

CAMBIO TECNOLÓGICO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO INDUSTRIAL. IMPACTOS SOBRE LA ESTRUCTURA OCUPACIONAL EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA COLOMBIANA (1987-1997)

Manuel Guillermo Bonilla M.*
Investigador, Observatorio de Ciencia y Tecnología
gbonilla@ocyt.org.co

RESUMEN

Este ensayo investiga las tendencias más relevantes en las variables básicas del comportamiento económico, de cambio tecnológico e innovación en la estructura industrial colombiana, con énfasis en el efecto del crecimiento sectorial sobre los niveles de ocupación.

El ensayo indaga sobre las capacidades sectoriales para la producción de innovación tecnológica asociadas con el desempeño de la productividad multifactorial y la evolución de empleo a lo largo del período 1987-1997. Constata si las grandes variaciones en el empleo se deben al aumento que pudieran experimentar algunas industrias en sus niveles de intensidad de capital, productividades factoriales y cambio tecnológico, aspectos relevantes al propósito de explicar las transformaciones sectoriales ocurridas en la estructura industrial colombiana a lo largo de los primeros años de la apertura económica.

*Palabras clave: cambio tecnológico, productividad laboral, productividad multifactorial.
Clasificación JEL: L6 O31, O32*

I. INTRODUCCIÓN

La introducción de nuevas técnicas de producción promueve la recomposición en la intensidad del uso de los factores capital y trabajo, esto con impactos percederos sobre el factor trabajo, en el sentido en el cual las nuevas técnicas serán siempre más intensivas en capital y menos exigentes en factor trabajo. En otras palabras, la carac-

* Este artículo representa la visión del autor y no necesariamente refleja la opinión de la institución a la que pertenece.

terística central del avance técnico se manifiesta cuando se genera una nueva función de producción que supera a su predecesora en el sentido de requerir menos cantidad de uno o más factores y la misma de los restantes para una cantidad de producto dada (Salter, 1986).

Simultáneamente, con la mejora en los procedimientos técnicos, cambian constantemente los precios de los factores, eventos estos que se combinan para determinar nuevos flujos de técnicas que se ponen en movimiento, dando siempre lugar a técnicas de un mínimo costo dada la función de producción prevaleciente y los correspondientes precios relativos de los factores. De esta manera, los nuevos conocimientos ofrecen un rango ampliado de posibilidades de producción al tiempo que los movimientos en los precios relativos de los factores alteran la demanda por técnicas económicamente más apropiadas. En otras palabras, los nuevos procedimientos técnicos que son producto de conocimientos avanzados aplicados a la producción y su interacción con los movimientos en los precios relativos de los factores, producen una dinámica que se expresa en un flujo continuo de nuevas técnicas de producción.

El ejemplo clásico de cada una de estas influencias se verifica cuando el conocimiento permanece inalterado en condiciones en las que se encarece el trabajo en relación con la inversión real, dando lugar a técnicas más avanzadas que elevan la inversión y disminuyen la participación del factor trabajo. Desde luego, al transformar la relación entre el capital y el trabajo, las técnicas modernas de producción se corresponden con requerimientos de fuerza laboral más capacitada y promueven, invariablemente, la adaptación de mano de obra calificada a los nuevos insumos de capital.

La valoración del papel de cada fuerza (sustitución de factores o cambios en sus precios) en la determinación de las técnicas más avanzadas es un ejercicio bastante complejo y, para lograrlo es preciso un conocimiento detallado de la tecnología. El método más acertado sería comparar las características centrales de las nuevas plantas en diferentes épocas, de lo cual podríamos deducir el comportamiento de la productividad alcanzado en las distintas cosechas de las plantas. Este método permite identificar la posible ocurrencia de obsolescencia económica, indicando que las técnicas de producción cambian en el tiempo y sugiriendo también que los niveles de conocimiento en algún punto del tiempo se cristalizan en la tecnología incorporada en la nueva maquinaria y equipo.

Una alternativa útil para comprender la naturaleza del cambio tecnológico, en el caso de Colombia, es el empleo de procedimientos estadísticos que ayuden a descifrar las asociaciones existentes entre las magnitudes del empleo, la intensidad con la que se reproduce el capital, la productividad del trabajo y del capital, las proporciones en las que varían las productividades relativas y los efectos que estas productividades relativas traen sobre los niveles de ocupación y de remuneración tanto al capital como al trabajo.

Para el caso que nos ocupa, el sector industrial colombiano, las interrelaciones entre las tasas de crecimiento del cambio técnico, la productividad multifactorial y magnitudes, como el capital (o sus acervos) y el coeficiente capital-trabajo, permitirán

un acercamiento comprensible a la interpretación de la dinámica intersectorial en el sentido de poder situar aquellos sectores industriales que sobresalen por su capacidad para generar innovaciones tecnológicas asociadas a niveles superiores de productividad y ritmos crecientes de generación de empleo a lo largo del período que va desde 1987 hasta 1997. En esta dirección, el presente trabajo provee información relativa a las asociaciones mencionadas, procurando establecer el efecto recíproco entre cambio técnico y la capacidad del sector industrial para hacer sostenible la creación de valor agregado y empleo. En particular, se busca establecer si las grandes variaciones en el empleo se deben al aumento que experimentan algunas industrias en sus niveles de intensidad de capital y en las productividades factoriales, aspectos éstos de índole microeconómico con suficiente poder explicativo de los cambios sectoriales ocurridos en el entramado industrial colombiano, durante el más reciente período.

De esta manera, el esfuerzo empírico se dirige a identificar un patrón común entre los distintos sectores industriales que permita verificar que los mayores aumentos en el acervo de capital, en la relación factorial (K/L) y en la productividad multifactorial, se encuentran asociados con tendencias decrecientes del volumen de empleo. De igual forma se calcula el grado de asociatividad entre las diferentes variables, con el objeto de observar que, dadas las características propias de las ramas comprometidas en el ejercicio, algunas de ellas contienen propensiones mayores (menores) a reducir (aumentar) los requerimientos unitarios del factor trabajo en alguna proporción en la que alcanzan ritmos mayores (menores) de productividad.

El presente artículo está organizado en cinco secciones incluyendo esta introducción. En la segunda sección se hace un análisis descriptivo de la dinámica de la ocupación industrial y la productividad. En la tercera sección se discute cuál ha sido el impacto de las transformaciones tecnológicas en el ordenamiento industrial en Colombia, sus efectos sobre el desempeño de la productividad laboral y multifactorial y ver si a nivel sectorial el cambio tecnológico mantiene una relación estable con las productividades laborales y multifactoriales. En la cuarta sección se presenta la relación entre el nivel tecnológico y el comportamiento económico sectorial. Finalmente se presentan unas conclusiones.

II. DINÁMICA RECIENTE DE LA OCUPACIÓN EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA

A. Dinámica de la productividad afectando la creación de empleo industrial

Para apreciar la evolución del empleo en la industria manufacturera es preciso distinguir al menos dos períodos: a) el que parte del inicio del ciclo de expansión y recuperación industrial y coincide con la iniciación de las reformas estructurales y de comercio (1987-1991), y; b) la fase que comprende la iniciación de las reformas y el desempeño posterior del sector industrial (1991-1997).

El primer hecho a destacar es el comportamiento del empleo industrial durante los primeros años de la apertura económica (1991-1997), el cual alcanzó tasas de

crecimiento promedio de 0.57%, desempeño muy inferior al registrado en los años inmediatamente anteriores a la apertura económica, cuando alcanzó tasas promedio de 1.7% entre 1987 y 1991.

Este exiguo desempeño de las tasas de ocupación durante los primeros siete años de la apertura económica revela la disminuida capacidad del sector industrial para incorporar nuevos puestos de trabajo a la economía nacional, situación que parece haber asimilado muy bien la estructura productiva industrial desde la década pasada, cuando después de la crisis de inicios de la década del ochenta alcanza tasas de crecimiento promedio de la ocupación no superiores al 2.5% entre 1986 y 1989.

Siendo que el objeto de este ensayo no es explorar en aquellos factores de índole competitiva que estuvieron afectando el crecimiento del empleo industrial, sino preguntar si las bajas tasas de creación de empleo obedecen a cambios substantivos en el valor agregado o a cambios en los requerimientos de trabajo por unidad de producto. Si partimos de la información sectorial de la composición del empleo y del valor agregado, podríamos enseguida separar el componente de la variación del empleo que pudo estar ligado a la evolución del valor agregado y el relacionado con la evolución de los requerimientos por unidad de producto¹. Al incluir el efecto de la productividad media laboral (relación: valor agregado/empleo), se ha querido identificar el papel negativo respecto al empleo jugado por la variación de los requerimientos de trabajo por unidad de valor agregado. La descomposición se ha llevado a cabo para 28 sectores de la clasificación CIIU 3 dígitos. La metodología de descomposición aparecen en el Anexo 1 y el resultado en el siguiente cuadro:

CUADRO 1a			
Descomposición de la tasa de variación del empleo industrial (1980-1997)			
	1980-1990	1987-1991	1991-1997
a. Tasa de variación del empleo ($a = b - c + d$)	-0.34	1.70	0.57
b. Efecto cambio en el valor agregado (+)	2.51	4.74	7.68
c. Efecto productividad media laboral (-)	2.68	2.85	6.85
d. Residuo (+)	-0.17	-0.19	-0.26

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera (DANE). Cálculos propios.

1 El uso de métodos de descomposición de la tasa de variación del empleo y la descomposición del crecimiento en la productividad agregada industrial presentan algunos limitantes, entre los que se destaca la no posibilidad de determinar el efecto separado de los precios o de cantidades sobre la evolución del agregado económico. Por ser un método de descomposición, es prácticamente imposible determinar, para el caso del crecimiento de la productividad, los efectos derivados de la presencia de economías de escala dinámicas o los efectos provenientes de modificaciones en los precios relativos de los factores que influyen la eficiencia con que se usan. Así mismo, se considera implícitamente que los *inputs* de trabajo y capital son agregados de elementos básicamente heterogéneos, poseen cualidades productivas distintas, las tasas marginales de sustitución entre varios tipos de capital permanecen constantes y que los factores básicos adquieren movibilidades diferentes.

El resultado confirma que: a) aunque el crecimiento industrial fue más intenso en los años posteriores a la apertura comercial, por lo menos hasta 1997, el significativo aumento de la productividad se propagó negativamente, limitando el impacto del crecimiento sobre la tasa de ocupación; b) el intenso efecto negativo de la productividad laboral sobre el empleo durante el período 1991-1996, significó una destrucción de puestos de trabajo a un ritmo mayor del ocurrido en el período precedente (1987-1991): comparadas las pérdidas brutas en el empleo industrial, encontramos que durante lo recorrido del período de apertura se destruyeron 67.460 plazas de trabajo, cifra muy superior a calculada para el período 1987-1991, cuando el número de trabajadores expulsados ascendió a 49.162; c) como se observa en el período 1980-1990, comparado con el desempeño del valor agregado, el mayor crecimiento de la productividad hizo que la variación del empleo fuera negativa, lo que constata el efecto adverso de la productividad sobre la creación de puestos de trabajo.

