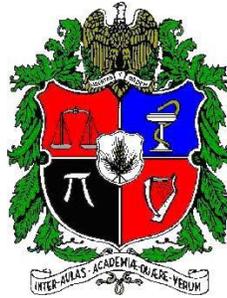


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS**

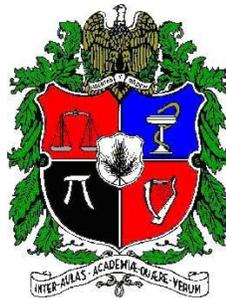


**INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA (1976-2007):
IMPACTO DE LA LIBERALIZACIÓN COMERCIAL**

DIANA LARISA CARUSO LÓPEZ

Bogotá D.C., Diciembre de 2010

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
MAESTRÍA EN CIENCIAS ECONÓMICAS**



**INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA (1976-2007):
IMPACTO DE LA LIBERALIZACIÓN COMERCIAL**

**Trabajo de Tesis para optar el Título de Magíster en Ciencias
Económicas**

DIANA LARISA CARUSO LÓPEZ

Código: 407701

DIRECTOR

JOSÉ GUILLERMO GARCÍA ISAZA

Bogotá D.C., Diciembre de 2010

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
I DEFINICIÓN E IMPORTANCIA COMPARADA DE LA INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA.	5
I.1 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA.....	5
I.2 INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA COLOMBIANA CON RESPECTO AL MUNDO	9
I.2.1 Participación de actividades de media y alta intensidad tecnológica.....	13
I.2.2 Participación de productos de media y alta intensidad tecnológica en el total de las exportaciones manufactureras.....	14
I.2.3 Investigación y Desarrollo (I+D).....	17
I.2.4 Colombia, la CAN y Latinoamérica	20
II CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA.....	23
II.1.1 Industria aeroespacial.....	24
II.1.2 Industria farmacéutica	24
II.1.3 Industria electrónica y comunicaciones	26
II.1.4 Industria instrumentos científicos.....	26
II.1.5 Maquinaria eléctrica	28
II.1.6 Innovación en la industria de AT.....	30
III IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DE LA INDUSTRIA DE AT	36
III.1 DINÁMICA INTERNA Y APERTURA EN LA INDUSTRIA DE AT.....	36
III.1.1 Producción Bruta	37
III.1.2 Valor Agregado.....	42
III.1.3 El empleo en la industria de AT	46
III.1.4 Remuneración Salarial	48
III.1.5 Productividad Media por Trabajador	51
III.1.6 Capital. Activos Fijos	54
III.1.7 Inversión neta.....	56
III.2 DINÁMICA EXTERNA Y APERTUTA EN LA INDUSTRIA DE AT	58
III.2.1 Exportaciones.....	60
III.2.2 Tasa de Apertura Exportadora (TAE)	62
III.2.3 Importaciones.....	66

III.2.4	Penetración de las importaciones (PIM)	67
III.2.5	Balanza Comercial	70
III.2.6	Balanza Comercial Relativa (BCR)	71
III.3	PRINCIPALES RESULTADOS	73
IV	PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE AT E INCIDENCIAS DE LA APERTURA COMERCIAL	75
IV.1	MÉTODO DE ESTIMACIÓN.....	77
IV.1.1	La Función de Producción de la Industria de Alta Tecnología.....	78
IV.2	INDICE DE PRODUCTIVIDAD	80
IV.3	PRODUCTIVIDAD Y APERTURA: ENFOQUE METODOLÓGICO	81
IV.4	DATOS	81
IV.5	RESULTADOS	83
IV.5.1	Estimaciones del Índice de Productividad.....	85
IV.5.2	Productividad y Apertura	86
V	CONCLUSIONES.....	89
VI	BIBLIOGRAFÍA	94
VII	ANEXOS.....	97
VII.1	ANEXO. CLASIFICACIONES DE AT.	97
VII.2	ANEXO. AJUSTES Y MODIFICACIONES EN LOS DATOS.....	100
VII.2.1	Aeroespacial.....	100
VII.2.2	Instrumentos Científicos.....	100
VII.3	ANEXO. PRINCIPALES VARIABLES DE AT	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1. Códigos CIIU de Alta Tecnología.....	8
Tabla I-2. Crecimiento del PIB per cápita Vs. Contenido Tecnológico (1985-2004).....	13
Tabla I-3. Participación del Valor Agregado de los Productos de media y alta tecnología en el Valor Agregado Manufacturero Total.....	14
Tabla I-4. Participación de las exportaciones de productos de media y alta tecnología en el total de exportaciones manufactureras.....	15
Tabla I-5. Gastos en I+D como porcentaje del PIB.....	18
Tabla II-1. Número de Productos de la Industria de Alta Tecnología 2007	23
Tabla II-2. Principales Productos Industria Aeroespacial – Característicos de la Actividad	24
Tabla II-3. Principales Productos Industria Farmacéutica - Característicos de la Actividad	25
Tabla II-4. Principales Productos Elaborados Industria Electrónica y Comunicaciones - Característicos de la Actividad.....	26
Tabla II-5. Principales Productos Elaborados Industria Instrumentos Científicos - Característicos de la Actividad.....	27
Tabla II-6. Principales Productos Elaborados Industria Maquinaria Eléctrica - Característicos de la Actividad.....	29
Tabla II-7. Monto de la Inversión en actividades de desarrollo e innovación tecnológica como porcentaje del valor agregado de cada industria de AT.....	31
Tabla II-8. Ranking 2006. Diez primeros sectores de la industria nacional con mayores montos de inversión en actividades de desarrollo e innovación tecnológica como porcentaje de su valor agregado.....	32
Tabla II-9. Monto de la Inversión en actividades de I+D	33
Tabla II-10. Ranking 2006. Diez primeros sectores de la industria nacional con mayores montos de Inversión en I+D como porcentaje de su valor agregado.....	34
Tabla III-1. Participación de la Industria de Alta Tecnología en el sector manufacturero nacional	37
Tabla III-2. Relación entre Remuneración Laboral y Productividad Media por Trabajador.....	53
Tabla III-3. Relación entre las TAE de AT y la Tasa de Cambio	65
Tabla III-4. Relación entre la TAE y la PIM.....	69
Tabla III-5. Relación entre PIM y Aranceles.....	70
Tabla IV-1. Promedios de las variables empleadas en la estimación de la función de producción entre 1976 y 2007.....	82
Tabla IV-2. Promedio del Número de establecimientos y el valor agregado sectorial para el período 1976-2007.....	83

