con el objeto de medir la contribución de la rama industrial, tamaño, edad de la operación y el origen del capital en la explicación de las diferencias en la productividad media y la composición técnica del trabajo.⁵ Finalmente, se combinan los dos niveles anteriores de análisis para proponer una interpretación más completa del crecimiento y el cambio estructural de la industria maquiladora.

1. Métodos de Estudio de la Productividad y el Crecimiento

Los estudios de las fuentes del crecimiento y la productividad han seguido líneas

⁴ Una discusión más amplia, así como una aplicación de estos conceptos para países asiáticos aparece en Yukio Ikemoto, "Technical Progress and Level of Technology in Asian Countries 1970-1980: A Translog Index Approach" en *The Developing Economies*, vol. 24, núm.4 diciembre de 1986, págs. 367-390.

⁵ En la segunda sección se utiliza información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) para el periodo 1980-1986, y en U tercera se usa información de una muestra de 257 empresas maquiladoras localizadas en Tijuana, Baja California, para enero de 1988.

analíticas múltiples, incluso basadas en distintos paradigmas. Los principales enfoques se pueden agrupar en: 1) los de corte empírico, y 2) los que tienen fundamentos teóricos que privilegian el análisis de: a) la tecnología productiva, b) la estructura del valor agregado, y c) la composición del mercado.

El enfoque empírico consiste meramente en la medición de indicadores del producto medio por trabajador, sin una base teórica sólida para interpretar los resultados y formular hipótesis acerca de las causas que rigen el cambio. Este enfoque es utilizado comúnmente para medir la capacidad de generación de empleos, la productividad y competitividad de una región o un país; también se utiliza para clasificar actividades económicas “tradicionales” y “modernas”.

El enfoque de la tecnología productiva se basa en la función de producción o en el proceso productivo, y utiliza como herramientas de análisis la demanda de insumos, el dualismo de la función de producción y de ganancias, el incremento en la productividad específica de factores productivos e insumos, y el estudio de tiempos y movimientos. Dentro de este enfoque el análisis empírico neoclásico ha aportado una vasta literatura como lo demuestran las revisiones bibliográficas de: Charles Kennedy y A. P. Thirlwall (1972), Pan A. Yotopoulos y Jeffrey B. Nugent (1976), y Ali Dogramaci (1983).

En este enfoque se analizan los temas siguientes: progreso tecnológico,⁶ la imputación de las fuentes del crecimiento,⁷ el grado de sustitución técnica del capital y el trabajo,⁸ el efecto de los precios de los insumos productivos,⁹ el efecto de las economías de escala,¹⁰ el crecimiento sesgado en la eficiencia de los insumos productivos,¹¹ y la neutralidad del progreso tecnológico.¹² En este enfoque coexisten

⁶ Esta es la preocupación original del trabajo seminal de Roberto M. Solow, “Technical Change and the Aggregate Production Function” en *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, agosto de 1957, págs. 312-320.

⁷ El trabajo seminal de este método también corresponde a Robert M. Solow, “A Contribution to the Theory of Economic Growth” en *Quarterly Journal of Economics*, febrero de 1956. Otro trabajo clásico en el tema es: Leif Johansen, “A Method for Separating the Effects of Capital Accumulation and Shifts in Production Functions Upon Growth in Labour Productivity” en *Economic Journal*, vol. 71, diciembre de 1961, págs. 225-250.

⁸ El trabajo se inició con la investigación acerca de la estructura de las funciones de producción. Originalmente predominó la función Cobb-Douglas, y posteriormente han cobrado importancia la de constante elasticidad de sustitución (función CES), y la llamada función de reducción translogarítmica. El trabajo empírico es muy amplio véase T. Cowing, D. Reifschneider, y R. Stevenson, “A Comparison of Alternative Frontier Cost Function Specification” en A. Dogramaci (ed.), *Developments in Econometric Analyses of Productivity: Measurement and Modeling Issues*. Boston, Kluwer-Nijhoff Publishing, 1983.

⁹ Esto se estudia por medio de la dualidad entre funciones de costos y de producción; también conviene ver a John W. Kendrick y Ryuzo Sato, “Factor Prices, Productivity and Economic Growth” en *American Economic Review*, vol. 53, parte 2, junio-diciembre de 1963.

¹⁰ Véase Edwin Mansfield, “Technological Changes: Stimuli, Constraints, Returns: Rates of Return from Industrial Research and Development” en *American Economic Review*, vol. 55, mayo de 1965.

¹¹ Véase Paul A. David y Th. Van de Klundert, “Biased Efficiency Growth and Capital-Labor Substitution in the U.S., 1899-1960” en *American Economic Review*, vol. 55, marzo-junio de 1965.

¹² Este tema da lugar a una gran discusión acerca del crecimiento de la eficiencia de los factores productivos (el llamado *factor-embodied or factor-augmenting technical change*), y las distintas formas de neutralidad del crecimiento en la productividad. De esta discusión salieron los términos de neutralidad tipo Hicks, tipo Harrod y tipo Solow. Una definición rigurosa de los distintos conceptos de neutralidad aparece en: Pam A. Yotopoulos y Jeffrey B. Nugent, “Technological Change” en *Economics of Development: Empirical Investigations*. Nueva York, Harper and Row Publisher, 1976, págs. 144-166.

las visiones micro y macroeconómicas que subrayan diversos determinantes de la demanda de insumos, la calificación y adiestramiento, la adopción de nuevas tecnologías, la utilización simultánea de maquinaria de distinta fecha y productividad la utilización de capacidad instalada, la inducción de gastos en investigación y desarrollo. Este enfoque ha sido discutido y aplicado con relativo éxito a la industria maquiladora y a otras ramas manufactureras nacionales.¹³

El segundo enfoque, el de la estructura del valor agregado, no se basa en la relación entre insumos y productos sino en la composición de los costos de los distintos tipos de insumos y factores productivos. Este enfoque es el que da lugar a la medición de los índices de: precios del productor, actividad económica protección arancelaria efectiva y términos de intercambio. Su relevancia reside en que complementa la información sobre procesos productivos o la suple cuando aquélla es totalmente inaccesible.¹⁴

El enfoque de la estructura de costos permite analizar los efectos del tipo cambio real y sus modificaciones en la captación de divisas, y la evolución de grado de competitividad de las actividades de subcontratación. Esa información es parte del análisis industrial tradicional y ha mostrado su utilidad para la evaluación de efectos económicos. El procedimiento de análisis puede ser tanto de orden micro como macroeconómico.¹⁵

En el caso de las maquiladoras, la información disponible sobre producción costos es insuficiente para realizar un análisis riguroso utilizando los enfoques

¹³ Dos trabajos que adoptan esta perspectiva son: María Beatriz García Castro, "I determinantes de la productividad (revisión de la evidencia empírica en cinco actividad industriales mexicanas)" en *Análisis Económico*, vol. 6, núm. 11, julio-diciembre de 1987' y José Luis Fernández y Rodolfo Navarrete, "Determinantes del crecimiento del empleo en la industria maquiladora de exportación de México" en *Economía mexicana: análisis y perspectivas*. México, CIDE, enero de 1988. Cabe aclarar que problemas teóricos de este tipo (en especial el de la coexistencia de maquinaria con distinta fecha) han sido también ampliamente discutidos por ciertos autores de la llamada Escuela de Cambridge (Pasinetti, Garegnani), que basan sus argumentos en la obra pionera de Fiero Sraff *Producción de mercancías por medio de mercancías*. Madrid, OIKOS, 1977, (2da. parte) Una discusión general del tema aparece en C. Kennedy y A. P. Thirwall, *op. cit.*, págs. 28-37.