Estos resultados explican la tendencia de la producción industrial a generar mayor valor agregado con menos requerimientos del factor trabajo. Esta particular implicación, obliga a explorar el impacto de la introducción de nuevas tecnologías sobre la productividad, así como el vínculo existente entre la conducta innovadora de la firma y su demanda por trabajo.

B. Descomposición de las variaciones en la productividad laboral

Para refinar el análisis de los movimientos en la productividad laboral, parece conveniente ahora descomponer la tasa de variación de la productividad por trabajador, para captar la contribución de los cambios de la estructura industrial en el crecimiento de la productividad por trabajador. La utilidad del ejercicio reposa en el hecho de que la tasa de variación de la productividad media para el conjunto de la industria manufacturera no es equivalente a una simple media ponderada de las tasas de variación de las productividades de los sectores que la componen.. Entonces, la variación de la productividad media del trabajo depende del cambio en la productividad de cada sector y de los movimientos del empleo y el *output* entre sectores con diferentes valores de productividad². El procedimiento utilizado para estimar la descomposición aparece en el Anexo 2.

El cuadro 1b permite observar la relación entre la productividad del trabajo y los cambios sectoriales.

2 El ejercicio se ha nutrido metodológicamente de la evidencia empírica mostrada por Segura J. y otros (1989), *La industria española en la crisis (1978-1984)*, Alianza Editorial, Madrid.

CUADRO 1b			
Descomposición del crecimiento de la productividad agregada industrial			
	1980-1990	1987-1991	1991-1997
Productividad media agregada	2.30	2.46	5.79
Efecto de las tasas sectoriales	2.55	2.82	6.01
Efecto de los intercambios intersectoriales	-0.24	-0.34	-0.21
Residuo	-0.015	-0.011	-0.008

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera (DANE). Cálculos propios.

El indicador llamado “efecto de las tasas sectoriales” recoge la variación de la productividad por trabajador de la industria atribuible a las tasas de variación de las productividades sectoriales. El segundo término “efecto cambios de composición intersectorial” o, lo que es igual, efecto de los intercambios sectoriales, refleja el cambio que se produciría en la productividad agregada si las productividades sectoriales permanecieran constantes pero estuviera cambiando la estructura ocupacional de la industria; el término mismo tiene la ventaja de mostrar que en la medida en que el desplazamiento del empleo se dirige hacia sectores con productividades superiores a la media, este movimiento conduciría al alza de la productividad agregada. Por último, el tercer término es un residuo denominado “efecto interacción”, de muy escasa magnitud relativa.

Los resultados obtenidos de la descomposición ponen de manifiesto que el crecimiento de la productividad agregada por trabajador es atribuible a tasas de variación de las productividades sectoriales y que la contribución de los cambios intersectoriales en el empleo es negativa y poco significativa. La explicación del efecto negativo de los intercambios intersectoriales podría estar en el hecho de que, muy probablemente, el empleo se desplaza hacia sectores con productividades inferiores a la media industrial, o bien, que sucede una reducción de empleo en sectores con productividades mayores.

Este resultado constata los hallazgos a los que se llega más adelante, en el sentido en el que los sectores con menor dinámica en la creación de empleo son precisamente los de menor capacidad para expandirse. Así mismo, el resultado confirma que la estructura ocupacional permanece prácticamente inalterada, en el sentido en el que no se percibe movilidad laboral intersectorial que indique que los sectores con las mayores productividades laborales atraen la participación de la mano de obra que podría estar siendo desplazada por los sectores de poco crecimiento o de relativo estancamiento. En síntesis, en el crecimiento de la productividad laboral durante el período 1991-1997, se debió más a los cambios operados a nivel de los sectores industriales, siendo menor el impacto de los cambios en la estructura ocupacional.

C. Sectores dinámicos y rezagados en creación de valor y empleo

Valiéndonos de la misma fuente estadística (Encuesta Anual Manufacturera, DANE), abordaremos enseguida el análisis de los cambios de composición sectorial tanto entre el valor agregado como en el empleo, procedimiento que permite identificar aquellos sectores que habiendo ganado espacio en su contribución al valor agregado industrial logran obtener mayor representación en la estructura global de empleo industrial.

En efecto, cuando se examina la evolución de la ocupación y del valor agregado por sectores en los períodos de análisis establecidos (1987-91 y 1991-97), el primer hecho que sobresale es la asociación existente entre caídas en el valor agregado y la destrucción de empleo, asociación que se hace más intensa en los años que siguen al inicio de la apertura económica: al menos en el 46.0% de los sectores industriales en donde se producen descensos en el valor agregado se reedita la misma tendencia en los volúmenes de ocupación (cuadros 2 y 3).

Y si bien no se puede declarar acerca del carácter generalizado de la caída en ambas variables durante el período 1991-1997, en el sentido en el que el fenómeno de desocupación y fuertes caídas en la generación de valor agregado hayan abarcado al conjunto de los sectores, es preciso anotar que los sectores con el mínimo desempeño explican simultáneamente el 34.5% del valor agregado y el 31.1% de la ocupación industrial, porcentajes sensiblemente menores a los obtenidos por los sectores con igual desempeño durante el período 1987-1991, que representaban el 37.0% del valor agregado y el 35.4% del volumen de ocupación (cuadro 3).

Para el período 1991-1997, de los 28 sectores industriales considerados, sólo 11 sectores coinciden en valores positivos del crecimiento del valor agregado y del empleo superiores al promedio global; un número igual de sectores se agrupan en el cuadrante que hace corresponder caídas en ambas variables.

Frente a estos retrocesos, encontramos sectores con sobresaliente trayectoria competitiva durante el período 1991-1997. El hallazgo principal refiere al hecho de que los sectores que se inscriben como dinámicos (crecimientos en el valor agregado y en el empleo superiores a la media agregada), representan ahora el 49.4% del empleo y el 43.7% del valor agregado, porcentajes indudablemente relevantes si se observa que los sectores dinámicos durante el período de preapertura representaban tan sólo el 25.9% y el 25.1% del valor agregado y del empleo. Significa que, muy a pesar del bajo dinamismo del empleo industrial, un número importante de sectores con gran trascendencia en la estructura industrial recorrieron trayectorias de crecimiento compatibles con aumentos en la plantilla laboral, condición competitiva en el sentido en el cual estos sectores habrían logrado su propia expansión, sin tener que sacrificar el empleo.

Adicionalmente a los hallazgos relatados, se encuentra que 8 de los 9 sectores identificados como de dinámica sobresaliente en el empleo y en el valor agregado en el período de posapertura, se clasifican como sectores que comportan las tasas más altas de crecimiento de la productividad multifactorial y desempeños aceptables en el

CUADRO 2
Crecimientos y variaciones en la composición sectorial del valor agregado y la ocupación industrial

	Crecimiento en la ocupación industrial		Cambios en la composición sectorial del valor agregado		Cambios en la composición sectorial de la ocupación		Crecimiento en el valor agregado industrial 1/	
	1987-1991	1991-1997	1987-1991	1991-1997	1987-1991	1991-1997	1987-1991	1991-1997
311	3.24	2.72	-4.93	2.39	1.75	2.14	-2.34	8.37
312	3.27	5.78	3.26	-0.05	0.91	5.06	5.71	5.62
313	-0.60	-3.10	-1.41	-4.57	-1.49	-3.60	1.07	1.50
314	-3.41	-6.49	-4.42	-17.98	-4.97	-6.72	-2.17	-3.02
321	1.11	0.05	-1.05	-5.07	0.16	-0.46	1.46	0.33
322	0.61	1.19	-0.11	3.29	-0.58	0.50	2.19	8.94
323	4.52	-5.22	4.84	-1.79	4.04	-5.82	7.27	3.65
324	4.71	-6.30	8.51	-6.21	3.77	-6.82	11.25	-0.83
331	3.33	-0.10	2.44	-0.07	0.92	-0.68	4.80	4.90
332	1.03	-0.71	-3.80	3.29	-2.90	-1.40	-1.64	9.36
341	2.68	2.79	3.03	0.70	2.77	2.21	5.49	6.81
342	1.38	1.96	-2.80	2.18	-1.27	1.29	-0.62	7.87
351	1.10	-5.72	4.75	-3.75	-2.81	-6.19	7.03	1.61
352	4.53	4.54	6.17	6.84	2.10	3.91	8.73	12.72
354	8.04	6.20	5.42	5.73	4.01	5.21	8.48	12.23
355	-2.13	-1.54	-0.37	-7.47	0.96	-2.17	2.10	-2.06
356	4.55	5.68	1.65	10.61	0.92	5.20	4.03	16.73
361	3.40	1.19	2.73	6.70	2.13	0.62	5.07	12.36
362	1.34	-2.04	-0.72	-2.94	0.23	-2.62	1.45	2.74
369	0.46	0.13	1.43	1.55	-1.46	-0.35	3.94	7.43
371	-1.70	-1.58	3.91	2.43	-3.43	-2.06	6.66	8.66
372	4.14	-2.71	5.09	-4.08	1.48	-3.33	7.29	1.50
381	0.12	-0.19	1.98	3.04	-1.56	-0.73	4.32	8.91
382	2.78	2.34	4.97	5.16	2.09	1.87	7.53	10.95
383	2.63	-2.42	-0.74	-0.33	-1.40	-2.92	1.65	5.37
384	-0.42	-1.50	4.13	5.76	-3.00	-2.21	6.67	11.93
385	6.34	-1.73	3.45	0.07	3.92	-2.18	5.87	5.79
390	1.12	-0.23	-9.86	-2.49	0.98	-0.80	-7.43	3.05
Total	1.70	0.57					2.46	5.79

Notas: 1/ Crecimiento del valor agregado ponderado por la participación sectorial en la variable ocupación. Fuente: DANE, Encuesta Anual Manufacturera. Cálculos propios.

indicador de cambio tecnológico³. Estos sectores son en su orden: alimentos, prendas de vestir, papel y sus productos, imprenta y editorial, otros químicos, productos de plástico, barro. Loza y porcelana y maquinaria no eléctrica (cuadro 7).

El análisis precedente permite concluir que no obstante el crecimiento económico industrial a lo largo del período 1991-1997, la tasa de ocupación no exhibió los resultados contemplados en los principios que exhortaron a las reformas institucionales y de comercio. Si bien la productividad industrial recobró la dinámica de crecimiento frente al desempeño alcanzado en el período de preapertura, todo parece indicar que aquélla fue más el resultado de cambios sectoriales en el valor agregado conjuntamente con menores tasas de crecimiento en el empleo, lo que sugiere que el crecimiento se dio a expensas del bajo dinamismo en la creación de empleo, o bien, que el regular comportamiento del empleo estuvo mediado por una muy importante alza en la productividad.