Tabla IV-3. Estimación de la función de producción	84
Tabla IV-4. Coeficientes de correlación entre el índice de productividad y el valor agregado sectorial	86
Tabla IV-5. Productividad y apertura: Estimaciones	88
Tabla VII-1. Industria de AT de acuerdo con la CUCI Rev. 2 de diferentes trabajos.	97
Tabla VII-2. Clasificación OCDE de AT CIIU Rev. 2 (1970-1980) (1980-1995).....	98
Tabla VII-3. Clasificación OCDE 2009 de AT CIIU Rev. 2. Vs Clasificación Propia	98
Tabla VII-4. Clasificación OCDE 2007 de AT CIIU Rev. 3 Vs Clasificación Propia	99
Tabla VII-5. Participación por sectores de la industria de AT en el sector manufacturero nacional	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico I-1. Distribución mundial de las exportaciones de bienes de alta tecnología. Porcentaje en el total de exportaciones de cada país. 2003.	10
Gráfico I-2. Composición comercial del mercado mundial 1980, 2000	10
Gráfico I-3. Estructura de las exportaciones mundiales 1985	11
Gráfico I-4. Estructura de las exportaciones 2002.....	12
Gráfico I-5. Especialización Vs. Crecimiento: 1980-2002.....	12
Gráfico I-6. Evolución de las exportaciones con alto contenido de media y alta tecnología (1990-2001).....	15
Gráfico I-7. Evolución de las exportaciones con alto contenido de media y alta tecnología (2000-2005).....	16
Gráfico I-8. Exportaciones con alto contenido de media y alta tecnología Vs. Participación de las actividades alto contenido de media y alta tecnología en el Valor Agregado Manufacturero (2000-2005)	17
Gráfico I-9. Gastos en I+D por sector de financiamiento (2007).....	19
Gráfico I-10. Participación de las empresas en el total de I+D	19
Gráfico I-11. Participación % por países en las exportaciones totales de AT de la CAN.	20
Gráfico I-12. Participación de las exportaciones colombianas de AT por país de destino	20
Gráfico I-13. Dinamismo de las exportaciones de AT de los países de la Comunidad Andina (1990-2008)	21
Gráfico I-14. Dinamismo de las exportaciones de AT (1990-2008)	22
Gráfico I-15. Importaciones de AT de acuerdo con la región de procedencia (1978,1990 y 2008)	22
Gráfico II-1 Monto de la Inversión 2005 y 2006 en actividades de desarrollo e innovación tecnológica como porcentaje del valor agregado de cada industria de AT.....	31
Gráfico II-2. Inversión en I+D como porcentaje del valor agregado en los sectores de AT (2005 y 2006)	33
Gráfico II-3. Mano de obra altamente calificada en la industria de AT con respecto al total de personal ocupado, en 2006 (%)	34
Gráfico II-4. Personal con maestría y doctorado en la industria de AT con respecto al total de personal ocupado, en 2006 (%)	35
Gráfico III-1. Tasas de crecimiento anuales del PIB manufacturero y de la industria de AT.	38
Gráfico III-2. Evolución Histórica de la Producción Bruta de la Industria de Alta Tecnología y participación en valor por sectores. (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007)	39
Gráfico III-3. Tasas de crecimiento anuales de la producción bruta por sector de AT	40
Gráfico III-4. Índices de Producción Bruta por sectores de la industria de AT.	41

Gráfico III-5. Composición de la Producción Bruta de la Industria de Alta Tecnología. (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007).....	41
Gráfico III-6. Tasas de crecimiento del valor agregado y la producción bruta de la industria de AT.	42
Gráfico III-7. Participación en valores de los sectores de AT en el valor agregado	43
Gráfico III-8. Índices de crecimiento real del valor agregado por secciones de la industria	44
Gráfico III-9. Índice de Industrialización -VA/PIB%-. Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional.....	45
Gráfico III-10. Índice de Industrialización -VA/PIB%-. Sectores de AT	45
Gráfico III-11. Índice Real Personal Remunerado (Año Base=1976). Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional.	46
Gráfico III-12. Índices Reales: Valor Agregado, Remuneración Salarial y Personal Ocupado, en la industria de AT.....	47
Gráfico III-13. Índice Real Personal Remunerado (Año Base=1976). Sectores de AT ...	48
Gráfico III-14. Remuneración Promedio Mensual por Trabajador. Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional. (Pesos de diciembre de 2007)	49
Gráfico III-15. Remuneración Promedio Mensual por Trabajador. Industria de AT Vs. Sectores de AT. (Pesos de diciembre de 2007).....	50
Gráfico III-16. Proporción de sueldos y salarios en el valor agregado industrial de la industria de AT respecto a la Industria manufacturera nacional.....	51
Gráfico III-17. Productividad Media Laboral (Valor Agregado/Empleo Total). Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional. (Miles de Pesos de diciembre de 2007).....	51
Gráfico III-18. Productividad Media Laboral. Sectores de AT. (Miles de Pesos de diciembre de 2007)	52
Gráfico III-19. Índice Remuneración Promedio por Trabajador en AT Vs. Índice Productividad Media por Trabajador en AT. (Año base=1976).....	54
Gráfico III-20. Activos Fijos por Trabajador. Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional. (Miles de Pesos de diciembre de 2007)	55
Gráfico III-21. Activos de Capital por Trabajador. Sectores de AT. (Miles de Pesos de diciembre de 2007)	55
Gráfico III-22. Índice Real- Inversión Neta. Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional	56
Gráfico III-23. Inversión Neta. Sectores de AT. (Miles de Millones de Pesos de diciembre de 2007)	57
Gráfico III-24. Dinámica de las Exportaciones e Importaciones de AT Vs. Producción Bruta de AT (Escala logarítmica - Millones de pesos de diciembre de 2007)	58
Gráfico III-25. Participación de las exportaciones e importaciones de AT en las exportaciones e importaciones manufactureras.....	59
Gráfico III-26. Índices Reales. Comercio Exterior y Déficit Comercial Industria de AT ...	60
Gráfico III-27. Evolución histórica y participación en valor por sectores de las exportaciones de AT. (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007)	61

Gráfico III-28. Subsidio Implícito Plan Vallejo (1985-1996). Industria de AT vs. Industria Manufacturera Nacional.....	62
Gráfico III-29. Tasa de Apertura Exportadora. Industria de AT Vs. Industria Nacional	63
Gráfico III-30. Tasa de Apertura Exportadora. Sectores de AT.....	64
Gráfico III-31. Índices: Tasa de Apertura Exportadora. Industria de AT Vs. Tasa de Cambio.....	64
Gráfico III-32. Índices: TAE. Sectores de AT Vs. Tasa de Cambio.....	65
Gráfico III-33. Evolución histórica y participación en valor por sectores, de las importaciones de AT. (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007)	66
Gráfico III-34. Penetración de las importaciones (PIM). Industria de AT Vs. Industria Nacional	67
Gráfico III-35. Penetración de las importaciones (PIM). Sectores de AT.....	68
Gráfico III-36. Evolución de los Aranceles Nominales de la Industria de AT	69
Gráfico III-37. Evolución de la Balanza Comercial de la Industria de AT (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007).....	71
Gráfico III-38. Balanza Comercial Relativa (BCR). Industria de AT Vs. Industria Nacional	72
Gráfico III-39. Balanza Comercial Relativa (BCR). Sectores de AT.....	72
Gráfico IV-1. Índice de productividad agregado y su distribución entre componentes.....	85
Gráfico VII-1. Valor agregado y remuneración por trabajador permanente en la Industria de AT (miles de \$ de dic 2007)	102
Gráfico VII-2. Participación en el empleo de la industria de AT por secciones.....	102
Gráfico VII-3. Composición de las exportaciones de AT. 1976, 1990, 2007.....	102
Gráfico VII-4. Índice Real de las exportaciones. Sectores de AT	103
Gráfico VII-5. Subsidio Implícito Plan Vallejo (1985-1996). Sectores de AT.....	103
Gráfico VII-6. Índice Real de las importaciones. Sectores de AT	103
Gráfico VII-7. Composición de las Importaciones de AT.	104