¹⁴ En el contexto de la teoría neoclásica de la producción, especialmente aunque no exclusivamente en el ambiente perfectamente competitivo, las funciones de producción costos y ganancia conllevan la misma información técnica. Conociendo una de ellas se pueden derivar las otras, incluyendo las funciones de demanda de insumos y factores La dualidad de las funciones de producción y de costos se expresa por medio del llamado Lema de Shephard (*Shephard's Lemma*), y la dualidad entre funciones de producción y de ganancia se expresa en el Lema de Hotelling (*Hotelling's Lemma*); ambos operan por medio de las funciones de demanda de insumos y oferta de productos. Una excelente exposición aparece en: Hal L. Varian, "Theory of the Firm" en *Microeconomic Analysis* Nueva York, H. R. Vanan, W. K. Norton and Company, 1978.

¹⁵ La perspectiva de la estructura del valor agregado se utilizó en: Bernardo González-Aréchiga "Deterioro de los términos de intercambio de la industria maquiladora, 1980 1985" en *Foro Internacional*, El Colegio de México, vol. 28, núm. 3, enero-marzo de 1988, págs 404-442. Además, esta perspectiva se discute mas ampliamente en: Bernardo González Aréchiga, "Estructura de la industria maquiladora de exportación: un ensayo de interpretación y búsqueda de conceptos" en *Investigación Económica*, Facultad de Economía, UNAM (en prensa).

la tecnología productiva o la estructura del valor agregado en forma pura; por lo tanto, se requiere combinarlos para estimar indicadores de carácter híbrido o facilitar la interpretación de los indicadores tradicionales. Conviene destacar que estos dos enfoques en la visión neoclásica son paralelos cuando se cuenta con información precisa sobre insumos y productos, por un lado, y sobre costos, por el otro. Sin embargo, ninguno de ellos se puede aplicar al caso de las maquiladoras con las estadísticas disponibles.

El tercer y último enfoque, el de la estructura del mercado, es particularmente rico porque permite ampliar el análisis tradicional del crecimiento y la productividad. Para lograrlo, se requiere adoptar un criterio más amplio de eficiencia económica que incluya tanto la de orden técnico (que es lo que se estudia directamente por medio del enfoque de la estructura productiva) como la de los precios (que tiene que ver con los patrones de uso de insumos, dados los precios de mercado).

Este método de estudio se basa en las llamadas reglas o criterios administrativos para escoger la dotación de insumos productivos (en inglés son conocidas como *Decisión Rules*). En este tipo de análisis se determina si las empresas adoptan en realidad el criterio consiste en maximizar ganancias como la guía para la contratación de insumos y factores;¹⁶ en este sentido, el método va mucho más allá de lo que plantea el enfoque del valor agregado.

Una visión más completa de este tipo de análisis consiste en estudiar la estructura de los mercados en que participan las industrias para determinar el grado de competencia y la estructura prevaleciente en la contratación de insumos. En particular, es indispensable determinar si las empresas operan en mercados monopolícos u oligopólicos (tanto en la venta de productos como en la compra de insumos) o si el grado de competencia ha cambiado en el tiempo; todos estos factores afectan el valor del producto medio del trabajo y su tasa de crecimiento y, por lo tanto, las medidas crudas de la productividad. La estimación empírica de estos modelos requiere de la especificación de un conjunto de funciones de demanda de insumos, costos y ganancias, distinto al modelo normal de competencia perfecta; además requiere de un método de estimación eficiente de la función de producción y las demandas de insumos para poder efectuar una comparación rigurosa de especificaciones alternativas.

El enfoque de la estructura de mercados es muy relevante para el caso de la industria maquiladora, ya que ésta se caracteriza por operar dentro de mercados trancos y marcos legales laxos que se hallan ligados directamente a criterios de decisión y de competencia. Esta es un área todavía inexplorada, pero basta con mencionar que no hay razón alguna por la cual la maquiladora tenga necesariamente que funcionar como una industria perfectamente competitiva.

Los análisis descritos del cambio en la productividad y las fuentes del crecimiento -que corresponden a los enfoques de la estructura productiva, estructura del valor agregado y estructura de mercado- no se pueden aplicar directamente al caso de la maquiladora de exportación sin adecuarse a sus condiciones especiales. En particular, es necesario tomar en consideración cinco factores de corrección que

¹⁶ Ejemplos de este tipo de análisis se resumen en: Pam A. Yotopoulos y Jeffrey B. Nugent, "Production Function and Profit Function: The Measurement of Relative Economic Efficiency" en P. A. Yotopoulos *et al.*, *op. cit.*, págs. 87-104.

le han discutido en la literatura especializada, a saber: el efecto composición del tipo de empresa, el valor monetario del producto, el concepto del producto, la definición y segmentación de los insumos productivos, y la observabilidad de estos últimos.

2. Estimación del Crecimiento y la Productividad en la Maquila

Conviene aclarar desde el principio que en el texto se usa el término productividad del trabajo en dos acepciones: productividad media, que es el producto por trabajador en dólares corrientes (que se simboliza Q/L); y productividad física que indica cuántos trabajadores del año base (1980) se necesitan para conseguir el mismo volumen de producción, en fechas más recientes, por un trabajador más calificado; es decir, este concepto mide la tasa de crecimiento anual del número equivalente de “trabajadores efectivos” (simbolizado por la tasa gL). En la exposición se diferencian estos dos conceptos por el uso de los adjetivos “medio” o “físico”, o los símbolos Q/L o gL .

Esta diversidad de conceptos de productividad, junto con la necesidad de segmentar el crecimiento de acuerdo con cuatro fuentes (el aumento en la productividad, la acumulación de capital, la expansión del empleo, y las modificaciones en los precios y el tipo de cambio) nos obliga a la utilización de distintos enfoques analíticos en forma secuencial. Más en concreto, se utilizan cuatro métodos propios del enfoque de la tecnología productiva y uno de la estructura del valor agregado; además, se corrige el valor monetario, el concepto del producto, y se toma en consideración la segmentación y observabilidad de los insumos clave.

En primer término se utiliza el método desarrollado por Robert M. Solow (1956 y 1957) para estimar las tasas de crecimiento del producto maquilador por rama industrial en dos componentes: la expansión del factor trabajo (L) y los cambios en su productividad media (Q/L). En seguida se utiliza el enfoque del valor agregado (VA), corrigiendo el concepto de producto maquilador, para introducir a los precios domésticos y el tipo de cambio en el análisis como elementos que explican el crecimiento monetario del producto de la industria; de este análisis se derivan interpretaciones más elaboradas del primer método.

En tercer término, se utiliza el método desarrollado por Leif Johansen (1961)¹⁷ que permite estimar indirectamente la intensidad del proceso de acumulación del capital en las distintas ramas de la industria, así como la contribución al crecimiento del mayor capital por trabajador (K/L). Finalmente, se usa el método de K. Arrow, H. B. Chenery, B. S. Minhas y R. M. Solow,¹⁸ que permite estimar el crecimiento en la productividad física del trabajo (gL) y la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo (S). La aplicación sucesiva de estos enfoques y métodos permite ir depurando la medición e interpretación de la eficiencia productiva general de la función de

¹⁷ Leif Johansen, *op. cit.*

¹⁸ K. Arrow, H. B. Chenery, B. S. Minhas y R. M. Solow, “Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency” en *Review of Economics and Statistics*, vol. 52, agosto de 1961, págs. 225-250.

producción así como explicar el crecimiento de la productividad física del capital (gk); en su conjunto nos presentan un panorama muy amplio de la evolución de la industria maquiladora.