En general, la tasa de crecimiento de la productividad laboral se hizo alta y sostenida durante el período 1991-1997, exhibiendo tasas cercanas al 6.0%, pero siempre en circunstancias en las que se comprobaba un notable deterioro del empleo industrial, situación que conviene interpretar como la manifestación de formas encubiertas de desempeño competitivo, en la medida en que la productividad de esta manera estimada (V/L) no expresa el resultado de mejoras en el acervo tecnológico industrial, como tampoco es el resultado de modificaciones en los patrones de gestión y eficiencia de las empresas.

Paradójicamente, los resultados conseguidos hasta 1997 denotarían gran afinidad con los presupuestos originales del programa de apertura económica, el cual consideró conveniente que el país tendría que modificar inevitablemente sus patrones de competitividad internacional sobre la base de elevar los niveles de productividad como mecanismo para mejorar los procesos productivos y como expediente para hacer un uso eficiente de los recursos productivos existentes, eso sí, ignorando el impacto de dichos eventos sobre la estructura ocupacional de la industria.

Distinta situación se presentaría después de 1997, cuando el inicio de la recesión industrial en 1998 y su prolongación a 1999 traerían graves consecuencias sobre el normal desempeño de la actividad industrial.

De igual manera, el hecho de que el crecimiento industrial no hubiera arrojado efectos adicionales sobre el nivel de ocupación destaca la forma como luego de la apertura económica una gran mayoría de actividades económicas industriales adoptaron decisiones de reestructuración a partir de mejoras en la organización productiva y por la vía del desplazamiento de la mano de obra.

3 La variable de Cambio Tecnológico es tratada en las siguientes secciones y resulta de estimar un promedio ponderado de 12 principales variables de innovación tomadas de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico del DNP.

CUADRO 3
Ordenación de los sectores según el crecimiento del valor agregado
y el empleo en la industria manufacturera

1991-1997

		VA>VAX		VA<VAX		VA<VAX			
		N	VA	N	VA	N	VA	N	VA
	311	15.30	14.50	312	Alimentos sin trilla	2.80	4.00	18.10	18.50
	322	10.40	3.40					10.40	3.40
	341	2.60	4.10					2.60	4.10
	342	4.80	2.90					4.80	2.90
N>NX	352	6.70	10.70					6.70	10.70
	354	0.30	0.50					0.30	0.50
	356	4.70	4.40					4.70	4.40
	361	1.10	1.00					1.10	1.00
	382	3.50	2.20					3.50	2.20
	Total	48.40	43.70		Total	2.8	4.0	52.20	47.70
	332	1.70	0.60	313	Bebidas	4.10	9.30	5.80	9.90
	369	4.10	4.80	314	Tabaco	0.30	0.70	4.40	5.50
N<NX	371	1.70	3.70	321	Textiles	10.40	7.60	12.10	11.30
	381	5.60	4.00	323	Cuero y sus productos	1.40	0.70	7.00	4.70
	384	3.70	4.60	324	Calzado excepto caucho	2.40	0.90	6.10	5.50
				331	Madera y corcho	1.30	0.70	1.30	0.70
				351	Sustanc. quim. indust.	2.60	6.30	2.60	6.30
				355	Productos de caucho	1.20	1.30	1.20	1.30
				362	Vidrio y sus productos	1.30	1.20	1.30	1.20
				372	Indust met. no ferrosos	0.40	0.50	0.40	0.50
				383	Maquinaria eléctrica	3.30	3.50	3.30	3.50
				385	Equipo profesional	0.7	1	0.70	0.70
				390	Otras industrias	1.70	1.10	1.70	1.10
	Total	16.80	17.70		Total	31.30	34.50	47.90	52.20

(Continuación Cuadro 3)

1987-1991									
	VA>VAX	N	VA	VA<VAX	N	VA			
312	Alimentos sin trilla	2.30	3.30	383	Maquinaria eléctrica	3.70	3.80	6.00	7.10
323	Cuero y sus productos	1.50	0.70	311	Alimentos	13.90	12.70	15.40	13.40
324	Calzado excepto caucho	3.10	1.10					3.10	1.10
331	Madera y corcho	1.40	0.70					1.40	0.70
341	Papel y productos	2.30	3.80					2.30	3.80
352	Otros químicos	5.40	7.70					5.40	7.70
354	Derivados del petróleo	0.20	0.40					0.20	0.40
356	Productos de plástico	4.10	3.40					4.10	3.40
361	Barro loza y porcelana	1.10	0.80					1.10	0.80
372	Indus. metales no ferrosos	0.40	0.60					0.40	0.60
382	Maquinaria no eléctrica	3.30	1.70					3.30	1.70
385	Equipo profesional	0.80	0.90					0.80	0.90
	Total	25.90	25.10			17.60	16.50	43.50	41.60
351	Sustancias químicas indust.	3.30	6.90	313	Bebidas	4.90	13.00	8.20	19.90
369	Minerales no metálicos	4.30	4.40	314	Tabaco	0.50	2.20	4.80	6.60
371	Básicas de hierro y acero	2.10	4.00	321	Textiles	11.00	9.80	13.10	13.80
381	Fabricac. product. metálic.	5.80	3.40	322	Prendas de vestir y calz.	9.90	2.90	15.70	6.30
384	Fabricac. de equipo de transp.	4.10	4.20	332	Muebles y accesorios	1.80	0.50	5.90	4.70
				342	Imprentas y editoriales	4.50	2.70	4.50	2.70
				355	Productos de caucho	1.30	1.70	1.30	1.70
				362	Vidrio y sus productos	1.40	1.40	1.40	1.40
				390	Otras industrias	1.70	1.20	1.70	1.20
	Total	19.60	22.90		Total	37.00	35.40	56.60	58.30

VA>VAX = Crecimiento del VA superior a la media industrial.
 N>NX = Crecimiento del N superior a la media industrial.

VA = Valor agregado
 N = Empleo

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera (DANE).
 Cálculos propios. Sin sector Refinerías de Petróleo.

III. EMPLEO Y PROGRESO TÉCNICO EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA (1987-1996)

En la concepción neoclásica, la presencia de cierto desempleo *tecnológico* se atribuye normalmente a la sobreoferta de producción no absorbida por el mercado, o bien a que la dinámica de la acumulación de capital no siempre se halla en posibilidades de absorber toda la mano de obra disponible. Sucesivos desarrollos del paradigma neoclásico, en los que se realzan las bondades del sistema general de precios, fundamentaron la idea de la imposibilidad de que el cambio técnico llegase a actuar en forma de reducir la demanda de trabajo, y que más bien, previendo la funcionalidad de los mecanismos compensadores, podría esperarse que en condiciones en las que el sistema de precios funcionara sin interferencias pudiera evitarse el desplazamiento de la mano de obra.

Bajo este enfoque, el tratamiento del problema, asumiendo la presencia de condiciones iniciales tales como la existencia de mercados competitivos, rendimientos decrecientes a escala, la misma naturaleza flexible del acervo tecnológico y la amplia disponibilidad de los distintos tipos de tecnología, interactúan para asegurar que la existencia de cambio técnico no vendrá asociada con la destrucción de empleo. En este escenario, los factores productivos alcanzan plena utilización, y el capital y el trabajo se combinan de forma óptima, siempre que el sistema de precios no se vea interferido para hacer posible que los precios relativos de los factores aseguren la convergencia entre la tecnología y las dotaciones de factores productivos existentes.

Entonces, la insistencia en la imposibilidad de desempleo tecnológico se basa en la presunción de que la intervención de cualquier cambio tecnológico reductor de mano de obra tendrá el efecto directo de un abaratamiento del precio relativo del factor trabajo que promueve movimientos hacia el uso de técnicas más intensivas en trabajo, con lo que quedarían compensados consecuentes excesos del factor trabajo. Así, la presencia de un extenso cuadro de tecnologías facilitaría su adaptación a las dotaciones iniciales de los factores, sin que se produzca entonces el fenómeno de desempleo tecnológico.

Para el caso de Colombia, la relación entre cambio tecnológico y empleo, es quizás uno de los aspectos que más ha suscitado controversia entre los analistas en temas de organización industrial. Se discute, sin demasiado acervo probatorio, el hecho según el cual los sectores que avanzaron en modernización organizacional realizaron inversión incorporadora de cambio tecnológico e incorporaron innovaciones en proceso o en producto, a la vez que tendieron a modificar de manera decisiva sus requerimientos unitarios de mano de obra. Ello sin menoscabo de que las unidades productivas que así lo hicieron produjeron en su interior efectos tales como son los de modificación de su propia estructura de costos, o cambios notables en sus demandas por bienes intermedios.

¿Cuál ha sido el impacto de las transformaciones tecnológicas sobre el ordenamiento industrial colombiano? ¿Los sucesos de inversión y cambios en la productividad laboral y multifactorial han afectado el desempeño productivo de los sectores industriales? A nivel sectorial, ¿se mantiene el cambio tecnológico mantiene una relación estable con las productividades laborales y multifactoriales? ¿Son los sectores de

mayor crecimiento los que logran avanzar más rápidamente en procesos de innovación tecnológica? Estos interrogantes cobran relevancia en un escenario de crecimiento que establece que el ordenamiento competitivo de las empresas y/o sectores industriales basan su poder competitivo en correspondencia a la velocidad con la que formalizan la estrategia de cambio tecnológico.

Una forma de valorar la incidencia del cambio tecnológico en la estructura ocupacional de la industria en el período reciente 1991-1996, es analizando el comportamiento registrado en el volumen de ocupación, el acervo de capital, la relación capital-trabajo (K/L), y la productividad multifactorial. El objetivo es identificar los sectores en dónde se registró un fuerte proceso de ahorro de mano de obra, relacionando el indicador K/L como patrón sustituto del coeficiente directo de empleo estimado sobre la base de tablas insumo producto. La idea aquí es relacionar los requerimientos de trabajo por unidad de capital con el personal ocupado en cada sector industrial, como evidencia indirecta de la relación existente entre cambio tecnológico y empleo (cuadro 4).

Como complemento al anterior análisis, se presentan de manera sintética los principales resultados de la encuesta de desarrollo tecnológico (EDT) realizada por el DNP, resultados que intentaremos relacionar con el comportamiento de los parámetros tradicionales de cambio tecnológico, es decir, con la productividad multifactorial y con la relación capital-trabajo.

El cuadro 5 recoge la evolución de los indicadores que sirven de base para adelantar el análisis de correlación entre la evolución del empleo y los correspondientes indicadores de intensidad de capital, productividad multifactorial y acervo de capital. Los datos corresponden a promedios intercensales para el conjunto de la estructura industrial en los períodos objeto del análisis (1987-1991, 1991-1996). Tal y como se interpreta, la relación capital-trabajo recoge la utilización de unidades de trabajo por unidad de acervo de capital, mientras que este último refleja el dinamismo de acumulación de capital.