INTRODUCCIÓN

Con el proceso de apertura económica adelantado a principios de la década de los noventa *“Colombia impulsó una profunda reforma comercial en el contexto de un conjunto de reformas estructurales. La reforma comercial incluyó dos procesos complementarios: una reforma comercial unilateral (reducción general de aranceles de 43% en promedio para 1989 a 11,7% en 1992 y eliminación de restricciones cuantitativas), y el establecimiento de diferentes acuerdos comerciales, principalmente con los países del Pacto Andino, México y Chile”* (Arango et al, 2000; p. 290). Adicionalmente se adelantaron, entre otras reformas, la liberalizaron de la cuenta de capital y del mercado laboral, el diseño de ambiciosos planes de inversión en infraestructura de comunicaciones y transporte, la introducción de restricciones substanciales a las políticas de promoción de exportaciones, el abandono del régimen de minidevaluaciones, y la firma del acuerdo de proscripción de subsidios al comercio con la Organización Mundial de Comercio, (OMC). (Rocha & Sánchez, 2000).

Los defensores de la apertura señalaban cinco puntos que se iban a producir (Misas, 2001):

1. La relación capital-trabajo gracias a la flexibilización del trabajo automáticamente llevaría a mayores niveles de empleo.
2. La eliminación de los mercados oligopólicos; permitiría la entrada de un nivel mayor de competencia, es decir, precios más bajos, calidades mejores, etc.
3. Un régimen monetario libre de las fuerzas del mercado; haría posible el control de la base monetaria y una economía mundial más estable.
4. La no intervención del Estado por sí misma, que permitiría aumentar el crecimiento y la productividad.
5. La eliminación de todo tipo de regulaciones en el régimen internacional; implicaría la eliminación de los desequilibrios externos, la especialización de cada país y una mayor autonomía de las políticas nacionales y un ajuste sin grandes fluctuaciones.

Para el caso específico del sector industrial los defensores argüían que al eliminar las restricciones comerciales y aumentar la competencia, se corregiría *“esa crítica que se hacía al modelo de industrialización sustitutivo donde estaba concentrado en los sectores de menos intensidad de capital donde había desequilibrio sectorial (...) algunos sectores desaparecerían pero se daría el paso a un desarrollo más armónico de la producción”*. (Misas, 2001; p.125). En segundo lugar, planteaban que los industriales y empresarios se verían obligados a realizar innovaciones tecnológicas, cambios técnicos e importaciones

de maquinaria y equipo para competir con éxito con la producción extranjera, garantizando así su permanencia en el mercado (Misas, 2001). En el mismo sentido, quienes defendían este conjunto de reformas *“advertían que una mayor competencia estimularía la eficiencia, contribuiría a mejorar la productividad y adelantaría procesos de modernización del aparato productivo colombiano, condiciones necesarias para transformar el patron competitivo vigente por uno que favoreciera las oportunidades provenientes de la intensificación del intercambio comercial”* (Bonilla, 1998; p. 74).

Por otra parte, las teorías de crecimiento económico se centraron en estudiar los nexos existentes entre *cambio técnico y crecimiento*, con el planteamiento de los modelos de crecimiento endógeno, en donde la tecnología juega de diversas formas un papel primordial en el crecimiento sostenido de una economía. Aquellos que realizaron aportes a la literatura sobre crecimiento endógeno identificaron diferentes formas en las que el aprendizaje puede contribuir al crecimiento endógeno. Lucas (1993) señala que una característica destacada de los países en desarrollo es que *“el crecimiento se logra a través de la concentración de los recursos en aquellos bienes cuyos procesos de producción inducen a efectos diseminadores de conocimiento y aprendizaje. Por lo tanto, la política comercial puede afectar las tasas de crecimiento de largo plazo, una vez que ella influye sobre la composición de la producción”* (Hunt & Tybout, 2000; p. 21)

Por otro lado, el pensamiento de la CEPAL, hacía énfasis en la transformación productiva con equidad a través de la generación y la propagación de progreso técnico. Hace 20 años, la CEPAL *“situaba a la región en el concierto de los países en desarrollo y destacaba su situación desmedrada con la figura del casillero vacío, es decir, sus dificultades para conciliar crecimiento y equidad. La transformación productiva aparecía así como la idea clave para promover, simultáneamente y no de manera secuencial, tanto el crecimiento económico como la equidad social”* (CEPAL, 2008a).

De esta manera, en las últimas décadas la liberalización comercial y la tecnología han cobrado una gran importancia no sólo en la teoría, sino en la aplicación de políticas, y hoy en día son vistas como condiciones necesarias para el crecimiento de un país. En la actualidad las autoridades colombianas insisten en la importancia de la firma de Tratados de Libre Comercio bilaterales, por lo que se hace pertinente e importante realizar una investigación sobre la evolución de la Industria de Alta Tecnología (AT) en Colombia y específicamente determinar cuál ha sido el impacto del proceso de apertura comercial adelantado en los años noventa sobre esta industria.

Griliches y Mairesse (1984) y Nadiri (1993) sugieren que no sólo la tecnología vista como el nivel de inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) juega un papel fundamental en el crecimiento de las economías, sino que el gasto en I+D en los sectores de alta tecnología genera una mayor rentabilidad de la economía en comparación con la I+D en otros sectores. Además, en las últimas décadas, la composición de la I+D ha pasado de

sectores de baja tecnología a sectores de alta tecnología. (Lall, 2000). Por otra parte, Cimoli (2000) en su libro titulado “*Developing innovation systems. Mexico in a global context*”, señala que con la globalización, la industria de alta tecnología se ha convertido en la industria con mayores niveles de innovaciones tecnológicas, haciendo que domine los canales mundiales de entrada de nuevas tecnologías.

A pesar de que en Colombia los estudios que han examinado la problemática industrial en relación con el periodo de apertura son numerosos y han seguido diferentes líneas de análisis y enfoques para el estudio sectorial (García I., 2005), pocos se han centrado específicamente en el sector de la industria de alta tecnología¹.