2.1 Enfoque de la tecnología productiva: el método de Solow

En el enfoque tradicional, el valor agregado (Q) se define como la multiplicación del número de trabajadores (L) por el producto por trabajador (Q/L); es decir:

$$(1) \quad Q = L \cdot (Q/L)$$

diferenciando totalmente la ecuación y dividiéndola por Q encontramos que:

$$(2) \quad \frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{(Q/L)}}{(Q/L)}$$

donde las variables marcadas con un punto en la parte superior se refieren a la derivada de la variable respecto al tiempo.¹⁹ Los resultados que se presentan en el Cuadro 1 son los siguientes:

a) El crecimiento del producto total (Q) para el conjunto de la industria fue de 7.9 por ciento anual en dólares corrientes, y el personal ocupado creció al 12.2 por ciento anual; con este ritmo de expansión el producto se duplica en 8.7 años y el empleo en 5.7 años. Es decir, la principal fuente de crecimiento (Q) fue el aumento en el personal ocupado (L) ya que la productividad por trabajador (Q/L) cayó para el conjunto de la industria.

b) Ocho de once ramas sufrieron pérdidas netas en el valor agregado total (Q) en ese periodo; y solamente en dos aumentó la productividad media por trabajador (Q/L). Éste es el caso de las ramas de equipo no eléctrico y juguetes. Las mayores pérdidas en la productividad se dan en las ramas de calzado y cuero, servicios y madera y metal.

c) Conviene destacar que las ramas con un mayor producto por trabajador (Q/L) crecieron más rápido que las ramas menos productivas; esto explica el 2.6 por ciento del crecimiento anual en el conjunto de la industria (Q).²⁰

¹⁹ Una perspectiva analítica semejante fue utilizada para analizar el crecimiento del empleo maquilador 1979-1985 por José Luis Fernández y Rodolfo Navarrete, *op. cit.* Aquí es importante considerar que para diferenciar totalmente la ecuación es necesario que se cumplan dos condiciones: a) que (1) sea continua y diferenciable en Q/L, lo cual sugiere que debe existir un número infinito de técnicas (representadas por Ki/Li) en todo el intervalo de la gráfica de la función Q y 2) que los diferenciales dL y d Q/L se mantengan constantes a través del tiempo, pues ellos miden la razón de crecimiento de los factores.

²⁰ Estos indicadores se obtuvieron calculando la suma ponderada de las tasas de crecimiento del trabajo con ponderaciones fijas del inicio del periodo.

Los comentarios anteriores muestran que la causa principal de crecimiento del Valor agregado (Q) de la industria ha sido el aumento en el número de trabajadores (L) seguida de la recomposición de la industria con un crecimiento mayor de las ramas más productivas.

2.2 Enfoque del valor agregado

El procedimiento clásico para *analizar* las fuentes del crecimiento se debe modificar para tomar en consideración que el producto de la maquiladora se expresa con unidades monetarias.²¹ Por lo tanto, es necesario redefinir el valor agregado monetario (Q) como el producto de un precio unitario (r)²² y el volumen físico (q). Esto implica que el índice de crecimiento de la productividad por obrero que se deriva utilizando el método de Solow sin modificación, agrupa tanto los efectos reales como los avances en la tecnología y el incremento en el capital por trabajadores tales como los efectos monetarios en los precios y el tipo de cambio.²³

Esto es particularmente importante ya que México está pasando por un periodo muy largo de inestabilidad cambiaria con modificaciones violentas en la paridad real del peso, que afecta profundamente la evolución de la variable r . Por ejemplo en 1980, que es el año base, el peso tuvo una sobrevaluación promedio de 13.6 por ciento y en 1986 existía una subvaluación de 38.8 por ciento para el peso libre. Asimismo, la inflación en Estados Unidos para ese periodo (que es el país que se toma como base)²⁴ fue de 32.9 por ciento, o 4.7 anual. La evolución del producto medido en dólares corrientes ilustra la contribución de la industria maquiladora a la generación de divisas; la evolución en dólares constantes mide su crecimiento real y el verdadero aumento en su participación en el mercado internacional.

Una segunda modificación importante que surge del enfoque del valor agregado es la redefinición del producto, en este enfoque debe verse como la suma de los gastos realizados en: 1) mano de obra; 2) insumos nacionales; 3) alquiler de maquinaria y equipo de origen nacional; 4) renta de edificios y terrenos; 5) energía eléctrica; 6) teléfonos, telégrafos y télex; 7) tramites aduanales; 8) fletes y acarreos. y 9) mantenimiento de edificios y maquinaria. Esto implica que un incremento en el precio unitario de cualquiera de estos insumos, manteniendo constante todo

lo demás, aumenta el valor agregado. Igualmente, cualquier mejora técnica y organizativa que ahorre en la utilización de estos insumos reduce el valor agregado. Esta relación se puede caracterizar de la siguiente forma:

²¹ Véase Robert M. Solow, "Technical Change and the Aggregate Production Function" *op. cit.*

²² La variable r es el precio implícito de los servicios de subcontratación que presta México a las empresas extranjeras medido en dólares corrientes.

²³ Una de las limitaciones más fuertes de la información sobre las maquiladoras es la falta de índices del volumen físico de la producción y las importaciones, así como la falta de índices de precios al productor específicos para la industria.

²⁴ Esto se debe a que más del 70.6 por ciento de los insumos utilizados por las maquiladoras mexicanas son de origen estadounidense. Véase U.S. International Trade Commission, *The Use and Economic Impact of TSUS Items 806.30 and 807.00*. Washington, USITC Publication 2052, enero de 1988.

$$3) \quad VA = Q = \sum (P_i \cdot X_i)$$

donde P_i y X_i son el precio unitario y el volumen del insumo i utilizado por las maquiladoras en México.

El efecto de los cambios tecnológicos en la estructura de costos se puede estudiar por medio de una variable "y" que mide el valor agregado por trabajador ($y = Q / L$, en donde el trabajo es el insumo $X_j=L$). Para terminar el análisis debemos reconocer que la utilización de insumos depende de una variable z , que representa factores tales como la tecnología. Juntando todos estos elementos tenemos que:

$$4) \quad y(z) = \frac{\sum \{ P_i \cdot X_i(z) \}}{X_j(z)}$$

Por lo tanto, el efecto de un cambio tecnológico en "y" está dado por la derivada total de esta ecuación respecto a z ; es decir:

$$5) \quad \frac{\delta y(z)}{\delta z} = \frac{X_j(z) \cdot \sum P_i \cdot \frac{\delta X_i(z)}{\delta z} - \sum (P_i \cdot X_i) \cdot \frac{\delta X_j(z)}{\delta z}}{X_j(z)^2}$$

De esta ecuación se concluye que un cambio tecnológico aumenta (disminuye) el valor agregado por trabajador (Q/L) si y sólo si el numerador es positivo (negativo); o sea, $y(z)$ aumenta si:

$$6) \quad \sum \{ g_i \cdot E(X_i, z) \} > E(X_j, z)$$

en donde g_i es el porcentaje del valor agregado que corresponde al insumo i , por lo que:

$$7) \quad \sum g_i = 1$$

$$8) \quad E(X_i, z) = \frac{\delta X_i(z)}{\delta z} \cdot \frac{z}{X_i}$$

Expresado en palabras: el cambio tecnológico aumenta el valor agregado por trabajador (Q/L) si el incremento (caída) porcentual en el empleo de obreros

($X_j = L$) es menor al aumento (caída) porcentual promedio del conjunto de insumos ($X_i = L$). Es decir, $y(z)$ aumenta:

a) Si el cambio tecnológico ahorra trabajo (X_j) pero aumenta el conjunto ponderado de los demás insumos.

b) Si el cambio tecnológico ahorra trabajo (X_j) pero induce un ahorro proporcional menor en los demás insumos ($X_i, i = X_j$).²⁵

La relación entre el uso de insumos, el cambio tecnológico y el valor agregado indica que es necesario tomar en consideración el conjunto total de insumos nacionales y sus precios para poder entender el proceso de producción desde el lado de la formación del precio de los servicios de subcontratación. Esto es una condición previa para reintegrar de una manera ordenada los aspectos de producción con los de valoración del mercado.