Con base en la lectura de los indicadores estimados y apoyados en los correspondientes ejercicio de correlación y descripción estadística, sobresalen los siguientes aspectos (cuadros 4 y 5).

a) El efecto sectorial de una mayor intensidad de capital por unidad de trabajo sobre el volumen de empleo fue más intenso durante lo corrido de la presente década, que en el período de preapertura. Significa que un porcentaje apreciable de sectores industriales se hicieron cada vez más capital intensivos o, lo que es igual, que la dinámica de acumulación de capital en buena parte de los sectores fue siempre superior al ritmo con el que se crearon nuevos puestos de trabajo.

b) Los resultados de los coeficientes de correlación muestran que el efecto combinado de mayor tasa de acumulación y bajas tasas de creación de empleo producen un resultado regresivo de la relación K/L sobre el empleo: mientras en el período 1987-1991 el efecto arbitrario de la variable intensidad de capital (K/L) sobre la tasa de evolución del empleo es de -0.38, en el período 1991-1996 el efecto desfavorable

CUADRO 4 Productividad factorial, coeficientes tecnológicos cambios en el empleo industrial										
	Empleo			Stock			KL			PTF
	87-91	91-96	87-91	91-96	87-91	91-96	87-91	91-96	87-91	
311	3.24	3.00	2.92	5.46	3.74	2.65	-0.04	1.86	-0.04	1.86
312	3.27	6.12	4.17	8.51	0.98	2.91	1.39	-0.32	1.39	-0.32
313	-0.60	-3.73	8.94	8.84	9.65	13.54	-1.93	-3.03	-1.93	-3.03
314	-3.41	-7.52	-2.91	-2.90	1.94	6.95	1.02	-7.56	1.02	-7.56
321	1.11	-0.60	3.59	0.55	2.48	1.11	-0.28	0.44	-0.28	0.44
322	0.61	2.07	3.10	5.47	2.48	3.67	0.79	2.40	0.79	2.40
323	4.52	-4.47	4.15	1.79	0.04	7.11	1.76	0.87	1.76	0.87
324	4.71	-7.03	8.52	2.27	4.24	10.16	2.14	-0.76	2.14	-0.76
331	3.33	0.29	1.68	8.34	-1.45	8.56	1.84	0.31	1.84	0.31
332	1.03	0.62	3.15	5.27	3.36	6.01	-0.97	2.53	-0.97	2.53
341	2.68	3.12	9.89	2.84	7.13	-0.18	-0.25	2.80	-0.25	2.80
342	1.38	2.75	3.35	2.63	2.04	0.28	-0.72	2.00	-0.72	2.00
351	1.10	-5.00	4.48	1.67	4.18	7.28	1.94	0.30	1.94	0.30
352	4.53	5.84	3.07	6.61	-1.14	1.09	2.75	2.85	2.75	2.85
354	8.04	9.22	2.36	9.28	-4.85	3.58	1.60	0.54	1.60	0.54
355	-2.13	-1.16	3.88	8.47	7.33	10.24	0.65	-3.22	0.65	-3.22
356	4.55	5.68	7.37	7.45	3.55	1.91	-0.81	3.93	-0.81	3.93
361	3.40	0.31	4.00	2.55	0.58	2.73	1.18	3.19	1.18	3.19
362	1.34	-1.89	-0.82	9.05	-1.83	11.85	1.30	-1.89	1.30	-1.89
369	0.46	0.69	5.29	4.97	4.82	4.38	0.71	0.75	0.71	0.75
371	-1.70	-2.79	1.50	-1.25	3.41	1.76	2.70	2.30	2.70	2.30
372	4.14	-1.52	5.33	1.31	1.30	3.20	0.47	-1.70	0.47	-1.70
381	0.12	0.76	1.07	2.34	1.11	1.78	2.09	3.91	2.09	3.91
382	2.78	2.40	3.65	3.85	0.97	1.70	2.34	2.92	2.34	2.92
383	2.63	-0.82	5.29	2.94	3.65	3.83	-0.60	1.58	-0.60	1.58
384	-0.42	-1.82	2.64	1.53	3.44	4.37	2.71	1.86	2.71	1.86
385	6.34	-1.13	14.04	-0.58	7.50	2.45	-1.98	0.71	-1.98	0.71
390	1.12	0.15	3.65	3.57	2.92	4.03	-4.30	0.75	-4.30	0.75
Total	1.70	0.87	3.75	4.36	2.04	3.62	0.41	1.19	0.41	1.19

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera. (DANE). Cálculos propios.
 Nota: El stock de capital se ha construido con el método de inventario perpetuo y los cálculos originales toman en cuenta la depreciación del acervo por tipo de activo fijo

PTF: Productividad Total de los Factores.
 KL: Relación Capital - Trabajo.

CUADRO 5				
Matriz de correlaciones entre empleo, <i>stock</i> de capital y productividad multifactorial				
Período: 1987-1991				
	Empleo	Stock	K/L	TFP
Empleo	1.00			
Stock	0.44	1.00		
K/L	-0.38	0.63	1.00	
TFP	0.00	-0.42	-0.46	1.00
Estadísticas				
Media	2.08	4.19	2.60	0.63
Máximo	8.04	14.04	9.65	2.75
Mínimo	-3.41	-2.91	-4.85	-4.30
Std Dev	2.58	3.31	3.09	1.67
Probabilidad	0.97	0.05	0.96	0.09
Observaciones	28	28	28	28
Período: 1991-1996				
	Empleo	Stock	K/L	TFP
Empleo	1.00			
Stock	0.55	1.00		
K/L	-0.57	0.34	1.00	
TFP	0.54	0.04	-0.65	1.00
Estadísticas				
Media	0.13	4.03	4.61	0.73
Máximo	9.22	9.28	13.54	3.93
Mínimo	-7.52	-2.90	-0.18	-7.56
Std Dev	3.91	3.37	3.60	2.50
Probabilidad	0.93	0.60	0.14	0.00
Observaciones	28	28	28	28

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera. (DANE). Cálculos propios.

se acentúa hasta alcanzar niveles de -0.57 , lo cual significa que por cada dos unidades de capital adicional se estaría impidiendo la creación de casi un puesto de trabajo (cuadro 6).

c) Que aunque no se puede afirmar que el proceso de acumulación produjo un ahorro generalizado de trabajo a lo largo del entramado industrial, es notorio que comparada con la tasa de empleo industrial, la superior evolución de la tasa de acervo de capital en los más recientes años estuvo asociada a la pérdida de empleo en al menos el 46% de los sectores industriales. Como se aprecia en el cuadro 7, la pérdida bruta de empleo durante el más reciente período (1991-1996) duplicó a la registrada durante el período de preapertura, en tanto que la pérdida bruta de *stock* representó alrededor de 0.5% del *stock* acumulado promedio.

CUADRO 6
Ganancias y pérdidas de empleo y stock de capital en la industria
manufacturera colombiana (1987-1996)

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1987-1991	1991-1996
Empleos instalados (L)	472461	478189	487490	490774	491683	535739	544238	545799	534532	514584	484119	527763
Variación neta de empleo	1.21	1.95	0.67	0.19	8.96	1.59	0.29	-2.06	-3.73	1.00	0.87	0.87
Ganancia bruta de empleo	22178	11461	11102	9116	10579	45757	14743	10921	5088	4182	12887	15212
Pérdida bruta de empleo	-2009	-5733	-1801	-5832	-9670	-1701	-6244	-9360	-16355	-24130	-5009	-11243
Variación marginal del empleo	20169	5728	9301	3284	909	44056	8499	1561	-11267	-19948	7878	3968
Stock total (K) * - Mill. \$ 1990	4485921	4640828	4793228	5032153	5188311	5370205	5721586	5914873	6270070	6496455	4828088	5826917
Variación neta de stock	3.5	3.3	5.0	3.1	3.5	6.5	3.4	6.0	3.6	3.7	4.4	4.4
Ganancia bruta de stock	195481	167978	165414	199828	175506	185358	239510	217477	382471	228935	180842	238209
Pérdida bruta de stock	-1883	-136	-2085	-9773	-19496	-13026	-637	-31838	-49583	-66959	-6675	-30256
Variación marginal del stock	193599	167842	163329	190055	156010	172332	238873	185638	392888	161976	174167	207953
Relación K/L	9.49	9.71	9.83	10.25	10.55	10.02	10.51	10.84	11.73	12.62	9.97	11.05
Ganancia K / Ganancia L	8.81	14.66	14.90	21.92	16.59	4.05	16.25	19.91	75.17	54.74	15.38	31.12
Pérdida K / Pérdida L	0.94	0.02	1.16	1.68	2.02	7.66	0.10	3.40	3.03	2.77	1.16	3.16
Marginal K / Marginal L	9.60	29.30	17.56	57.87	171.63	3.91	28.11	118.92	-29.55	-8.12	57.19	47.48

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera. (DANE). Cálculos propios. En el Anexo 3 se podrá consultar el procedimiento metodológico.

CUADRO 7
Estructura económica sectorial y cambio tecnológico en la industria manufacturera colombiana

	EMPLEO	VALOR AG.	SALARIOS	PRODUCT. LABORAL	STOCK CAPITAL	RELACIÓN K/L	COSTO LAB UNITARIO	TFP	PRODUCTY CAPITAL	CAMBIO TECNOL.
311	4.19	4.03	3.96	0.84	4.69	1.03	0.90	2.52	0.66	2.15
312	0.75	1.13	0.84	1.31	0.96	1.18	0.68	0.42	0.92	0.54
313	1.18	2.71	1.54	2.03	2.48	1.97	0.63	-5.50	0.87	0.77
321	2.93	2.25	2.60	0.68	2.65	0.83	1.03	0.60	0.67	1.97
322	2.89	0.94	1.71	0.29	0.46	0.15	1.43	3.91	1.60	1.90
323	0.41	0.19	0.30	0.42	0.13	0.29	1.29	2.99	1.16	0.19
324	0.72	0.28	0.46	0.35	0.16	0.21	1.36	-0.36	1.38	0.90
331	0.38	0.21	0.30	0.49	0.22	0.54	1.21	0.98	0.76	0.42
332	0.48	0.16	0.29	0.28	0.10	0.20	1.48	3.28	1.14	0.52
341	0.72	1.17	1.06	1.43	1.01	1.30	0.85	3.34	0.90	0.85
342	1.33	0.81	1.30	0.53	0.86	0.60	1.35	2.36	0.72	1.34
351	0.77	1.81	1.33	2.08	2.65	3.19	0.75	0.11	0.53	0.71
352	1.81	2.86	2.71	1.37	1.67	0.85	0.83	4.85	1.32	2.82
354	0.07	0.14	0.10	1.66	0.08	1.01	0.60	-2.02	1.36	0.09
355	0.35	0.38	0.51	0.95	0.25	0.65	1.35	-4.22	1.26	0.31
356	1.25	1.13	1.17	0.78	0.97	0.71	0.89	4.08	0.89	2.13
361	0.31	0.27	0.32	0.75	0.23	0.69	1.14	4.78	0.88	0.11
362	0.37	0.34	0.43	0.82	0.35	0.87	1.27	-1.09	0.79	0.33
369	1.16	1.35	1.21	1.02	2.54	2.01	0.85	0.27	0.41	1.86
371	0.48	1.04	0.65	1.91	2.18	4.18	0.70	1.84	0.37	0.33
372	0.12	0.15	0.14	1.11	0.09	0.66	0.84	0.58	1.37	0.14
381	1.58	1.10	1.35	0.61	0.93	0.54	1.12	7.54	0.92	2.83
382	0.95	0.61	0.80	0.55	0.44	0.42	1.11	5.83	1.06	1.33
383	0.96	0.97	1.03	0.89	0.66	0.63	0.95	0.52	1.16	1.17
384	1.05	1.22	1.18	1.04	0.74	0.65	0.92	3.34	1.29	1.33
385	0.21	0.20	0.21	0.86	0.12	0.55	0.86	-2.37	1.27	0.46
390	0.47	0.31	0.40	0.58	0.24	0.47	1.08	-0.39	1.01	0.45
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: DANE, Encuesta Anual Manufacturera. (DANE). Cálculos propios.