De esta manera, este trabajo de investigación se centra en analizar el *impacto de la apertura económica de los años noventa sobre la Industria de Alta Tecnología en Colombia*, analizando el periodo comprendido entre 1976 y 2007², para lo cual surgen los siguientes interrogantes ¿La industria colombiana definida como de AT, alcanza los niveles de complejidad y de I+D de los países desarrollados? ¿Tuvo la liberalización comercial el impacto positivo que se esperaba sobre la industria de alta tecnología? ¿Se ha fortalecido la industria de Alta Tecnología? ¿Se han mejorado los niveles de competitividad y de productividad de la industria de AT?

Es importante tener en cuenta que esta investigación es una primera aproximación a un tema hasta ahora poco explorado en Colombia, y pretende describir el comportamiento de la industria de AT (definida de acuerdo con los estándares internacionales), asociándolo con la evolución de los principales indicadores económicos e identificar los posibles impactos que pudo haber generado la apertura comercial sobre éstos.

El presente trabajo de investigación se desarrolla en cinco grandes capítulos, además de esta introducción. En el primer capítulo se define la industria de AT y se compara la situación colombiana con la del resto del mundo. En el segundo capítulo se hace un caracterización de la industria definida como de AT, y un análisis de la estructura productiva de cada industria de AT, el tipo de productos que la componen, su complejidad tecnológica y su capacidad de innovación tecnológica. En el tercer capítulo, se analiza la evolución de diferentes indicadores que miden el desempeño y la competitividad de la industria de AT, comparándolos con los de la industria manufacturera nacional y analizando su desempeño para cada uno de los 5 sectores que se definieron como de AT. Este análisis hace énfasis en la comparación de dos periodos: antes de la apertura (1976-

¹ Ramírez y Nuñez (1998) hacen un análisis de la competitividad industrial de los sectores a tres dígitos (CIIU Rev.2) de acuerdo con la intensidad factorial, la relación capital trabajo, el uso relativo de trabajo calificado y la tasa de inversión. Por su parte, Arango *et al* (2000) realizan un modelo de equilibrio general computable, separando la industria en: intensiva en mano de obra no calificada, intensiva en recursos naturales procesados e intensiva en capital y alta tecnología.

² Se trató de escoger un periodo amplio de tiempo con el fin de observar la evolución histórica de la industria de AT y analizar de forma más adecuada el impacto de la liberalización comercial. El año 2007 es el año más actual de la EAM.

1989) y después de la apertura (1990-2007).

Con el fin de validar empíricamente las conclusiones que se obtuvieron al analizar la evolución de las variables que caracterizan el sector, en el Capítulo III se desarrolla un modelo econométrico con el que se pretende medir el impacto que tuvo la apertura sobre la productividad en la industria de alta tecnología. Dado que se trata de una variable no observable, la alternativa metodológica empleada para aproximarse a su cuantificación sigue los lineamientos expuestos en el trabajo de Pavcnik (2002). Así, este trabajo parte de estimar una función de producción bajo un enfoque paramétrico que elimina posibles sesgos asociados los problemas de endogeneidad y autoselección, para luego obtener un índice de productividad sectorial que permite medir el impacto de las políticas de liberalización comercial y la orientación comercial de los sectores que pertenecen a dicha industria.

Adicionalmente, el uso de datos desagregados, tales como los que se emplearon en los modelos econométricos, permite reconocer e incluir en el análisis el grado de heterogeneidad de las empresas y sectores, lo que permite abordar temas relevantes que bajo un enfoque de empresas representativas serían imposibles de evaluar, tales como las contribuciones al nivel de productividad agregado hechas por las mejoras intra-plantas que no son comunes a todas ellas, los efectos de las economías a escala, los cambios en la asignación de los recursos productivos y la reasignación de las cuotas de mercado en la industria de AT a través del tiempo.

Los principales resultados sugieren; 1) que con la exposición a una mayor competencia externa las empresas se vieron enfrentadas a serias dificultades, y en el periodo inmediatamente después de la apertura el índice de productividad presentó un descenso, sin embargo, la recuperación del dicho índice a partir de 1994 evidencia que los diferentes sectores, lograron adaptarse a los desafíos tecnológicos gracias a la reestructuración productiva presentada en la industria; 2) cerca del 90% de las variaciones en nivel de productividad agregado de la industria de AT se explican gracias a los cambios en la productividad de cada sector, mientras que sólo el 10% obedece a las redistribuciones de los recursos y participaciones en el mercado entre los sectores que pertenecen a dicha industria.; 3) la apertura tuvo un impacto positivo, especialmente sobre el nivel de productividad de los sectores cuya orientación comercial está enfocada a importar

Por último el capítulo III, recoge las principales conclusiones del presente trabajo de investigación y plantea una serie de retos y perspectivas que se consideran esenciales para garantizar un buen desempeño de la industria de AT en el futuro.

I DEFINICIÓN E IMPORTANCIA COMPARADA DE LA INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA.

I.1 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA

La definición de alta tecnología es, por naturaleza cambiante con el tiempo, por la rapidez con la que se produce el cambio tecnológico, ya que la alta tecnología del momento sólo continuará siéndolo, si se mantiene la tecnología tradicional en el futuro. Debido a esto no existe una definición precisa de alta tecnología, sino que, más bien, se realiza por enumeración exhaustiva de las ramas y productos que son considerados de alta tecnología. No obstante, si se considera la tecnología como una acumulación de conocimientos que permiten producir nuevos productos y procesos, la alta tecnología se caracteriza por una rápida renovación de conocimientos, muy superior a otras tecnologías, y por su grado de complejidad, que exige un continuo esfuerzo en investigación y una sólida base tecnológica. (Angulo, 2001)

Para Bardhan, Jaffee y Kroll (2004) las industrias de alta tecnología tienen cuatro características claves (Bardhan et al 2004):

1. La innovación se sustenta en el desarrollo de productos y las actividades de investigación y desarrollo son cruciales.
2. Las industrias dependen de una gran cantidad de mano de obra altamente calificada o capital humano, en relación con el empleo total. La mano de obra calificada es el insumo clave en la actividad de la investigación que crea conocimiento y en las actividades de diseño que crean productos específicos.
3. El intercambio de ideas alimenta la innovación y el diseño de procesos, haciendo que estas actividades no se concentren en unos pocos lugares, sino que se distribuyen uniformemente en toda la economía o país.
4. Los procesos de producción de rutina en estos sectores no requieren la creación de redes y la interacción intelectual intensa, lo que permite que la producción esté geográficamente separada del diseño y las funciones de gestión. Así, las industrias de alta tecnología se adaptan bien a un proceso de producción que se realiza en varios lugares, incluso multinacionalmente.