Además de esclarecer el papel del cambio tecnológico en la utilización diferenciada de insumos, el enfoque del valor agregado es muy útil para cobrar conciencia del papel que juegan los índices de precios de México y del exterior, así como el tipo de cambio en la composición y la magnitud total del valor producido por las maquiladoras. Cabe señalar que si medimos el valor agregado (VA) en dólares constantes, en vez de dólares corrientes, llegamos a la conclusión que el producto total (Q) solamente creció a una tasa geométrica anual de 3.9 por ciento y que el producto medio por trabajador (Q/L) cayó al 9.1 por ciento, ya que la inflación estadounidense entre 1980 y 1986 fue de 4.8 por ciento anual. En contraste, el crecimiento en términos domésticos es sumamente alto debido al aumento de la tasa de subvaluación en ese periodo. Con esta base, la maquiladora creció a una tasa real de 13.4 por ciento anual; aún más, al medir el producto en pesos, toda las ramas crecieron, y el producto por trabajador (Q/L) creció al 1.2 por ciento anual. Con esta base, solamente las ramas de muebles de madera y metal sufrieron pérdidas reales en el producto por trabajador (Q/L).

Los datos muestran, por lo tanto, la paradoja de que en términos internacionales la maquiladora ha sufrido una gran pérdida en su productividad media y ha gozado solamente de un crecimiento modesto en el producto, pero en términos doméstico ha crecido sustancialmente tanto en el producto como en la productividad.

2.3 El método de Solow corregido

Tomando en consideración las observaciones del enfoque anterior, podemos redefinir y generalizar el método de Solow para aplicarlo de una manera más adecuada a la industria maquiladora y las definiciones prevalecientes en las estadísticas de la industria. Primero, es necesario generalizar la función de producción para todos el conjunto P de insumos productivos ($i \in P$), manteniendo el supuesto de que es homogénea de grado uno y tiene la forma de una *Cobb-Douglas*, así pues tenemos

²⁵ En un sentido técnico esto implicaría que el cambio tecnológico de la industria no se neutral; es decir, afecta la tasa marginal de sustitución técnica entre insumos. Por lo tanto la reducción de un insumo como el trabajo llevaría a la utilización mas intensiva de otros insumos mas baratos (como sería la electricidad y el capital) que elevan el costo por trabajador (el valor agregado por obrero) aunque reduzca sustancialmente el costo total por unidad de producto.

Que:

$$9) \quad q = A \prod_{i \in P} X_i^{a_i}$$

Por lo tanto, al diferenciar totalmente la ecuación anterior tomando en cuenta las correcciones de valor encontramos:

$$10) \quad \frac{\dot{(Q/L)}}{Q/L} = \frac{\dot{A}}{A} + \frac{\dot{r}}{r} + \sum_{i \neq j} a_i \frac{\dot{X}_i}{X_i/L}$$

donde $X_j = L$

Esta relación muestra que el producto por trabajador $f(Q/L)$ mide el efecto combinado de los cambios porcentuales en lo siguiente: la productividad técnica (A), la remuneración que reciben los maquiladores mexicanos por producto terminado (r), y el efecto-producción de los cambios en la intensidad de uso de los factores productivos por trabajador (tercer sumando de la ecuación 10).

Finalmente, es posible expresar la ecuación anterior en términos de la composición del valor agregado utilizando el enfoque de la sección 2.2.b. Esto nos da la relación:

$$11) \quad \frac{\dot{A}}{A} = \sum_{i \in I} g_i \frac{\dot{X}_i}{X_i} + \sum_{i \in I} g_i \frac{\dot{p}_i}{p_i} - \sum_{i \in P} a_i \frac{\dot{X}_i}{X_i} + \frac{\dot{r}}{r}$$

La variable $g_i (X_i P_i/Q)$ es el porcentaje de los gastos totales que integran el valor agregado que corresponden al insumo «i»; el primer sumando es el índice de cantidades y el segundo es el índice de precios propios de la industria maquiladora. Ambos se pueden aproximar empíricamente por medio de índices de Laspeyres o Paasché por métodos tradicionales.²⁶

La ecuación (11) implica que el cambio tecnológico neutral (A/A) se puede aproximar por medio de la diferencia de dos componentes. El primero mide el aumento del valor agregado causado por el uso de un mayor volumen de insumos nacionales y la variación en su precio (primeros dos sumandos). El segundo componente es el incremento en el producto atribuible al aumento en el volumen de los insumos productivos corregido por el precio unitario en el bien final (últimos

²⁶ Una discusión más profunda de este proceso de análisis aparece en: Bernardo González-Aréchiga, "La caída de los términos de intercambio de la industria maquiladora de exportación 1980-1986", *op. cit.*

dos sumandos de la ecuación). La suma algebraica de ambos elementos mide el crecimiento remanente que no se puede atribuir a ningún insumo ni al cambio en el precio que recibe México por los servicios de subcontratación.

La estructura de las ecuaciones anteriores revela que la caída en la productividad media por hombre ocupado (Q/L) en algunas ramas de la industria, observada en el método crudo de Solow, se debe a una combinación de los siguientes factores:

- La reducción en la eficiencia del proceso productivo global (cae A); esto ocurre cuando las empresas nuevas tienen una tecnología menos intensiva que las viejas.
- El profundo reajuste del uso de insumos productivos es tal que disminuyó la intensidad promedio de uso de aquellos diferentes al trabajo (caen X_i/L).
- El reajuste en el precio de la subcontratación y el tipo de cambio implicó que los empresarios maquiladores nacionales recibieran una compensación en dólares menor en 1986 a la que recibieron en 1980 por cada unidad producida (cae Q/q).

Estos factores, sin embargo, se tienen que identificar utilizando estimadores más depurados dentro del enfoque de la tecnología productiva, ya que la información del valor agregado está limitada por la falta de índices de precios al productor específicos para esa industria.

2.4. Enfoque de la tecnología; productiva.- el método de Leif Johansen

El análisis de los métodos anteriores permite medir el cambio en el producto medio del trabajo (Q/L) e identificar sus principales causas; sin embargo, no permite expresar este cambio explícitamente en términos de determinantes más fundamentales como son el crecimiento del capital por trabajador y el parámetro tecnológico. Leif Johansen, en un artículo clásico de 1961 que todavía mantiene su vigencia, extiende el análisis del trabajo de R. M. Solow y permite descomponer el crecimiento a partir de información sobre el producto y los salarios bajo el supuesto de que el trabajo se contrata abiertamente en mercados competitivos. El análisis permite identificar las diferencias de crecimiento del capital por trabajador y el parámetro tecnológico en las ramas que componen la industria maquiladora de la frontera y el interior geográfico del país.

El punto de partida es la aplicación de una versión de dos factores de la ecuación (9), que incorpora el supuesto de rendimientos constantes a escala, para las J ($j=1,2,\dots, J$) ramas industriales de la maquiladora para el año base de 1980 ($t=0$) y el año de referencia de 1986 ($t=T$). La ecuación (9) se expresa como el cociente del producto por trabajador en esos dos momentos del tiempo para obtener el siguiente conjunto de relaciones:

$$12) \quad \frac{Q_{j0}/L_{j0}}{Q_{jT}/L_{jT}} = \frac{A_{j0}}{A_{jT}} \cdot \left(\frac{K_{j0}/L_{j0}}{K_{jT}/L_{jT}} \right)^{\alpha_j}$$

para $j = 1, 2, \dots, J$

Estas ecuaciones suponen que la elasticidad producto del capital para cada industria j (que es el parámetro a_j) se mantiene constante entre el periodo 1980-1986.²⁷

El conjunto de ecuaciones (12) se puede estimar por medio de un proceso en dos etapas. En la primera se estiman las elasticidades producto del capital (a_j) para cada una de las J ramas, por medio de la selección óptima del insumo trabajo (L) en el contexto del máximo logro de ganancias de la maquiladora bajo el supuesto de competencia perfecta. Las estimaciones se hacen en forma separada para cada industria utilizando series de tiempo.²⁸ Los resultados aparecen en las columnas intermedias del Cuadro 2. La segunda etapa, consiste en expresar las ecuaciones (12) en forma lineal, por medio de su transformación logarítmica, que permita calcular los cambios en el coeficiente técnico (A) y el cambio no observable en el capital por trabajador (K/L). Esta última estimación se realiza utilizando mínimos cuadrados ordinarios usando datos de cambio discreto del producto medio por trabajador (Q/L) entre el tiempo O y el tiempo T , y las elasticidades producto del capital (a_j) calculadas en el primer paso para las distintas ramas industriales.²⁹