d) De acuerdo con los resultados que aparecen en el cuadro 6, los coeficientes K/L varían de forma moderada aunque sostenida a lo largo de los dos períodos de estudio, siendo claro que el mayor nivel de intensidad factorial se produjo como resultado del impacto producido por las variaciones marginales tanto en empleo como en capital. En efecto, el cambio marginal de ambas variables, entre uno y otro período, permite establecer que la mayor intensidad de capital se produce como resultado de los diferentes ritmos de acumulación intersectorial.

e) Comparados los resultados entre uno y otro indicador, es claro también que en cerca del 50% de los sectores industriales coinciden las expansiones en el ritmo de acumulación de capital con crecimientos apreciables en el volumen de empleo, situación en la que se halla la mayor parte de los sectores que pudieran catalogarse como de elevado nivel competitivo.

f) Sorprende encontrar, que simultáneamente con la presencia de relaciones capital intensivas en la casi absoluta mayoría de los sectores considerados poseedores de mayor fortaleza competitiva durante el último período de análisis, se reproduce un muy importante progreso de la productividad multisectorial, lo que otorga mayor consistencia empírica a la hipótesis que sostiene la observada convergencia entre cambio tecnológico y reducción de los requerimientos unitarios de trabajo en aquellos sectores en constante expansión.

En resumen, e independientemente del período que se elija, la relación K/L registra leves pero ininterrumpidos aumentos en los últimos ocho años, elevándose justo cuando el ajuste en la tasa de ocupación industrial se hace más intenso. El resultado es que se ha producido una clara intensificación a favor del capital en la combinación de factores productivos asociados a los procesos de producción de las empresas, mostrándose además que la intensificación es muy alta en ciertos sectores industriales, y destacando que los aumentos en el capital juegan un papel relevante en la trayectoria de crecimiento del producto (cuadro 6).

Durante el período 1991-1997 la intensidad en el ahorro de trabajo fue especialmente notorio en ramas como las bebidas, tabaco, cuero, calzado, químicos industriales, vidrio, metálicas no ferrosos y fabricación de equipo profesional, ramas en las que el aumento de la relación capital-trabajo coincide con bajas en la tasa de ocupación.

No obstante los resultados expuestos, debe mencionarse, sin embargo, que las relaciones de intensidad factorial establecidas no son del todo concluyentes como para afirmar que su transformación se puede interpretar como manifestación del efecto derivado de cambio tecnológico y de la puesta en marcha de innovaciones en procesos y productos. Aún es muy prematuro para sugerir que un determinado porcentaje de sectores industriales debe su reducción en la demanda de trabajo a alteraciones en la estructura tecnológica. Lo que se ha encontrado es una coincidencia entre el *performance* de la productividad multifactorial, mayores relaciones capital intensivas y un irrefutable proceso de sustitución factorial capital - trabajo que ofrece los primeros indicios del efecto del cambio tecnológico sobre los requerimientos de trabajo en la industria manufacturera colombiana.

Como veremos enseguida, apoyados por los resultados más sobresalientes de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico, es muy probable que las mayores intensidades factoriales coincidan en alto grado con algunas características centrales del cambio tecnológico visibles en algunos sectores de la estructura sectorial.

IV. LA RELACIÓN DEL NIVEL TECNOLÓGICO CON EL COMPORTAMIENTO ECONÓMICO SECTORIAL

Sobre la base del análisis precedente de la correspondencia que se presenta entre las relaciones de intensidad factorial y la dinámica de crecimiento sectorial vista a través del cambio en los acervos de capital y del valor agregado, podemos ahora plantear la relación de la variable innovación tecnológica con los comportamientos económicos de la estructura industrial. Para ello hemos reunido la información estadística tratada a lo largo de las anteriores secciones, relacionando las principales variables de comportamiento industrial con la variable de cambio tecnológico extraída de la Encuesta de Desarrollo Tecnológico.

En el cuadro 7 se indican, para cada sector industrial los valores correspondientes de las variables tecnológicas y productivas con base en un solo criterio, cual es la desviación del crecimiento sectorial respecto del crecimiento agregado industrial. Para el caso de la variable de innovación tecnológica, hemos procedido a ponderar las respuestas positivas de 12 variables relacionadas directamente con las actividades empresariales vinculadas a las conductas de innovación tecnológica. El método de construcción de la variable de innovación tecnológica se presenta en los cuadros A.1 y A.2, el cual parte de la estadística de participación relativa sectorial de las respuestas positivas para cada una de las variables relativas a la innovación y gestión de la innovación, a partir de lo cual se estima la suma ponderada de cada respuesta para finalmente encontrar una única variable del cambio tecnológico (CT) expresada como la desviación respecto al promedio industrial. Esta variable se puede considerar como un índice compuesto de la conducta innovadora, no sin antes mencionar que sigue siendo una aproximación que dista mucho de asemejarse al verdadero índice de innovación tecnológica, en el sentido en el que es el resultado de promediar respuestas empresariales a aspectos parciales de la innovación (innovación en productos, innovación en procesos, introducción de nuevos insumos, diferenciación del producto, adquisición de activos que incorporan cambio tecnológico, y gestión del proceso productivo).

Al presentar el conjunto de variables en desviaciones respecto del promedio industrial se quiere ofrecer una idea de la dimensión sectorial relativa, es decir, una valoración relativa de la dinámica sectorial respecto a la dinámica general de la industria. Así, al relacionar las variables económicas con el resultado de la conducta innovadora, se hace posible interpretar la asociación existente entre la dimensión económica sectorial y la propensión media a seguir determinadas trayectorias de tecnológicas.

A su vez, el ejercicio se vale de una clasificación de los sectores según sus productos se consideren como finales o intermedios y según los sectores se consideren como capital o trabajo intensivos. Los resultados aparecen en los cuadros 8, 9 y 9.1, de los cuales se extraen las siguientes conclusiones:

a) Los sectores capital intensivos y productores de bienes manufacturados finales son sin duda los más dinámicos en la construcción de capacidades tecnológicas. A ellos se asocia una dimensión particular en la creación de empleo y de valor agregado superior al promedio nacional. Les corresponde, así mismo, un mejor promedio en la variable económica que distingue la productividad multifactorial (TFP), indicando predominio en la generación de unidades de valor agregado por cada unidad adicional de insumo. Así mismo, estos sectores considerados como de mayor vocación innovativa responden con productividades laborales superiores al promedio industrial y tienen, a su vez, una mayor incidencia en la creación de valor agregado (cuadros 8 y 9).

b) Por su parte, los sectores capital intensivos y productores de bienes manufacturados intermedios simulan capacidades tecnológicas inferiores al promedio industrial y parecen asociarse con una más baja capacidad para influir en la masa de empleo industrial. Y si bien estos sectores disponen tanto de acervos de capital y productividades medias laborales superiores en medio punto al promedio industrial (1.5), así como de la mayor relación factorial capital a trabajo (2.2), no son sectores que en conjunto representen gran capacidad para generar niveles de productividad multisectorial superior al promedio nacional, evento que puede asociarse a su baja propensión a construir capacidades tecnológicas.

CUADRO 8					
Desempeño económico y conducta innovadora en el establecimiento industrial colombiano según intensidades factoriales en productos intermedios o finales					
1990-1996 (Desviación respecto al promedio nacional=1)					
GRUPO SECTORES	EMPLEO	VALOR AG.	SALARIOS	VA/L	STOCK
A Productos intermedios - Capital intensivos	0.52	0.90	0.69	1.56	1.51
B Productos finales - Capital intensivos	1.27	1.68	1.36	1.23	1.38
C Productos intermedios - Trabajo intensivos	0.96	0.97	1.04	0.84	0.83
D Productos finales - Trabajo intensivos	1.29	0.95	1.10	0.66	0.87
GRUPO SECTORES	K/L	COSTO LAB UNITARIO	TFP	PRO-DUCTV. CAPITAL	CAMBIO TECNOL.
A Productos intermedios - Capital intensivos	2.21	0.75	0.16	0.81	0.62
B Productos finales - Capital intensivos	1.05	0.89	1.79	1.03	1.64
C Productos intermedios - Trabajo intensivos	0.74	1.12	1.84	0.96	1.05
D Productos finales - Trabajo intensivos	0.55	1.10	1.54	1.09	1.04

Fuente: Encuesta de Desarrollo Tecnológico. DNP. 1986.

c) Los sectores intensivos en trabajo y productores tanto de bienes finales como bienes intermedios revelan una capacidad similar al promedio nacional para gestionar capacidades tecnológicas e innovativas (1.04). En particular, los sectores agrupados como intensivos en trabajo y productores de bienes finales poseen el mejor indicador relativo de empleo (1.3), siendo al mismo tiempo la agrupación de menor índice relativo de productividad laboral, así como la agrupación que comporta la menor relación factorial capital trabajo (0.6).

d) La siguiente es la selección de sectores de mayor dinamismo innovador asociado a los respectivos valores de dispersión de la variable acervo de capital: equipo fijo de transporte [2.83 & 0.93], otros productos químicos [2.82 & 1.67], productos alimenticios [2.15 & 4.69], plásticos [2.13 & 0.97], textiles [1.97 & 2.65], minerales no metálicos [1.86 & 2.54], papel y sus productos [0.85 & 1.0], construcción de maquinaria [1.33 & 0.44], material de transporte [1.33 & 0.74] y maquinaria eléctrica [1.17 & 0.66] (cuadro 9).

Al tomar el cuadro que presenta la matriz de correlaciones (cuadro 9.1), podemos plantear la hipótesis de que existe una asociación entre la variable de innovación tecnológica y el conjunto de variables productivas, para luego clarificar el tipo de aspectos de la evolución económica industrial que parecen estar asociados a cada valor de la innovación tecnológica sectorial.