Existen diferentes estudios que han segmentado los sectores manufactureros según el grado de intensidad tecnológica, de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) y/o con la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional (CUCI) (OCDE, Lall, 2000; Angulo, 2001, MICIP-ONUDI, 2004 y Garay, 1998, entre otros). (Ver Anexo V.1, Tabla VI-1)

Debido a que la mayoría de información industrial disponible en Colombia proviene de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), que se clasifica de acuerdo con la CIIU, y a que la mayoría de trabajos que usan esta clasificación toman como referencia la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), los datos utilizados en este trabajo provenientes de la EAM tomarán como referencia la clasificación de la OCDE, que dividen la clasificación CIIU a partir de la ordenación de los sectores según sus intensidades en I+D (Investigación y Desarrollo), de acuerdo con los datos de sus países miembros.³ Es importante reconocer que tal como lo manifiesta Garay (1998), realizar el análisis de AT en términos de los estándares internacionales presenta la desventaja de no consultar la realidad de la industria nacional⁴, adicionalmente analizar de manera agregada a las firmas puede desconocer las particularidades de cada una. Sin embargo, dada las limitaciones en la información disponible y la carencia de estudios que se han realizado en Colombia sobre el tema, esta investigación puede verse como una primera aproximación y acercamiento al estudio de un sector que hoy en día marca las sendas de crecimiento de los países desarrollados

De esta manera, y aceptando la limitaciones señaladas, con el fin de acercarse a la realidad nacional y reconociendo que el desarrollo de la industria de AT colombiana difiere del desarrollo de la industria de AT de los países desarrollados, y que las clasificaciones son aproximaciones de lo que realmente se quiere medir, se tomará la clasificación de la OCDE del periodo 1970-1980, que incluye más sectores que la clasificación de 1980-1995 (Ver Anexo V.1, Tabla VI-2) y que la clasificación realizada en 2007 (Ver Anexo V.1, Tabla VI-3).

Adicionalmente, es importante señalar, como se analizará más adelante en el capítulo II, que la clasificación internacional tomada no necesariamente implica una producción de alta tecnología en sentido estricto, ya que en esta, se incluyen productos que se

³ La clasificación de la OCDE sólo se realiza para los sectores manufactureros y se basa en dos indicadores (1) Intensidad directa: relación de gastos en I+D respecto de la producción e (2) Intensidad indirecta: intensidades directas multiplicadas por coeficientes técnicos a partir de matrices input-output, para tener en cuenta la incorporación de tecnología por la compra de bienes de equipo y bienes intermedios. (INE, 2001.)

⁴ Por otra parte, a la clasificación de la OCDE se le han identificado limitaciones como: (1) Sólo considera la I+D, pero no otros factores como el personal científico y técnico, la tecnología incorporada en patentes y licencias, la cooperación, el uso de TIC, etc., (2) La I+D se atribuye a la actividad principal de la empresa, aunque se realice en otro campo (aeronáutica--electrónica) (3) Los umbrales de segmentación de sectores son arbitrarios (4) La metodología desfavorece a los sectores cuya cifra de negocios crece más que su gasto en I+D. (INE, 2001)

relacionan con la actividad pero que no necesariamente implican una gran intensidad de I+D. Por lo que, es importante resaltar que cuando se hable de “industria de AT” a lo largo del trabajo, se hará teniendo en cuenta las clasificaciones internacionales, y se referirá al agregado de los sectores definidos como de AT en dichas clasificaciones.

Debido a que la clasificación de la OCDE (1970-1980) tiene en cuenta la CIIU revisión 2 y la EAM a partir del año 1997 se clasifica con la CIIU revisión 3, se realiza una equivalencia a partir de los códigos CIIU de la revisión 2 para los códigos CIIU de la revisión 3⁵. Es así como, los códigos CIIU a cuatro dígitos que se consideraran como de alta tecnología a lo largo del trabajo, se pueden observar en la Tabla I-1.

⁵ Es importante resaltar, que dicha equivalencia es una aproximación y pueden excluirse e incluirse productos de dichos códigos. En los códigos CIIU de la Revisión 3, generalmente se excluyen productos con respecto a los códigos CIIU de la Revisión 2.

Tabla I-1. Códigos CIIU de Alta Tecnología⁶

SECTOR	CÓDIGOS CIIU REV. 2	CÓDIGOS CIIU REV. 3
1. Aeroespacial	3845: Fabricación de aeronaves	3530: Fabricación de aeronaves y de naves espaciales
2. Industria farmacéutica	3522: Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	2423: Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos
3. Electrónica comunicaciones	3832: Construcción de equipos y aparatos de radio, televisión y de comunicaciones.	3210: Fabricación de tubos y válvulas electrónicas y de otros componentes electrónicos 3220: Fabricación de transmisores de radio y televisión y de aparatos para telefonía y telegrafía 3230 Fabricación de receptores de radio y televisión, de aparatos de grabación y de reproducción del sonido o de la imagen, y de productos conexos.
4. Instrumentos científicos	3851*: Fabricación de equipo profesional y científico e instrumentos de medida y de control n.e.p. 3852*: Fabricación de aparatos fotográficos e instrumentos de óptica. 3853*: Fabricación de relojes.	3311: Fabricación de equipo médico y quirúrgico y de aparatos ortésicos y protésicos 3312: Fabricación de instrumentos y aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines, excepto equipo de control de procesos industriales. 3313: Fabricación de equipo de control de procesos industriales. 3320: Fabricación de instrumentos ópticos y de equipo fotográfico. 3330: Fabricación de relojes.
5. Maquinaria Eléctrica	3831: Construcción de máquinas y aparatos industriales eléctricos. 3833: Construcción de aparatos y accesorios eléctricos de uso doméstico. 3839: Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p	3110: Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos 3120: Fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica 3130: Fabricación de hilos y cables aislados 3140: Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas 3150: Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación 3190: Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente cuando se trabaje la clasificación CUCI, serán tenidas en cuenta la clasificación hecha para Ecuador por el MICIP y la ONUDI (2004) o la clasificación de Lall, (2000). Dichas clasificaciones no difieren *grosso modo* con la clasificación de la OCDE. (Ver Anexo V.1, Tabla VI-1).