La versión logarítmica de la ecuación anterior es:

$$13) \quad \ln \frac{Q_{j0}/L_{j0}}{Q_{jT}/L_{jT}} = \ln \frac{A_{j0}}{A_{jT}} + \ln \frac{K_{j0}/L_{j0}}{K_{jT}/L_{jT}} \cdot a_j$$

que, utilizando mínimos cuadrados ordinarios nos da los siguientes resultados:

$$14) \quad \ln \frac{Q_{j0}/L_{j0}}{Q_{jT}/L_{jT}} = -0.680 + 5.7405 \cdot a_j$$

(1.1586)

$R^2 = 0.6053$ **Grados de libertad**

La ecuación de regresión utiliza 18 observaciones industriales, 11 ramas de la región fronteriza y 7 del interior; se debe subrayar que fueron eliminadas aquellas ramas que tenían información incompleta para el periodo bajo estudio o generaron

²⁷ El análisis empírico de Johansen se basa en estadísticas de 1924 y 1950 por lo que el supuesto de constancia de la elasticidad es demasiado restrictivo; él estima las elasticidades para cada industria en ambos artos y toma el valor promedio de éstas. Nosotros suponemos la constancia de las elasticidades ya que nuestro método de estimación se basa en series de tiempo y no en sección cruzada como el de este autor.

²⁸ La ecuación que se estima es: $W_{jt} L_{jt} = (1-a_j)' Q_{jt}$; en donde W_{jt} es el salario medio pagado por cada industria en el tiempo t y las demás variables se definen como antes.

²⁹ Se debe reconocer que los métodos de estimación utilizados no son eficientes, en el sentido que no utilizan toda la información que se requiere para encontrar estimadores más confiables. Este método se utiliza precisamente por la falta de datos sobre el capital y el valor de renta del capital, la cual imposibilita la estimación eficiente; de hecho, esta falta de información es la que obliga a utilizar el método indirecto de Johansen.

estimadores inconsistentes para la elasticidad producto del capital (aj) en la primera etapa. Los números en los paréntesis bajo el valor del parámetro de regresión de el error estándar del coeficiente.

Las dos últimas columnas del Cuadro 2 miden la tasa geométrica de crecimiento (contracción) anual del producto por trabajador para cada rama que se pueden atribuir al parámetro técnico A (que incluye el efecto de los precios) y el crecimiento del capital por trabajador. Los principales resultados de este método son las siguientes:

a) Para la industria maquiladora en su conjunto, el capital por trabajador (K/L) aumentó entre 1980 y 1986 en 30.2 por ciento; es decir, creció a una tasa geométrica de 4.4 por ciento anual.

b) Sin embargo, el parámetro tecnológico (A) -que como se demostró anteriormente capta los cambios en los precios, el tipo de cambio, y la verdadera productividad física- cayó 49.3 por ciento en ese mismo periodo, con una caída media anual de 11.3.

c) En conjunto ambos factores explican la contracción media anual de más de 7.3 por ciento del producto por trabajador de la industria.

d) Solamente en la rama de calzado y cuero, y en las ramas textil y de materiales eléctricos del interior del país cayó el capital por trabajador (K/L). El método refleja una significativa penetración de capital en virtualmente toda la industria maquiladora.

e) El mayor crecimiento del capital (K) se da en las ramas de alimentos, juguetes y otras industrias en la frontera, y en el equipo de transporte en el interior.

f) En las ramas electrónicas el crecimiento es mayor al promedio de la industria excepto en materiales eléctricos del interior. Estas ramas sufrieron una contracción en el producto por trabajador menor al promedio por concepto de la caída en el parámetro A.

En general, el análisis de Johansen muestra que el desempeño de los últimos años de la industria maquiladora no se puede explicar en el contexto del análisis microeconómico si no hubo un aumento considerable en el capital por trabajador. Esto sugiere un aumento sustancial en la productividad física del trabajo al mismo tiempo que disminuye fuertemente el salario real y cae, consecuentemente, el valor del producto marginal del trabajo.

2.5. Enfoque de la tecnología productiva: el método de Arrow, Chenery Minhas y Solow

El análisis anterior permite medir indirectamente el crecimiento del capital por trabajador para sostener la hipótesis de que el trabajo se ha vuelto físicamente más productivo, a pesar de que ha caído su remuneración media. Esta observación merece verificarse más a fondo por medio de un análisis del crecimiento de la productividad propia de la mano de obra; es decir, por medio de la medición de los cambios tecnológicos que aumentan el trabajo (Labor Augmenting Technological Change). Nuestra estimación se basa en el método propuesto por Arrow, Chenery, Minnas y Solow (1961).

El análisis parte de una función de producción con una elasticidad de sustitución constante (la llamada función C.E.S.), que es más general que la función *Cobb*

Douglas utilizada en los casos anteriores, y parte del supuesto que tanto el trabajo como el capital se deben medir en unidades efectivas y no en unidades físicas como horas laboradas o valores monetarios. La especificación de la función de producción es la siguiente:

$$15) \quad Q = \left(a(t) \cdot k^{-d} + b(t) \cdot L^{-d} \right)^{-1/d}$$

en donde $a(t)$ y $b(t)$ son los factores de corrección del capital y el trabajo para medirlos en unidades efectivas; d es un parámetro que determina la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo (la elasticidad de sustitución es $S = 1/(1-d)$), y las demás variables tienen el mismo significado que antes.

El método ACMS propone que los factores de corrección son funciones geométricas que reflejan tasas constantes de crecimiento anual de la productividad del capital y el trabajo, g_k y g_l respectivamente. Las relaciones que determinan el capital y el trabajo efectivo son:

$$16) \quad a(t) = A_0 \cdot e^{g_k t}$$

$$17) \quad b(t) = B_0 \cdot e^{g_l t}$$

La variable t es el tiempo que toma el valor cero en el año base y se incrementa de uno en uno hasta el año T .

Las condiciones de primer orden para la contratación competitiva del empleo, utilizando las ecuaciones (15) y (17), nos dan la siguiente relación:¹

$$18) \quad \ln(W_t \cdot L_t / Q_t) = (S-1) \cdot \ln B_0 + (1-S) \cdot \ln(W_t) + g_l \cdot (S-1) \cdot t$$

que estimada por medio de mínimos cuadrados ordinarios resulta en:

$$19) \quad \ln(W_t \cdot L_t / Q_t) = -2.0078 + 0.1943 \cdot \ln(W_t) - 0.0233 \cdot t$$

(0.0616) (0.0037)

$R^2 = 0.87$ Grados de libertad = 9

Los resultados del análisis de regresión se pueden expresar en términos de los parámetros originales del modelo para facilitar su interpretación. Los principales resultados son:

a) La elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo (S) es 0.8057; este valor es estadísticamente diferente de uno que es el supuesto implícito en la función de producción *Cobb-Douglas* de los métodos anteriores.

b) La tasa de crecimiento de la productividad física del trabajo (g_l) es de 11.99

¹ Una referencia obligada en este tipo de análisis aparece en Paul A. David y Van de Klundert, *op. cit.*

por ciento anual; esto implica que existe una diferencia cualitativa muy importante en la productividad del trabajo en distintos años de tal forma que la fuerza de trabajo en 1986 es más de dos veces más productiva que la de 1980.

c) El valor de la constante B_0 de la ecuación (17) es $2.149 \cdot 10^{10}$; éste es el factor que convierte la medición tradicional del trabajo en "trabajo efectivo".

d) La medición del crecimiento de la productividad del trabajo (g_L) se puede completar con una medida combinada del crecimiento de la productividad del capital (g_K) y el capital por trabajador (K/L). La ecuación (19) relaciona la distribución factorial del producto con la elasticidad de sustitución y otros parámetros del modelo.

$$20) \frac{\dot{PI}}{PI} = -(1 - PI) \cdot \left(\frac{s-1}{s} \right) \cdot \left[\frac{\dot{K/L}}{K/L} + \frac{a}{a} \cdot \frac{\dot{b}}{b} \right]$$

La variable PI representa aquella fracción del producto que se paga a los trabajadores (es decir, $Q/W \cdot L$, en donde W es el salario promedio); las demás se definen como antes. Si evaluamos esa ecuación utilizando los valores calculados de los parámetros así como información histórica de la remuneración al trabajo tenemos los siguientes resultados:

$$21) \frac{\dot{K/L}}{K/L} + \frac{\dot{a}}{a} = 0.3460$$

Esto implica que la suma del valor del capital por trabajador (K/L) y el aumento de la productividad propia del capital (g_K Capital Augmenting Technical Progress) es de 34.6 por ciento anual; es decir, ha aumentado tanto la presencia relativa del capital en la producción maquiladora como la productividad media de los bienes de producción.