Las siguientes son las versiones que aparecen como ilustrativas de la correlación parcial entre la variable indicativa de innovación tecnológica y las principales variables de desempeño productivo:

a) A primera vista se distingue una correlación directa entre el nivel tecnológico, el acervo de capital, los salarios industriales, el empleo, el valor agregado y la productividad multifactorial. La asociación entre la conducta innovadora, la productividad laboral, la productividad del capital, así como con la relación capital intensiva, es negativa, indicando que la dinámica de innovación tecnológica conserva el límite impuesto por la variabilidad de la relación de intensidad factorial K/L . Además, no es del todo incongruente sugerir que los límites máximos de la innovación restringen, a su vez, la productividad media laboral.

b) Se muestra, entonces, una propensión a asociar el nivel tecnológico y la dinámica de acumulación de capital. Es útil precisar que la correlación describe la forma como el 50% de los sectores que, en promedio, alcanzan mayores niveles de innovación (11 sectores) son aquellos con niveles promedio superiores de acervo de capital. Ello indica que no todos los sectores considerados como dinámicos desde el punto de vista de la conducta innovadora son, así mismo, los sectores que explican en grado superior el estado industrial del acervo de capital.

c) Para el caso de la correlación entre conducta innovadora y salarios (0.77) se interpreta que los sectores que están por encima del promedio nacional en materia de innovación, lo están también en materia de remuneración salarial. Como las variables correlacionadas son las desviaciones respecto del promedio, se entiende que los salarios que ofrecen las empresas clasificadas como las de mayor dinamismo innovador son, en promedio, también superiores al promedio industrial.

Estructura económica sectorial y cambio tecnológico en la industria manufacturera nacional agrupación según intensidades factoriales (1991-1996)											
CIU	AGRUPACIÓN	EMPLEO	VALOR AG.	SALARIOS	PRODUCT. LABORAL	STOCK CAPITAL	CAPITAL TRABAJO	COSTO LAB UNITARIO	TFP	PRODUCT. CAPITAL	CAMBIO TECNOL.
GRUPO A											
351	Químicos industriales	0.77	1.81	1.33	2.08	2.65	3.19	0.75	0.11	0.53	0.71
354	Derivados del petróleo	0.07	0.14	0.10	1.66	0.08	1.01	0.60	-2.02	1.36	0.09
372	Bases metálicas no ferrosas	0.12	0.15	0.14	1.11	0.09	0.66	0.84	0.58	1.37	0.14
369	Otros minerales no metálicos	1.16	1.35	1.21	1.02	2.54	2.01	0.85	0.27	0.41	1.86
371	Bases de hierro y acero	0.48	1.04	0.65	1.91	2.18	4.18	0.70	1.84	0.37	0.33
	Promedio	0.52	0.90	0.69	1.56	1.51	2.21	0.75	0.16	0.81	0.62
GRUPO B											
313	Bebidas	1.18	2.71	1.54	2.03	2.48	1.97	0.63	-5.50	0.87	0.77
314	Tabaco										
381	Equipo fijo de transporte	1.58	1.10	1.35	0.61	0.93	0.54	1.12	7.54	0.92	2.83
384	Const. de material de transporte	1.05	1.22	1.18	1.04	0.74	0.65	0.92	3.34	1.29	1.33
	Promedio	1.27	1.68	1.36	1.23	1.38	1.05	0.89	1.79	1.03	1.64
GRUPO C											
321	Textiles	2.93	2.25	2.60	0.68	2.65	0.83	1.03	0.60	0.67	1.97
331	Madera y sus productos	0.38	0.21	0.30	0.49	0.22	0.54	1.21	0.98	0.76	0.42
332	Muebles de madera	0.48	0.16	0.29	0.28	0.10	0.20	1.48	3.28	1.14	0.52
341	Papel y sus productos	0.72	1.17	1.06	1.43	1.01	1.30	0.85	3.34	0.90	0.85
356	Plásticos	1.25	1.13	1.17	0.78	0.97	0.71	0.89	4.08	0.89	2.13
362	Vidrio y sus productos	0.37	0.34	0.43	0.82	0.35	0.87	1.27	-1.09	0.79	0.33
361	Barro, loza, etc.	0.31	0.27	0.32	0.75	0.23	0.69	1.14	4.78	0.88	0.11
352	Otros químicos	1.81	2.86	2.71	1.37	1.67	0.85	0.83	4.85	1.32	2.82
355	Caucho	0.35	0.38	0.51	0.95	0.25	0.65	1.35	-4.22	1.26	0.31
	Promedio	0.96	0.97	1.04	0.84	0.83	0.74	1.12	1.84	0.96	1.05
GRUPO D											
323	Cuero y sus derivados	0.41	0.19	0.30	0.42	0.13	0.29	1.29	2.99	1.16	0.19
324	Caizado	0.72	0.28	0.46	0.35	0.16	0.21	1.36	-0.36	1.38	0.90
382	Const. de maquinaria excepto eléct.	0.95	0.61	0.80	0.55	0.44	0.42	1.11	5.83	1.06	1.33
383	Const. de maquinaria eléctrica	0.96	0.97	1.03	0.89	0.66	0.63	0.95	0.52	1.16	1.17
390	Otras industrias manufactureras	0.47	0.31	0.40	0.58	0.24	0.47	1.08	-0.39	1.01	0.45
385	Fabric. de equipo profes. y científico	0.21	0.20	0.21	0.86	0.12	0.55	0.86	-2.37	1.27	0.46
311	Fabric. de productos alimenticios	4.19	4.03	3.96	0.84	4.69	1.03	0.90	2.52	0.66	2.15
342	Imprentas y editoriales	1.33	0.81	1.30	0.53	0.86	0.60	1.35	2.36	0.72	1.34
322	Frendas de vestir	2.89	0.94	1.71	0.29	0.46	0.15	1.43	3.91	1.60	1.90
312	Fabric. de otros produc. alimenticios	0.75	1.13	0.84	1.31	0.96	1.18	0.68	0.42	0.92	0.54
	Promedio	1.29	0.95	1.10	0.66	0.87	0.55	1.10	1.54	1.09	1.04
	Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Encuesta Anual Manufacturera. (DANE). Cálculos propios.

CUADRO 9.1										
Matriz de correlación entre innovación tecnológica y estructura económica industrial										
	N	VA	W	PVL	STOCK	KL	CLU	TFP	PVK	CT
N	1.00									
VA	0.78	1.00								
W	0.93	0.94	1.00							
PVL	-0.16	0.38	0.10	1.00						
Stock	0.69	0.90	0.82	0.43	1.00					
KL	-0.07	0.33	0.11	0.80	0.56	1.00				
CLU	0.04	-0.42	-0.18	-0.84	-0.44	-0.61	1.00			
TFP	0.29	0.06	0.23	-0.38	-0.03	-0.21	0.24	1.00		
PVK	-0.14	-0.35	-0.24	-0.31	-0.63	-0.67	0.26	0.00	1	
CT	0.76	0.63	0.77	-0.17	0.47	-0.12	-0.01	0.52	-0.08	1
ESTADÍSTICAS										
Media	1.034	1.027	1.033	0.949	1.031	0.977	1.018	1.415	0.988	1.035
Máximo	4.181	4.027	3.957	2.077	4.688	4.184	1.478	7.540	1.598	2.831
Mínimo	0.072	0.137	0.102	0.281	0.078	0.145	0.598	-5.505	0.374	0.085
Std. Dev.	0.962	0.973	0.897	0.518	1.139	0.912	0.259	3.000	0.316	0.833
Probabilidad	0.000	0.002	0.000	0.220	0.001	0.000	0.422	0.841	0.658	0.220
OBS.	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27

CT = Cambio técnico
 KL = Relación capital a trabajo
 N = Empleo
 W = Salarios
 PVL = Productividad laboral
 Stock = Stock de capital
 TFP = Productividad multifactorial
 VA = Valor agregado

Fuente: Encuesta de Desarrollo Tecnológico. DNP. 1986.

d) Existe una asociación positiva entre la conducta innovadora y el nivel de empleo (0.76), lo que significa que los sectores clasificados con el mayor nivel de acciones correspondientes a la noción de cambio tecnológico son precisamente los que aportan mayoritariamente puestos de trabajo industriales.

e) Se destaca, así mismo, la relación positiva entre los niveles de apropiación tecnológica y el desempeño de la variable productividad multifactorial (0.52), señalando tendencias convergentes entre innovación y eficiencia en el uso de recursos. En la misma dirección es conveniente señalar que se identifican sectores industriales que observando los menores niveles de propensión a la innovación, son a su vez sectores con los menores índices relativos de productividad multifactorial.

f) La importancia relativa de los saldos tecnológicos sobre el valor agregado sectorial es positiva, indicando que por lo menos en el 63% de los sectores es posible encontrar coincidencia entre aquellos sectores que reportan índices promedios superiores de cambio tecnológico y una alta participación sectorial en la creación de valor agregado.

Como se verifica, la tendencia general de asociación entre las variables económicas y la variable de conducta innovadora empresarial no es del todo una relación lineal entre tecnología y economía, en parte por la misma naturaleza de las variables y también por la difícil homogeneización de la variable de innovación tecnológica, la cual surge de una fuente estadística distinta de la que proceden el resto de variables económicas, aunque la unidad de análisis sean los sectores industriales. La otra razón de por qué la asociación entre el conjunto de variables económicas con la variable de innovación tecnológica es relativamente baja es tal vez porque la variable de innovación tecnológica es una respuesta de empresas en un momento en el tiempo, mientras que las variables económicas se construyen como el promedio de valores brutos en un período de tiempo homogéneo (1991-1996) y surgen de una misma fuente estadística poderosamente representativa (EAM).

Ahora bien, para un mejor entendimiento del alcance del ejercicio descrito hay que precisar que es realmente difícil asociar la presencia de nuevas tecnologías como las causantes de los comportamientos económicos industriales. Lo que hemos querido decir es que existe una relativa asociación entre la constelación de características económicas en las que actúa la producción industrial y el resultado de la conducta innovadora sectorial, sin que ello implique que podamos separar el efecto específico de la variable tecnológica sobre el desempeño económico de cada sector industrial. Lo que sí es cierto es que el análisis empírico realizado nos permite afirmar que un nivel tecnológico alto parece estar asociado al peso específico que los sectores industriales tienen en la composición del acervo de capital; que las conductas innovadoras la mayoría de las veces se correlacionan con la creación de valor agregado superior a la media, y que estas mismas conductas se asocian con sectores de alta capacidad de absorción de empleo superior a la media industrial. Por el contrario, bajos índices en la acumulación de capacidades tecnológicas tienden a asociarse con sectores industriales de baja productividad laboral y valores medios del *stock* de capital inferiores al promedio industrial.

Queda por responder si el nivel tecnológico medio de cada sector industrial se ha relacionado con un mejor desempeño competitivo en los años que van desde la apertura económica, sobre todo en aquellos sectores que han sido identificados como portadores de fortaleza competitiva. No es fácil afirmar que el dinamismo económico de unos cuantos sectores industriales sea el resultado de su correspondiente nivel tecnológico, así como tampoco que aquellos sectores que seguramente avanzaron con mayor prontitud en gestión tecnológica se preservaron de una evolución negativa en sus parámetros de rendimiento económico. Queda, sin embargo, la certeza de que la penetración de la innovación tecnológica no es uniforme entre los sectores industriales y que, inevitablemente, su mayor nivel se asocia con los sectores que aseguran mayor dinamismo productivo y competitivo.