⁶ A pesar de que la clasificación de la OCDE tiene en cuenta el sector de maquinas de oficina y ordenadores, en este trabajo no se tendrá en cuenta este sector porque :(1) La clasificación CIIU revisión 2 (código 3825) no empalma con la clasificación CIIU revisión 3 (código 3000); (2) A partir del año 1999 el DANE agrega el sector, por cuestiones de "reserva estadística", en el código 3699 incluye los códigos 2310, 2430, 3000 y 3330; (3) Tiene un participación muy baja en el sector de AT, en 1999 representaba tan sólo el 2,5% del a industria de AT colombiana. Por otra parte, debido a que los códigos de la Rev. 2 correspondiente al sector de instrumentos científicos, no empalmaban con la Rev.3, ya que la Rev. 2 tiene un nivel más agregado y tiene en cuenta productos que no son considerados como de AT, se empalmaron los datos antes de 1997 de acuerdo con la serie determinada por la Rev. 3. (Ver Anexo V.2 para más detalle)

I.2 INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA COLOMBIANA CON RESPECTO AL MUNDO

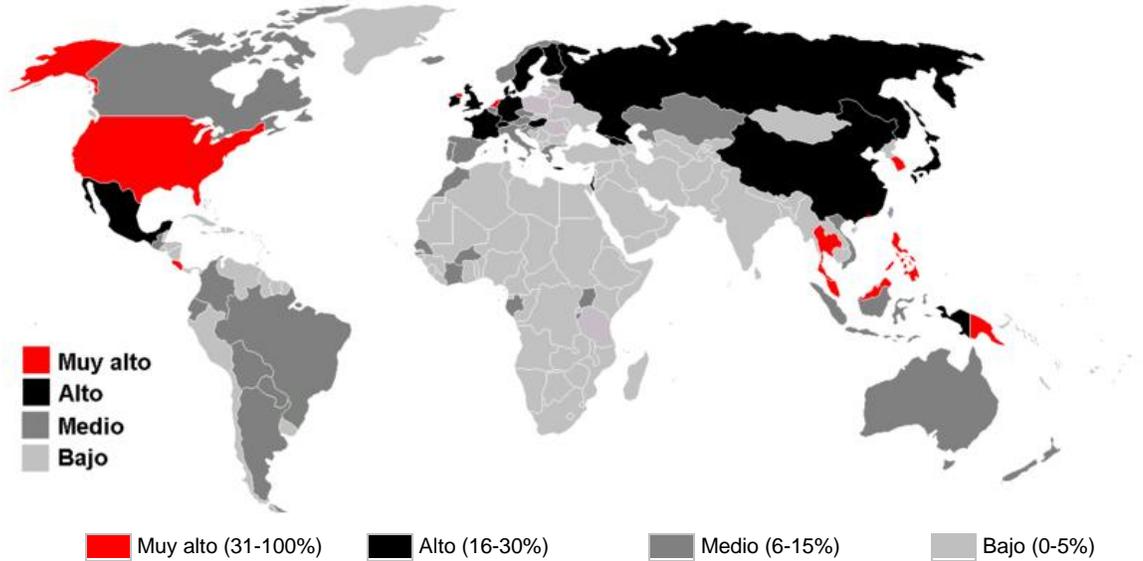
Según la OCDE, en la actualidad la innovación y la globalización son las dos fuentes principales de los resultados económicos, ya que afectan directamente a la productividad, la creación de empleo y el bienestar de los ciudadanos, y ayudan a hacer frente a los desafíos globales tales como la salud y el medio ambiente. (OECD, 2007)

Por otra parte, para la CEPAL *“el motor del proceso de globalización se alimenta del incremento de la productividad basado en la aparición de nuevas tecnologías y de la aceleración del cambio en las existentes, factores que han modificado significativamente las formas de organizar la producción en las empresas, los sectores productivos y, en definitiva, la economía global”* (CEPAL, 2008b; p. 19)

De esta manera, en los últimos años, la industria de alta tecnología se ha transformado en un sector altamente globalizado y estratégico, ya que su participación en los procesos de producción y contenido de los productos fabricados en otros sectores es cada vez mayor. (Secretaría de Economía de México, 2002)

De acuerdo con datos del Banco Mundial en 2003, las exportaciones de alta tecnología de 10 países (Estados Unidos, Malasia, Tailandia, Corea del Sur, Nueva Guinea, Filipinas, Malasia, Costa Rica, Holanda, Irlanda) tenían una participación del más del 30% en el total de sus exportaciones, mientras que en Colombia las exportaciones de alta tecnología estaban clasificadas en nivel medio, con una participación de 6,5% (Banco Mundial). Sin embargo, de acuerdo con cálculos propios realizados según la clasificación de la Tabla I-1, las exportaciones de AT colombianas en 2003 estarían clasificada en el nivel “Bajo” de (0-5%) y no el nivel medio, determinado por el Banco Mundial, ya que, las exportaciones colombianas de alta tecnología tenían una participación de 3.1% en el total de las exportaciones.

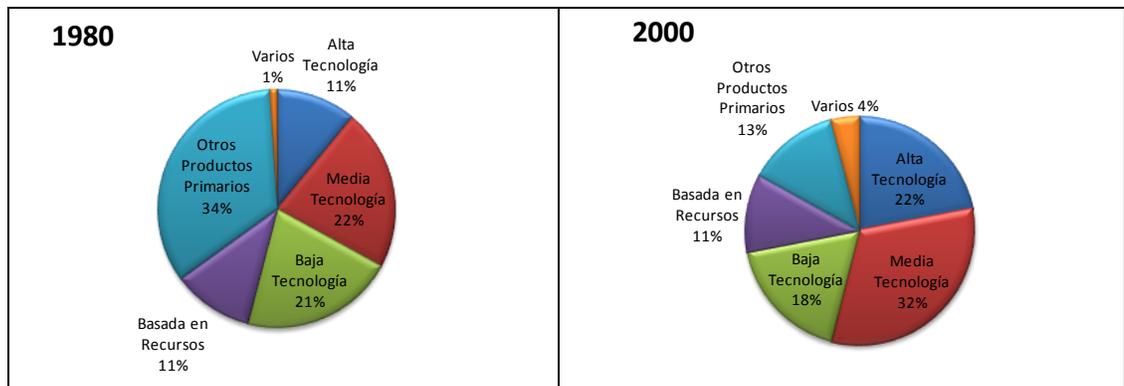
Gráfico-1. Distribución mundial de las exportaciones de bienes de alta tecnología. Porcentaje en el total de exportaciones de cada país. 2003.



Fuente: Banco Mundial

El Gráfico I-2 muestra como las industrias de mayor contenido tecnológico han aumentado su importancia en el mercado mundial. La industria de alta tecnología aumentó su participación en el mercado mundial al doble en 20 años, pasando de 11% en 1980 a 22% en el año 2000. Lo contrario ocurrió con los productos primarios que disminuyeron a la mitad su participación, pasando de 34% en 1980 a 13% en 2000.