3. Análisis de Variancia de la Maquiladora en Tijuana

En la sección anterior se exploraron los cambios de 1980 a 1986 en la productividad media y física del trabajo (Q/L y g_L) en las distintas ramas industriales, como indicadores de cambios de largo alcance en el grado de sofisticación tecnológica de la maquiladora en México. En esta sección se utiliza información desagregada a nivel de planta con el objeto de analizar esos mismos indicadores para la maquiladora localizada en Tijuana, de acuerdo con su clasificación por rama, tamaño, edad de la planta y origen del capital social. El procedimiento de análisis consiste en: 1) describir las diferencias que existen entre los valores medios de estos indicadores para cada uno de los criterios de clasificación, y 2) probar estadísticamente hasta

qué punto esos criterios de clasificación segmentan muestras distintas -es decir, muestras que provienen de procesos aleatorios diferentes-, por medio de un Análisis de Variancia (ANOVA).²

Las diferencias en los aspectos técnicos de la producción de las 12 ramas que integran la maquiladora en Tijuana aparecen en el Cuadro 3

Es necesario aclarar que los estratos que definen la retícula del cuadro anterior se definieron con base en las medidas de tendencia central de las funciones de densidad de las variables de composición técnica de personal y producto medio. Ambas funciones son asimétricas y se extienden hacia la derecha, por lo que U mediana es menor a la media de la distribución. En estas circunstancias el estrato muy bajo agrupa aquellos valores que se localizan entre cero y la mitad de la mediana; el bajo agrupa los que se hallan entre la mitad y una vez la mediana; el estrato medio se ubica entre la mediana y la media; el alto entre Una y dos veces la media, y el muy alto por encima de dos veces la media.³

Sin entrar en una descripción detallada se pueden derivar las siguientes observaciones: 1) A medida que se amplía el tamaño de la planta aumenta el valor agregado por trabajador y el número de técnicos por obrero, aunque el último cociente tiende a disminuir para plantas mayores de 500 trabajadores.

2) Las empresas con cien por de ciento capital social mexicano tienden a ocupar menos técnicos por obrero y a exhibir un valor agregado menor por trabajador que las empresas con otra composición de capital. Los demás tipos de propiedad producen resultados diversos.

3) Las empresas más grandes son las que se crearon en el periodo 1978-1981 y siguen en operación en 1988, también son las que tienen la mayor productividad por trabajador.

4) Las plantas más nuevas tienden a tener un mayor porcentaje de técnicos por obrero, esta relación es inversa en las ramas de productos químicos y equipo de transpone.

Todas las observaciones anteriores son de orden general y están sujetas a grandes variaciones en cada una de las ramas, pero ilustran la necesidad de analizar el comportamiento de la industria en unidades de análisis más pequeñas.

² Esta sección deja de lado el análisis de la información publicada sobre la industria y se basa en una muestra de 257 empresas recolectada por el Departamento de Estudios Económicos de El COLEF y la Delegación de SECOFI en Tijuana para enero de 1988.

³ En el caso del cociente-Técnico por obrero, el estrato muy bajo aglutina a las plantas que tienen menos de 39 técnicos por cada cien obreros; el bajo se extiende de 3.91 a 7.7 técnicos por 100 obreros; el medio va de 7.71 a 14.1 técnicos; el alto va de 14.1 a 28.2 técnicos por cien obreros, y el muy alto es para las empresas que exceden la marca de 28.21.

Para el valor agregado por obrero, el estrato muy bajo agrupa a las empresas con un valor agregado por obrero inferior a 431.5 miles de pesos mensuales; el estrato bajo rebasa la marca anterior pero se mantiene abajo de 863.0 miles de pesos al mes. En el estrato medio las empresas tienen un producto por obrero superior a 863.1 pero inferior a 1 045.0 miles de pesos mensuales; el estrato alto supera 1 045.1 pero no alcanza los 2 090.1 pesos mensuales y el muy alto rebasa este último límite.

El punto de partida de la hipótesis consiste *en* que la industria se divide en pequeñas unidades clasificadas por rama, edad, tamaño de la planta y origen del capital social. De tal forma, estamos realmente hablando no de 13 unidades de análisis, una por cada rama, sino de un total posible de 2,275 (que resultan de la combinación de 13 ramas, 5 grupos de edad, 5 estructuras de tamaño de planta y 7 composiciones distintas en cuanto al origen del capital social).⁴

El procedimiento estadístico ANOVA determina si una serie de factores (tales como la edad y el tamaño de la planta) afectan sustancialmente la distribución de atributos (como el valor agregado por trabajador y el número de técnicos por obrero), de forma que se rechace la hipótesis de que las muestras de todas las unidades de análisis provienen del mismo proceso aleatorio. La hipótesis alternativa es que las medias entre los grupos de empresas con diferentes factores son distintas y, por lo tanto, tienen procesos aleatorios propios. Es decir, al rechazarse la hipótesis nula se acepta que el análisis agregado de la maquiladora no conduce realmente al entendimiento de indicadores concretos sobre la producción porque la suma -de empresas de distintos sectores, edades y tamaños de las plantas- aglutina unidades de análisis con patrones de comportamientos muy distintos.

El procedimiento ANOVA se llevó a cabo para las variables de técnicos por obrero y valor agregado por obrero tomando como factor, primero, la rama, la edad y el tamaño de la planta y, segundo, la rama y el origen nacional del capital social. Los resultados muestran que los factores más significativos son la rama y el origen del capital social, aunque también son significativos la edad y el tamaño de la planta pero con una mayor probabilidad de error.

Los resultados que se presentan en detalle en los cuadros 4 y 5, son los siguientes

a) los factores rama, edad y tamaño de planta separan distribuciones distintas de la variable valor agregado por obrero con un nivel de significancia de 10 por ciento. Una rama es significativa incluso con un nivel de 0.1 por ciento.

b) El valor agregado por trabajador proviene de muestras separadas por ramas y origen de capital; este factor es significativo con una probabilidad de error de 0.1 por ciento.