Lo que resulta evidente es que las capacidades económicas de los sectores industriales más dinámicos les permite emprender la innovación tecnológica, lo que sin duda refuerza su capacidad de expansión de la actividad, con repercusiones positivas en el empleo y en la inversión. Por el contrario, la débil capacidad económica de algunos sectores les conduce a “invertir” en despido y a adoptar estrategias de adelgazamiento en la producción, intentando siempre equilibrar la rentabilidad de la inversión pasada con base en la mayor utilización de un factor trabajo disminuido, en condiciones en las que se hace muy improbable integrar nuevas tecnologías.

Con todo, el análisis permite afirmar que el proceso de innovación tecnológica se expone así como una alternativa concreta para responder con mayor veracidad al rigor de la competencia que surge de procesos económicos nacionales y mundiales profusamente globalizados, tanto más cuanto que se trata de acelerar los procesos de integración comercial a una economía internacional más abierta.

En síntesis, queda el convencimiento de que es necesario profundizar en la investigación sobre el impacto conjunto de la conducta innovadora y la introducción de nuevas tecnologías sobre la estructura económica industrial, estructura que no puede disociarse de las grandes tendencias transformadoras que configuran los ritmos, formas y usos de las nuevas tecnologías, en el sentido de que su presencia acelera extraordinariamente las condiciones competitivas de sectores y de firmas particulares.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos explican la tendencia de la producción industrial a generar mayor valor agregado con menos requerimientos del factor trabajo, lo que sugiere que el crecimiento industrial se dio a expensas del bajo dinamismo en la creación de empleo, o bien, que el regular comportamiento del empleo estuvo mediado por una muy importante alza en la productividad.

Queda claro que el crecimiento de la productividad agregada por trabajador es atribuible a tasas de variación de las productividades sectoriales y que la contribución negativa de los cambios intersectoriales se explica por el hecho de que, muy probablemente, una porción no considerable del volumen de ocupación se desplazó hacia

sectores con productividades inferiores a la media o, lo que es igual, se produjo una reducción de empleo en sectores con productividades mayores.

El resultado mismo confirma que los sectores con menor dinámica en la creación de empleo son precisamente los de menor capacidad para expandirse y que los sectores con las mayores productividades laborales atraen la participación de la mano de obra que podría estar siendo desplazada por los sectores de poco crecimiento o de relativo estancamiento.

No obstante los resultados obtenidos, no parece viable sugerir que un determinado porcentaje de sectores industriales deben su reducción en la necesidad de trabajo a alteraciones en la estructura tecnológica. Lo que ha quedado evidente es una esencial coincidencia entre el *performance* de la productividad multifactorial, mayores relaciones capital intensivas y un irrefutable proceso de sustitución factorial capital trabajo que ofrece los primeros indicios sobre la viabilidad del efecto del cambio tecnológico sobre el trabajo en la industria manufacturera colombiana.

El ejercicio ha constatado la existencia de una relativa asociación entre la constelación de características económicas en las que actúan la producción industrial y el resultado de la conducta innovadora sectorial, sin que ello implique que podamos separar el efecto específico de la variable tecnológica sobre el desempeño económico de cada sector industrial. El análisis empírico realizado permite afirmar que un nivel tecnológico alto parece estar asociado al peso específico que los sectores industriales tienen en la composición del acervo de capital y que las conductas innovadoras, la mayoría de las veces, se correlacionan con la creación de valor agregado superior a la media, y que estas conductas se asocian con sectores de alta capacidad de absorción de empleo superior a la media industrial.

En síntesis, parece cierto que las capacidades económicas de los sectores industriales les permite emprender la innovación tecnológica, lo que sin duda refuerza su capacidad de expansión de la actividad, con repercusiones positivas en el empleo y en la inversión. Por el contrario, la débil capacidad económica de algunos sectores les conduce a “invertir” en despido y a adoptar estrategias de adelgazamiento en la producción, intentando siempre equilibrar la rentabilidad de la inversión pasada con base en la mayor utilización de un factor trabajo disminuido, en condiciones en las que se hace muy improbable integrar nuevas tecnologías.

La conclusión general es que los establecimientos industriales iniciaron importantes procesos de innovación tecnológica como respuesta estratégica dirigida a la consolidación de fortalezas competitivas en un escenario de ampliación de la competencia internacional. Naturalmente, las actividades innovativas desplegadas por las empresas fueron disímiles a lo largo de aparato industrial y con efectos particulares, según se trate del tamaño de la firma empresarial.

Es indudable que los resultados de la EDT muestran cómo los sectores industriales difieren en los tipos de innovación y en las actividades de la innovación en las que éstos se basan. Y aunque no ha sido el propósito de este trabajo presentar una taxonomía sectorial para relacionar el tipo de estructura de mercado en la que participan

las firmas indagadas y la intensidad con la que se ejecutan los tipos de innovación, si podemos sugerir que existe alguna relación entre la complejidad tecnológica de los bienes industriales que producen las firmas y la naturaleza de la innovación tecnológica que desarrollan.

BIBLIOGRAFÍA

Baldwin, J., Gray, T., Johnson, J., *Technology Use, Training and Plant-specific Knowledge in Manufacturing Establishments*, Micro-Economic Analysis Division, Statistics Canada, 1995.

Durán, J., Ibáñez, R., Salazar, M., Vargas, M., *La innovación tecnológica en Colombia. Características por tamaño y tipo de empresa*, Bogotá, 1998.

Encuesta Anual Manufacturera, DANE.

Encuesta de Desarrollo Tecnológico del DNP.

Salter W. (1986), *Productividad y cambio técnico*, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. España.

Segura J. y otros, 1989, *La industria española en la crisis (1978-1984)*, Alianza Editorial, Madrid.

Symeonidis, J., *Innovation, Firm Size and Market Structure: Schumpeterian Hypotheses and some New Themes*, London School of Economics, OECD, París, 1996.

Villamil, J., *Análisis de los determinantes de la productividad y el cambio técnico, aplicación al caso de la industria colombiana*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas Programa de Magíster en Teoría y Política Económica, Bogotá D.C., 1999.

Zon A, Van, 1991, "Vintage capital and the measurement of technological progress". En: *Technology and Productivity, The Challenge for Economic Policy*, OCDE, París, 1991.

ANEXO 1

DESCOMPOSICIÓN DE LA TASA DE VARIACIÓN DEL EMPLEO INDUSTRIAL

Partiendo de la igualdad

$$L = \sum_i l_i Y_i$$

Donde L representa el empleo, Y_i el output del sector i -ésimo y $l_i = L_i/Y_i$ los requerimientos de trabajo por unidad de producto en este mismo sector, es sencillo llegar a la expresión

$$\Delta L/L = \sum_i (L_i/L) (\Delta Y_i/Y_i) + \sum_i (L_i/L) (\Delta l_i/l_i) + \text{residuo}$$

que es la fórmula tradicionalmente aplicada

Como $\Delta l_i/l_i = -\Delta \lambda_i/\lambda_i$, donde $\lambda_i = Y_i/L_i$ representa la productividad por trabajador, se llega a la expresión

$$\Delta L/L = \sum_i (L_i/L) (\Delta Y_i/Y_i) - \sum_i (L_i/L) (\Delta \lambda_i/\lambda_i) + \text{residuo}$$

El significado del primer término del segundo miembro es el habitual, y su aplicación muestra –año a año– cómo hubiera variado el empleo si la nueva producción se hubiera llevado a cabo sin cambios en la productividad.

ANEXO 2

PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO Y CAMBIO SECTORIAL

Sean Y_t y L_t el valor agregado real y el empleo de la industria manufacturera en el momento t y sean Y_{it} y L_{it} los mismos conceptos referidos al sector i -ésimo ($i=1 \dots n$)

Se define $P_t = Y_t/L_t$ y $P_{it} = Y_{it}/L_{it}$ como la productividad por trabajador agregada y sectorial respectivamente.

Asimismo, $q_{it} = Y_{it}/Y_t$ y $S_{it} = L_{it}/L_t$ son las participaciones del valor agregado y empleo del sector i -ésimo en el conjunto de la industria manufacturera.

Puede expresarse la productividad por trabajador agregada como:

$$P_t = Y_t/L_t = \sum_i Y_{it}/L_t = (\sum_i P_{it} \cdot L_{it})/L_t = \sum_i P_{it} \cdot S_{it}$$

Para tiempo discreto, tomando incrementos y dividiendo la expresión por la productividad agregada (P_t) resulta:

$$P_t/P_t = (1/P_t) \cdot \sum_i S_{it} \cdot P_{it} + (1/P_t) \cdot \sum_i P_{it} \cdot S_{it} + (1/P_t) \cdot \sum_i P_{it} \cdot S_{it}$$

Manipulando esta expresión se obtiene la siguiente decomposición de la variación de la productividad por trabajador agregada:

$$P_t/P_t = \underbrace{q_{it}(P_i/P_{it})}_a + \underbrace{[(P_{it}/P_t)_{-1}] \cdot S_i}_b + \underbrace{q_{it}(P_i/P_{it}) \cdot (S_i/S_{it})}_c$$

El primer término, al que puede llamarse «efecto tasas sectoriales», recoge la variación de la productividad por trabajador de la industria atribuible a las tasas de variación de las productividades sectoriales (donde los coeficientes de ponderación serían las participaciones sectoriales en el VA real), si y sólo si, la estructura sectorial del empleo permaneciera constante (si $S_i = 0$)

El segundo término, al que llamaremos «efecto de cambios de descomposición intersectorial», es la parte de la variación de la productividad agregada explicada por el cambio de la estructura del empleo. Expresado en otros términos, refleja el cambio que se produciría en la productividad agregada si las productividades sectoriales permanecieran constantes, pero estuviera cambiando la estructura ocupacional de la industria.

Aunque este término puede escribirse de forma simplificada como $q_{it}(S_i/S_{it})$, la expresión utilizada tiene la ventaja de mostrar que en la medida en que el desplazamiento del empleo hacia sectores con productividades superiores a la media, este movimiento contribuirá al alza de la productividad agregada.

El tercer término es un residuo, que cabe denominar «efecto iteracción» siempre de escasa magnitud relativa.