Gráfico I-2. Composición comercial del mercado mundial 1980, 2000

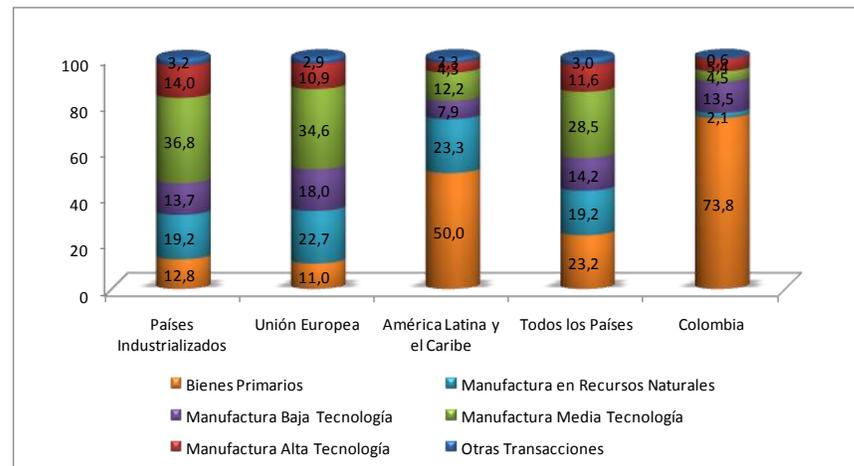


Fuente: COLCIENCIAS, 2006

El Gráfico I-3 y el Gráfico I-4 reafirman lo anterior y muestran cómo, según cálculos de Colciencias basados en la clasificación de Lall (Ver Anexo V.1 Tabla VI-1), para 1985 los sectores con mayor participación en las exportaciones mundiales eran el de media tecnología con una participación de 28.5% y el de bienes primarios con 23.2%. Al analizar

cada uno de los sectores por grupo de países la composición cambia, para los países industrializados y de la Unión Europea más del 50% de sus exportaciones en 1985 se concentraban en los sectores de media tecnología y de recursos naturales; por otra parte, en América Latina los principales sectores eran los de bienes primarios y recursos naturales; mientras que en Colombia alrededor del 90% de sus exportaciones se concentraban en los bienes primarios y de baja tecnología (Ver Gráfico I-3).

Gráfico I-3. Estructura de las exportaciones mundiales 1985

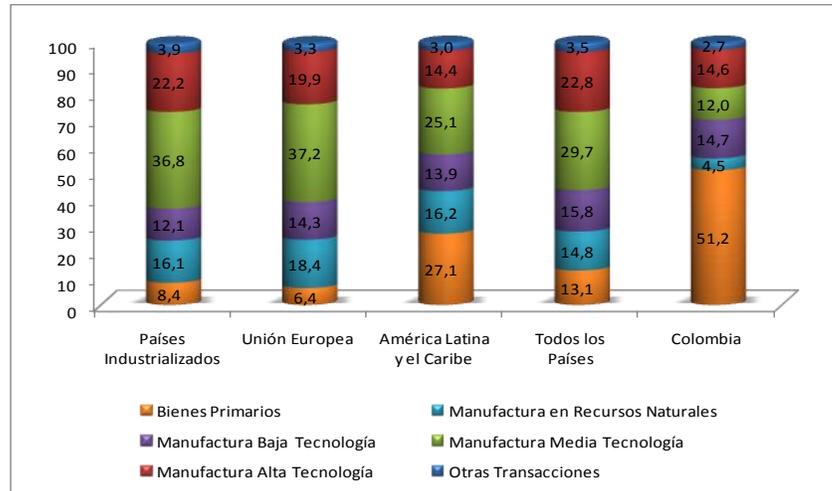


Fuente: COLCIENCIAS, 2006

La composición de las exportaciones mundiales cambia considerablemente en 20 años, y en 2002 la industria de alta tecnología pasa a ocupar el segundo lugar en los sectores con mayor participación en las exportaciones. De esta manera, más del 57% de las exportaciones en los países industrializados y de la Unión Europea se concentraban en la manufactura de media y alta tecnología (29,7% y 22,8% respectivamente); por otra parte, en América Latina más del 40% de las exportaciones se concentraban en los sectores de manufactura de media tecnología y de recursos naturales (25,1% y 16,2% respectivamente). A pesar de que Colombia sigue la tendencia mundial y amplía su participación en los sectores de media y alta tecnología (aproximadamente en 25%), en sus exportaciones continúan predominando los bienes primarios con 51%. (Ver Gráfico I-4)

De esta manera, y de acuerdo con Cimoli & Correa (2005), en la mayoría de países de América Latina, las reformas económicas han conducido a un patrón de especialización basado en bienes primarios y recursos naturales que los ha conllevado a tener ventajas comparativas estáticas. *“Las ventajas dinámicas requieren el desarrollo y la difusión de innovaciones técnicas y organizacionales, y dependen cada vez más del acceso a vínculos avanzados entre las empresas y las corrientes de conocimientos”* (Cimoli & Correa, 2005; p. 73)

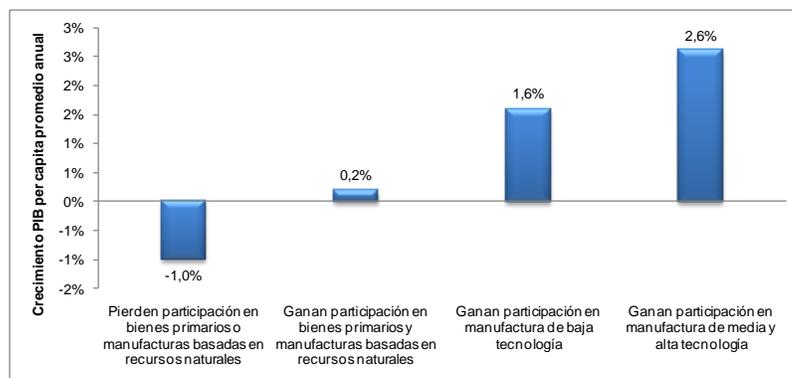
Gráfico I-4. Estructura de las exportaciones 2002



Fuente: COLCIENCIAS, 2006

De igual forma las tasas de crecimiento de un país están asociadas con la especialización. De acuerdo con Cimoli *et al* (2005), los países que se han especializado en rubros de alta tecnología, muestran mayor índice de adaptabilidad, esto “*significa que la participación de los productos dinámicos (en la demanda internacional) en la canasta exportadora de cada país supera la participación de los rubros no dinámicos*” (Cimoli, Porcile, Primi, & Vergara, 2005 p. 27). De esta manera, en el Gráfico I-5 se evidencia que los países con una especialización orientada a los productos con alto contenido tecnológico, presentan tasas de crecimiento económico mayores. Es así como, los países que han ganado participación en manufacturas de media y alta tecnología han presentado tasas de crecimiento per cápita promedio de 2,6% en las últimas dos décadas.

Gráfico I-5. Especialización Vs. Crecimiento: 1980-2002



Fuente: NACIONES UNIDAS DESA, 2006

A pesar de esta tendencia mundial, para los países de América Latina esta relación positiva entre crecimiento y contenido tecnológico no siempre se cumple, según Machinea (2007), “*el elevado contenido tecnológico no siempre ha estado asociado con mayor crecimiento, y los países que más han crecido no necesariamente han sido aquellos que han cambiado sus exportaciones hacia bienes más intensivos en tecnología*” (Machinea 2007; p. 7 - Ver Tabla I-2). Lo que explica la diferencia con el ámbito local es que las “*exportaciones de alta tecnología son importantes para promover el crecimiento si existen capacidades locales. Pero no si sólo forman parte del proceso de ensamble final de empresas multinacionales sin encadenamientos con la economía interna*” (Machinea, 2007; p.7).