4. Conclusiones sobre la Productividad y el Crecimiento

Los métodos estadísticos del enfoque de la tecnología productiva (de Solow, Johansen y ACMS) y el enfoque de la estructura del valor agregado, muestran un crecimiento maquilador con una significativa ganancia en la productividad del trabajo, tanto media como física (Q/L y g_L), que no se manifiesta en la distribución factorial del producto (L^W/Q); es decir, muestra crecimiento y productividad sin distribución. Los principales resultados numéricos son los siguientes:

a) El trabajo productivo (L) ha crecido a una tasa geométrica anual de 12.2 por ciento

⁴ El análisis aquí realmente se reduce a contrastar dos hipótesis separadas: una trata simultáneamente 325 grupos clasificados por rama, edad y tamaño de planta, y la otra trata 91 grupos por rama y origen de capital social. La capacidad de la máquina computadora no permitió manejar los cuatro factores simultáneamente con los 2 275 grupos.

b) La productividad del trabajo (g_L , el llamado Labor Augmenting Technical Change) ha crecido al 11.99 por ciento anual.

c) Estos resultados implican que el trabajo efectivo empleado en la industria maquiladora de exportación ha crecido a una tasa anual de 25.6 por ciento ($L/L - g_L - L/L'g_L$) que casi duplica el crecimiento del insumo humano.

d) El mayor potencial del trabajo se debe parcialmente a un importante aumento del capital por trabajador (K/L), que creció a una tasa media de 4.4 por ciento anual.

e) Los incisos anteriores muestran un vigoroso proceso de acumulación de capital en la industria (K), del orden de 16.6 por ciento anual; esta medición combina los resultados de los métodos de Solow y Johansen, e implica que el capital por empresa aumentó en ese periodo a una tasa media anual de 10.6 por ciento.

f) También hay evidencias respecto a que la eficiencia del capital (g_K Capital Augmenting Technical Progress) aumentó en forma importante en el periodo estudiado; la suma del crecimiento en el capital por trabajador y la eficiencia del capital (el incremento porcentual en K/L más g_K es de 34.6 por ciento. Con estas cifras encontramos, combinando los métodos de Johansen y de ACMS, que la productividad del capital (g_K) aumentó a una tasa de 30.2 por ciento anual.

g) Sin embargo, el rápido crecimiento del capital y la productividad del trabajo no se manifiestan en un aumento del producto medio del trabajo (Q/L) sino en una caída drástica de 4.3 por ciento anual. Las retribuciones a la fuerza de trabajo también caen a tasas aceleradas.⁵

h) Este cambio se debe a la caída del coeficiente A de la función de producción que capta la eficiencia económica global del proceso productivo, tomando en cuenta la productividad conjunta, los precios de los factores productivos, el tipo de cambio y el precio internacional de los servicios de subcontratación. Este parámetro cayó a una tasa de 11.3 por ciento anual.

i) U caída en el producto medio por trabajador (Q/L) obedece a la contratación de obreros y técnicos adicionales que reducen el producto marginal del trabajo ($6Q/6L$). La expansión del empleo es la respuesta a la caída de más de 50 por ciento del salario real, puesto que la función de producción de la industria tiene una elasticidad de sustitución de capital por trabajo (S) de 0.8057.

La composición del crecimiento de la industria maquiladora desde 1980 hasta 1986 (especialmente si nos centramos en el método de Johansen) es semejante a la observada en Japón (1953-1965 y 1975-1980), Hong Kong(1955-1960), Taiwán (1955-1970 y 1970 1980), y Corea del Sur (1960-1973 y 1970-1975).⁶ En estos

⁵ Debe mencionarse que en el artículo de J.L. Fernández y R. Navarrete, *op. cit.*, págs. 74-77, se concluye que el crecimiento de la productividad ha sido muy bajo Este planteamiento es consistente con los resultados de este trabajo ya que estos autores miden precisamente el producto monetario medio (que es a lo que nosotros llamamos productividad media (Q/L) de la maquiladora y no la productividad física (nuestro g_L); de hecho, ellos igualan el producto con el volumen de las exportaciones (ecuación (3) de este trabajo, pagina 72), esto imposibilita la medición de la productividad física, como se busca en este trabajo, y es la que se ha transformado durante la década de los ochenta.

⁶ Véanse los métodos de estimación así como una síntesis de estimadores de productividad agregada en Yuldo Ikemoto. *op. cit.*, págs. 369 y 376.

países y periodos la productividad ha explicado cerca del 50 por ciento del crecimiento del producto, mientras que la otra mitad está explicada por la expansión de los factores productivos tales como el capital y el trabajo. Es decir, existe un balance entre el *Postulado de Verdoorn* y el *Postulado de la tecnología prestada de Gerschenkron*; el aumento de la productividad juega un papel decisivo en el crecimiento del producto maquilador pero su contribución es inferior a la observada durante la década de los setenta en Singapur, Hong Kong, Malasia, Filipinas ó Tailandia Esta caracterización del crecimiento de la maquiladora sugiere que se encuentra en un estado intermedio de desarrollo en el que existe un balance entre la acumulación de capital y el cambio tecnológico.

Si complementamos los resultados numéricos anteriores con la información de orden cualitativo del análisis de variancia para la ciudad de Tijuana se puede proponer una serie de explicaciones prácticas del conjunto de indicadores derivados que además sustentan la interpretación anterior de las fuentes del crecimiento.

1) La industria se compone, por un lado, de plantas con tecnologías modernas que se instalaron con procesos productivos complejos o que los han incorporado con el paso de los años, y, por el otro, de plantas tecnológicamente poco sofisticadas que recurren principalmente al ensamble simple. Esta dualidad técnica introduce una enorme fuente de variancia.

2) La caída en la productividad media del trabajo (Q/L) por rama refleja el comportamiento promedio de un conjunto muy heterogéneo de empresas que pone en evidencia que si bien la productividad física (gL) ha aumentado para un número importante de empresas, hay otro grupo de plantas que ha crecido aceleradamente con una productividad media (Q/L) muy inferior al promedio de su rama.

3) Es decir, el aumento en la sofisticación tecnológica (A) y en la productividad física (gL y gK) de algunas empresas se ve compensado por la expansión y el ingreso de nuevas plantas que ensamblan productos poco sofisticados. En otras palabras, la industria maquiladora está pasando por un doble proceso de sofisticación y dualismo tecnológico creciente, con una expansión mayor de las empresas en la parte baja de la escala tecnológica.

4) Además de la composición real del crecimiento maquilador es necesario considerar procesos macroeconómicos y legales. La dramática caída del tipo de cambio, aun en términos reales, el profundo proceso de “desregulación” de la maquiladora y las mejoras en infraestructura física de las ciudades fronterizas reducen los costos de operación disminuyendo también los ingresos de los abastecedores mexicanos de insumos y servicios. Esto sucede porque las maquiladoras, aun las de capital nacional, operan como centros de costos.

5) En otras palabras, las ganancias en la productividad (gL) y en la intensidad del capital (K/L), que tienden a elevar el valor del producto por trabajador (Q/ L), se compensan por la baja en los precios internacionales de los servicios mexicanos (de tierra, trabajo, capital y conocimiento) y por la reducción relativa del volumen necesario de servicios por la “desregulación” y el mejoramiento de la infraestructura (cae Q/q). En general, se vende menos por unidad de producción y a un precio más bajo.

6) Es necesario reconocer que el cambio en la composición de productos también ha contribuido al crecimiento. Al traer nuevas fases del proceso productivo a México normalmente se eleva la sofisticación técnica y la productividad física aunque esto

no se vea reflejado en el valor agregado por trabajador debido a la drástica caída en las remuneraciones reales.

7) Paradójicamente, uno de los factores que explican la caída en las remuneraciones medias del trabajo, mientras aumenta tanto el capital por trabajador como la eficiencia directa del trabajo, es la adopción de estrategias organizativas más modernas (cambios tecnológicos “blandos”) en las plantas maquiladoras. Las técnicas administrativas de “cero inventarios”, “entregas justo a tiempo” (que van ligadas entre sí), “cero error” y “círculos de calidad”, representan métodos para aumentar el rendimiento del capital financiero y productivo, las materias primas (el llamado *Yield*), la mano de obra, el espacio de la planta, etcétera. Estos ahorros representan para México una baja en el volumen de insumos que se exportan indirectamente por medio del programa maquilador, incluyendo el trabajo y la renta de espacio industrial, y provocan la caída en el valor agregado en el país por unidad de producto físico (Q/q).⁷

En consecuencia, la mayor eficiencia productiva de las maquiladoras, en igualdad de circunstancias, representa una menor eficiencia económica para México, especialmente en términos de la generación de divisas. Esta observación le da un contenido empírico importante a la noción de “tecnología adecuada” para la industria maquiladora.