ANEXO 3

DESCOMPOSICIÓN DE LA TASA DE VARIACIÓN DEL EMPLEO INDUSTRIAL

$$L_t - L_{t-1} = LE_t + LA_t - LS_t - LR_t$$

L = Empleo total en la industria

LE = Nuevos puestos de trabajo creados por apertura de establecimientos

LA = Ampliación de puestos de trabajo en establecimientos previamente instalados

LS = Pérdidas de efectivos ocupados debido al cese de actividad de una parte de las unidades operativas

LR = Reducción de puestos de trabajo llevado a cabo por los establecimientos que se mantienen activos

Descomposición

$LE + LA$ = Ganancia bruta de puestos de trabajo

$LS + LR$ = Pérdida bruta de empleo explicada por el cierre de establecimientos y las reducciones del volumen de ocupación de los establecimientos que se mantienen en operación

El mismo procedimiento se aplica a la variable *stock* de capital (K), para luego obtener las siguientes relaciones:

Ganancia K / Ganancia en L

Pérdida en K / Pérdida en L

Marginal en K / Marginal en L

CUADRO A.1
Frecuencia de las actividades innovativas en el establecimiento industrial colombiano
(Porcentaje de respuestas positivas)

	TP1MPE	TP2PN	TP3APN	TP4NI	TP5DP	INNPRO	METPN	METID	MTPE	MTMEQ	CAMOR	CAMGES
311 Productos alimenticios	2.49	1.71	7.70	3.07	6.08	13.74	7.80	6.90	11.87	12.21	9.11	9.61
312 Otros productos alimenticios	1.72	8.39	0.44	2.27	5.16	0.00	0.45	0.38	2.22	2.28	0.00	0.00
313 Industrias de bebidas	2.58	1.40	3.26	2.94	2.58	2.52	3.30	3.45	2.84	2.81	2.64	2.57
321 Fabricación de textiles	6.41	7.41	10.16	7.35	7.00	6.55	6.15	5.75	6.76	6.96	6.58	6.56
322 Fabricación de prendas de vestir	4.21	3.73	6.07	7.35	7.00	8.10	6.15	4.21	8.11	7.81	9.05	9.71
323 Industrias de cuero	0.57	0.16	0.30	0.13	0.55	1.19	0.30	0.38	1.14	1.33	1.00	0.89
324 Industrias del calzado	4.02	4.35	1.48	6.02	4.33	2.98	1.50	2.30	3.05	2.28	3.00	3.15
331 Madera y sus productos	2.49	0.93	1.63	2.01	1.57	1.37	1.65	0.38	1.08	1.59	1.59	1.63
332 Muebles de madera	1.53	0.31	2.37	2.94	1.47	2.01	2.40	0.38	1.55	1.86	2.82	2.68
341 Fabricación de papel y productos	2.77	2.17	3.56	3.21	2.49	2.84	3.60	4.21	2.94	3.13	2.76	2.78
342 Imprentas y editoriales	4.40	3.57	4.89	1.20	4.24	6.73	4.95	1.92	6.40	7.33	6.52	5.35
343 Sustancias químicas industriales	2.10	2.80	2.67	2.01	2.30	2.34	2.40	3.45	1.96	2.60	3.41	2.31
352 Otros productos químicos	11.85	16.61	10.07	11.90	10.59	6.96	10.19	14.94	6.56	6.80	7.23	7.03
353 Refinerías de petróleo	0.29	0.47	0.30	0.00	0.00	0.23	0.30	0.00	0.26	0.27	0.29	0.16
354 Derivados del petróleo	0.38	0.00	0.30	0.27	0.00	0.46	0.30	0.00	0.41	0.53	0.47	0.52
355 Productos de caucho	1.34	1.24	1.19	1.07	0.00	1.28	1.20	1.15	1.34	1.17	1.12	1.31
356 Productos plásticos	9.27	7.61	6.81	8.69	8.10	7.83	6.75	6.90	8.57	7.75	5.88	7.19
361 Productos de barro, loza, porcelana	0.38	0.62	0.59	0.27	0.37	0.32	0.60	0.38	0.36	0.37	0.24	0.26
362 Productos de vidrio	1.34	1.24	1.48	0.80	1.47	0.96	1.20	1.15	1.08	1.01	1.23	1.10
369 Productos minerales no metálicos	7.17	6.83	6.07	6.02	6.63	6.09	6.15	9.58	5.99	6.21	6.82	6.19
371 Industrias básicas del hierro y acero	1.24	1.09	1.33	0.80	0.92	1.28	1.35	1.15	1.50	1.17	1.18	1.31
372 Indus. básicas de met. no ferrosos	0.48	0.31	0.59	0.27	0.46	0.41	0.60	0.15	0.41	0.42	0.47	0.47
381 Fabricación de productos metálicos	10.80	11.96	11.11	7.49	9.67	8.38	11.24	15.71	8.67	7.91	9.17	9.24
382 Construc. maquinaria no eléctrica	6.21	4.50	4.00	4.95	4.97	4.49	3.90	4.98	5.06	3.98	4.76	5.35
383 Construcción maquinaria eléctrica	6.31	3.42	3.26	5.21	5.16	4.08	3.30	1.53	4.18	4.04	4.88	4.67
384 Construcción equipo de transporte	4.40	3.42	6.81	4.81	4.24	3.85	6.90	4.60	4.28	4.30	4.70	4.62
385 Fabricación de equipo profesional	1.43	2.17	2.07	1.87	1.38	1.28	2.10	1.92	1.29	1.33	1.29	1.47
390 Otras industrias manufactureras	1.82	2.64	2.22	2.27	0.64	1.74	1.95	1.53	0.10	0.53	1.82	1.84
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota: Las frecuencias de respuestas positivas son ponderadas y normalizadas respecto al promedio nacional para luego obtener un único indicador de innovación tecnológica.

Fuente: Encuesta de Desarrollo Tecnológico, DNP, 1986

TP1MPE: Mejora tecnol. de producto existente
 TP3APN: Producto nuevo asociado con proceso productivo nuevo
 TP5DP: Diferenciación producto
 INNPRO: Mejora tecnológica. Proceso nuevo asociado con producto nuevo
 METPN: Mejora tecnológica a proceso existente
 METID: Cambios en formas de organización y administración
 MTPE: Producto nuevo como resultado de actividades de innovación
 MTMEQ: Producto nuevo asociado con empleo de nuevos insumos
 CAMOR: Innovación en procesos
 CAMGES: Proceso nuevo asociado con I+D
 TP4NI: Adquisición de maquinaria y equipo que implica nueva tecnología
 INNPRO: Cambios en gestión y organización de proceso productivo
 METID: Producto nuevo como resultado de actividades de innovación
 MTMEQ: Producto nuevo asociado con empleo de nuevos insumos
 CAMGES: Innovación en procesos
 METID: Proceso nuevo asociado con I+D
 MTMEQ: Adquisición de maquinaria y equipo que implica nueva tecnología
 CAMGES: Cambios en gestión y organización de proceso productivo

CUADRO A.2
Actividades innovativas en el establecimiento industrial
cambio técnico ponderado y desviación respecto del promedio

	TP1MPE	TP2PN	TP3APN	TP4NI	TP5DP	INNPRO	METPN	METID	MTPE	MTMEQ	CAMOR	CAMNJS	CAMB.TÉCN.	DESV
311 Productos alimenticios	0.21	0.14	0.64	0.26	0.51	1.14	0.65	0.57	0.99	1.02	0.76	0.80	7.69	2.15
312 Otros productos alimenticios	0.14	0.70	0.04	0.19	0.43	0.00	0.04	0.03	0.18	0.19	0.00	0.00	1.94	0.54
313 Industrias de bebidas	0.22	0.12	0.27	0.25	0.21	0.21	0.21	0.29	0.24	0.23	0.22	0.21	2.74	0.77
321 Fabricación de textiles	0.53	0.53	0.62	0.85	0.64	0.55	0.62	0.48	0.56	0.58	0.55	0.55	7.05	1.97
322 Fabricación de prendas de vestir	0.35	0.31	0.51	0.61	0.58	0.68	0.51	0.35	0.68	0.65	0.75	0.81	6.79	1.90
323 Industrias de cuero	0.05	0.01	0.02	0.01	0.05	0.10	0.02	0.03	0.09	0.11	0.08	0.07	0.66	0.19
324 Industrias del calzado	0.33	0.36	0.12	0.50	0.36	0.25	0.12	0.19	0.25	0.19	0.25	0.26	3.20	0.90
331 Madera y sus productos	0.21	0.08	0.14	0.17	0.13	0.11	0.14	0.03	0.09	0.13	0.13	0.14	1.49	0.42
332 Muebles de madera	0.13	0.03	0.20	0.25	0.12	0.17	0.20	0.03	0.13	0.15	0.24	0.22	1.86	0.52
341 Fabricación de papel y productos	0.23	0.18	0.30	0.27	0.21	0.24	0.30	0.35	0.25	0.26	0.23	0.23	3.04	0.85
342 Imprentas y editoriales	0.37	0.30	0.41	0.10	0.35	0.56	0.41	0.16	0.53	0.61	0.54	0.45	4.79	1.34
351 Sustancias químicas industriales	0.18	0.23	0.22	0.17	0.19	0.19	0.20	0.29	0.16	0.22	0.28	0.19	2.53	0.71
352 Otros productos químicos	0.99	1.38	0.84	0.99	0.88	0.58	0.85	1.25	0.55	0.57	0.60	0.59	10.06	2.82
353 Refinerías de petróleo	0.02	0.04	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.21	0.06
354 Derivados del petróleo	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03	0.04	0.04	0.04	0.30	0.09
355 Productos de caucho	0.11	0.10	0.10	0.09	0.00	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.09	0.11	1.12	0.31
356 Productos plásticos	0.77	0.63	0.57	0.72	0.68	0.65	0.56	0.57	0.71	0.65	0.49	0.60	7.61	2.13
361 Produc. de barro, loza, porcelana	0.03	0.05	0.05	0.02	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.40	0.11
362 Productos de vidrio	0.11	0.10	0.12	0.07	0.12	0.08	0.10	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	1.17	0.33
369 Produc. minerales no metálicos	0.60	0.57	0.51	0.50	0.55	0.51	0.51	0.80	0.50	0.52	0.57	0.52	6.65	1.86
371 Indus. básicas del hierro y acero	0.10	0.09	0.11	0.07	0.08	0.11	0.11	0.06	0.12	0.10	0.10	0.11	1.16	0.33
372 Indus. básicas de met. no ferrosos	0.04	0.03	0.05	0.02	0.04	0.03	0.05	0.10	0.03	0.04	0.04	0.04	0.50	0.14
381 Fabric. de productos metálicos	0.90	1.00	0.93	0.62	0.81	0.70	0.94	1.31	0.72	0.66	0.76	0.77	10.11	2.83
382 Const. maquinaria no eléctrica	0.52	0.38	0.33	0.41	0.41	0.37	0.32	0.42	0.42	0.33	0.40	0.45	4.76	1.33
383 Const. maquinaria eléctrica	0.53	0.28	0.27	0.43	0.43	0.34	0.27	0.13	0.36	0.34	0.41	0.39	4.18	1.17
384 Const. equipo de transporte	0.37	0.28	0.57	0.40	0.35	0.32	0.57	0.38	0.35	0.36	0.39	0.38	4.73	1.33
385 Fabric. de equipo profesional	0.12	0.18	0.17	0.16	0.12	0.11	0.17	0.16	0.11	0.11	0.11	0.12	1.63	0.46
390 Otras industrias manufactureras	0.15	0.22	0.19	0.19	0.05	0.14	0.16	0.13	0.01	0.04	0.15	0.15	1.59	0.45
													3.57	1.00

Fuente: Encuesta de Desarrollo Tecnológico, DNP 1986.