7 La evidencia de este trabajo muestra que el crecimiento de la productividad de la maquiladora se ha dado precisamente por las tres vías, que, paradójicamente, según algunos autores, explican su estancamiento: 1) reducido y decreciente tamaño de las plantas; de hecho, la nueva tecnología permite incrementar la productividad en planta, de pequeña escala en virtud del predominio de las economías de alcance sobre las economías de escala; 2) las maquiladoras no realizan únicamente actividades de ensamble simple, ya que hay un número creciente de plantas que incluyen procesos completos de manufactura; y, finalmente 3) la escasa integración de insumos nacionales en muchos casos no implica la escasa integración de procesos sino al contrario, la transferencia creciente de segmentos adicionales del proceso productivo del exterior hacia plantas mexicanas; el abasto se hace desde dentro de la propia planta

CUADRO 1
TASA DE CRECIMIENTO DEL VALOR AGREGADO, PERSONAL
PRODUCTIVO DIRECTO Y VALOR AGREGADO POR TRABAJADOR
EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORACIÓN
(1980-1986)

Ramas	Valor Agregado (en dólares) (TQL6)	Personal Productivo Directo (T95L6)	Valor Agregado por trabajador (TQ95L6)
Total nacional	7.91%	12.17%	-4.26%
Total fronterizo	7.74	11.38	-3.64
Alimentos	-2.10	7.35	-9.45
Textil	-3.23	2.69	-5.92
Calzado y cuero	-3.81	17.00	-13.19
Madera y metal	10.93	18.49	-7.56
Eq. de transporte	24.16	30.16	-6.01
Eq. no eléctrico	10.97	9.46	1.51
Eq. eléctrico	4.45	6.72	-2.27
Mat. eléctricos	3.25	7.65	-4.40
Juguetes	16.58	14.61	1.97
Otras industrias	7.43	13.16	-5.73
Servicios	7.60	16.73	-9.13
Total no fronterizo	8.92	17.74	-8.82
Textil	2.27	15.49	-13.22
Calzado y cuero	-27.72	-2.68	-25.04
Eq. de transporte	49.52	44.71	4.81
Eq. eléctrico	27.88	29.82	-1.94
Mat. eléctricos	-1.94	8.12	-10.06
Otras industrias	14.50	35.14	-20.65
Servicios	3.66	15.66	-12.01

Fuente: Elaborado con base en *Estadísticas de la Industria maquiladora de exportación 1975-1986*. México, SPP-INEGI, 1987.

CUADRO 2

ESTIMACIONES DEL CRECIMIENTO EN CAPITAL POR TRABAJADOR Y EL CAMBIO TECNOLÓGICO COMO COMPONENTE DEL PRODUCTO POR TRABAJADOR POR RAMA INDUSTRIAL BASADO EN EL MÉTODO DE LEIF JOHANSEN (1961)

RAMA	Variable Depend.	Ln Y	Alfa X	Alfa E.S.(x)	R ²	F	V.A./L V1	A/A	K/L
ZONA FRONTERIZA									
Alimentos		-0.576	0.100	0.027	0.994	1115.2	-9.45%	-0.1917	0.0957
Textil		-0.363	0.080	0.017	0.998	2733.9	-5.92%	-0.1370	0.0765
Calzado y cuero		0.813	-0.050	0.025	0.997	1707.9	-13.19%	-0.0877	-0.0478
Madera y metal		-0.458	0.050	0.036	0.991	683.2	-7.56%	-0.1242	0.0478
Eq. de transporte		-0.353	0.034	0.035	0.992	763.7	-6.01%	-0.0914	0.0325
Eq. no eléctrico		0.085	0.063	0.034	0.991	36.0	1.51%	-0.0461	0.0603
Eq. eléctrico		-0.132	0.076	0.015	0.998	3963.9	-2.27%	-0.0948	0.0727
Mat. eléctricos		-0.261	0.046	0.019	0.997	2366.6	-4.40%	-0.0875	0.0440
Juguetes		0.064	0.110	0.046	0.983	367.6	1.97%	-0.0946	0.1052
Otras industrias		-0.332	0.099	0.019	0.997	2197.1	-5.73%	-0.1501	0.0947
Servicios		-0.540	0.030	0.071	0.997	183.3	-9.13%	-0.1187	0.0287

Promedio ponderado Fronterizo	-0.029	0.061	.	.	.	-4.73%	.
ZONA NO FRONTERIZA							
Textil	-0.798	-0.050	0.039	0.991	694.8	-13.22%	-0.0851
Calzado y cuero	-1.475	-0.100	0.312	0.793	12.6	-25.04%	-0.1501
Eq. de transporte	0.265	0.095	0.042	0.987	450.9	4.81%	-0.0468
Eq. eléctrico	-0.039	0.080	0.031	0.993	826.1	-1.94%	-0.0830
Mat. eléctricos	-0.608	-0.020	0.047	0.987	455.8	-10.06%	-0.0823
Otras industrias	-1.130	0.028	0.082	0.958	138.9	-20.65%	-0.2151
Servicios	-0.669	0.045	0.069	0.975	192.5	-12.01%	-0.1545
Promedio ponderado No-fronterizo	-0.981	0.009	.	.	.	-11.36%	.
Promedio ponderado Nacional	0.090	0.046	.	.	.	-7.30%	.

Fuente: Elaborado con base en *Estadísticas de la industria maquiladora de exportación 1975-1986*. México, SPP-INEGI, 1987.

CUADRO 3
CLASIFICACIÓN DE LAS RAMAS DE LA INDUSTRIA MAQUILADORA
EN TIJUANA DE ACUERDO CON LA COMPOSICIÓN DEL PERSONAL
Y A LA PRODUCTIVIDAD MEDIA

Valor Agregado por obrero (miles)	RELACIÓN TÉCNICOS/OBREROS				
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
0-3.9	3.91-7.7	7.71-14.1	14.11-28.2	28.21-"	
Muy bajo 0-431.5					
Bajo 431.6-863.0	Calzado y cuero	Textil			
Medio 863.1-1,045.0		Madera y metal	Material eléctrico y servicios	Juguetes	
Alto 1,045.1-2,090.1			Químicos equipo eléctrico	Transporte equipo no eléctrico	Otras Industrias
Muy Alto 2,090.2 "		Alimentos			

Fuente: Elaborado con base en una muestra de 257 empresas en enero de 1988. Departamento de Estudios Económicos de El Colegio de la Frontera Norte y Delegación SECOFI en Tijuana.

CUADRO 4
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE: VALOR AGREGADO POR OBRERO
CON LOS FACTORES RAMA, EDAD Y TAMAÑO DE LA PLANTA

Puente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Significancia F de la F	
Efectos	35528055.546	19	1869897.660	3.140	.000
rama	26141748.958	11	2376522.633	3.991	.000
edad de la planta	5279743.044	4	1319935.761	2.216	.068
tamaño	4741767.086	4	1185441.772	1.991	.097
Explicado	35528055.546	19	1869897.660	3.140	.000
Residual	129230732.489	217	595533.329		
Total	164758788.04	236	698130.458		

257 Casos procesados

20 Casos (7.8 por ciento) son faltantes

Fuente: Elaborado con base en una muestra de 257 empresas en enero de 1988. Departamento de Estudios Económicos de El Colegio de la Frontera Norte y Delegación SECOFI en Tijuana.

CUADRO 5
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE: VALOR AGREGADO POR OBRERO
CON LOS FACTORES RAMA Y ORIGEN DEL CAPITAL

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significancia de la F
Efectos	35048684.467	16	2190542.779	8.382	0.000
rama	20303373.352	11	1845761.214	7.062	0.000
capital	7037393.423	5	1407478.685	5.385	0.000
Interacción	10248936.796	13	788379.754	3.017	0.001
Rama capital	10248936.796	13	788379.754	3.017	0.001
Explicado	45297621.263	29	1561986.940	5.977	0.000
Residual	21953362.589	84	261349.555		
Total	67250983.852	113	595144.45		

257 Casos procesados

143 Casos (55.6 por ciento) son faltantes

Fuente: Elaborado con base en una muestra de 257 empresas en enero de 1988. Departamento de Estudios Económicos de El Colegio de la Frontera Norte y Delegación SECOFI en Tijuana.