Por otra parte, Cimoli *et al* (2005) identifica dos estrategias de crecimiento asociadas con el tipo de especialización, una basada en la búsqueda de rentas derivadas de factores abundantes y la otra en rentas derivadas del conocimiento. Y aunque algunos países de America Latina han seguido la primera estrategia con resultados exitosos los autores recomiendan orientarse hacia una estrategia en la que las capacidades tecnológicas tengan un peso cada vez mayor.

Tabla I-2. Crecimiento del PIB per cápita Vs. Contenido Tecnológico (1985-2004)

		Aumento de bienes con alto y medio contenido tecnológico como porcentaje de las exportaciones totales	
		> 10 puntos porcentuales	< 10 puntos porcentuales
Crecimiento del PIB per cápita (anualizado)	> 1,5%	Costa Rica, Rep. Dominicana	Chile, El Salvador, Uruguay
	< 1,5%	Brasil, Colombia, México	Argentina, Bolivia, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú, Venezuela

Fuente: Machinea, 2007

I.2.1 Participación de actividades de media y alta intensidad tecnológica

De acuerdo con el reporte de desarrollo industrial de la ONUDI 2009, el porcentaje de actividades de Media Tecnología y Alta Tecnología en el Valor Agregado Manufacturero colombiano aumentó en alrededor de dos puntos porcentuales en 5 años, pasando de 25,6% en 2000 a 28,2% en 2005, este leve aumento no permitió que Colombia mejorara su posición dentro del ranking regional con respecto al 2000, e hizo que se mantuviera en el puesto 5 en 2005 (Ver Tabla I-3).

Tabla I-3. Participación del Valor Agregado de los Productos de media y alta tecnología en el Valor Agregado Manufacturero Total

Ranking 2005	Ranking 2000	Países	2005	2000
1	1	México	0,446	0,452
2	3	Brasil	0,366	0,335
3	2	Guatemala	0,351	0,351
4	4	Argentina	0,302	0,259
5	5	Colombia	0,282	0,256
6	6	El Salvador	0,231	0,231
7	8	Costa Rica	0,221	0,225
8	10	Perú	0,179	0,179
9	9	Venezuela	0,169	16.9%
10	7	Chile	0,164	0,227
11	12	Nicaragua	0,15	0,15
12	11	Uruguay	0,141	0,157
13	13	Paraguay	0,136	0,112
14	16	Honduras	0,104	0,104
15	14	Panamá	0,089	0,111
16	15	Ecuador	0,083	0,111
17	17	Bolivia	0,079	0,069
PROMEDIO			0,2	0,2

Fuente: Elaboración propia con datos ONUDI, 2009

I.2.2 Participación de productos de media y alta intensidad tecnológica en el total de las exportaciones manufactureras

La disminución de la participación de los productos de media y alta tecnología en el total de exportaciones manufactureras de Colombia, que pasó de 36,8% en 2000 a 34,6% en 2005, junto con el aumento de la participación de Guatemala y Venezuela hicieron que Colombia deteriora su posición en el ranking latinoamericano pasando del puesto 4 al 6 (Ver Tabla I-4).

México y Costa Rica fueron los países latinoamericanos que en 2005 lideraron el ranking regional, en la participación de los sectores de media y alta tecnología en el total de exportaciones manufactureras. *“En el caso de México, la cercanía al mercado norteamericano y los privilegios arancelarios derivados del NAFTA son factores que le permitieron consolidarse como el principal exportador regional de semiconductores y automóviles. Costa Rica, por su parte, basó su estrategia exportadora en la atracción de inversión extranjera en sectores de alta tecnología (e.g, INTEL), y la complementó con el fortalecimiento del sector doméstico que, en muchos casos, actuó como industria auxiliar de las multinacionales extranjeras.”* (MICIP y ONUDI, 2004; p. 18)

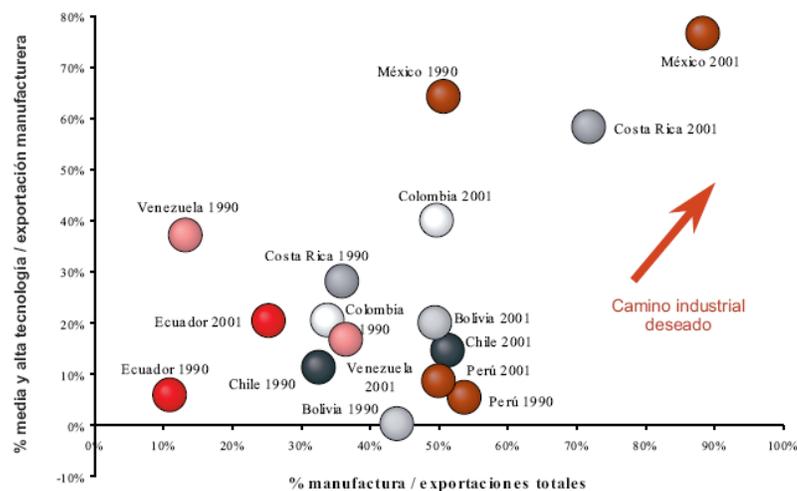
Tabla I-4. Participación de las exportaciones de productos de media y alta tecnología en el total de exportaciones manufactureras.

Ranking 2005	Ranking 2000	Países	2005	2000
1	1	México	74,6	75,8
2	2	Costa Rica	59,8	66,3
3	13	Venezuela	53,8	12,2
4	3	Brasil	47,9	47,8
5	6	Guatemala	36,1	27,7
6	4	Colombia	34,6	36,8
7	5	Argentina	32,1	35,3
8	7	El Salvador	23,6	26,4
9	10	Honduras	20,1	16,4
10	11	Ecuador	18,5	15,8
11	8	Uruguay	16,7	25,2
12	15	Nicaragua	15,4	10,8
13	16	Paraguay	13,3	5,9
14	12	Chile	11,7	13,2
15	14	Panamá	11	12,2
16	9	Bolivia	7,2	24,1
17	17	Perú	3,9	5,3
PROMEDIO			28,3	26,9

Fuente: Elaboración propia con datos ONUDI, 2009

El Gráfico I-6 muestra la evolución entre 1990 y 2001 de la participación de las exportaciones de los productos manufacturados y de los productos de media y alta tecnología en Colombia y otros países latinoamericanos. Para este periodo, México y Costa Rica eran claramente los modelos de desarrollo industrial a seguir. La mayoría de países incluyendo Colombia avanzaban en el camino deseado pero a un ritmo lento comparando con el de México y Costa Rica.

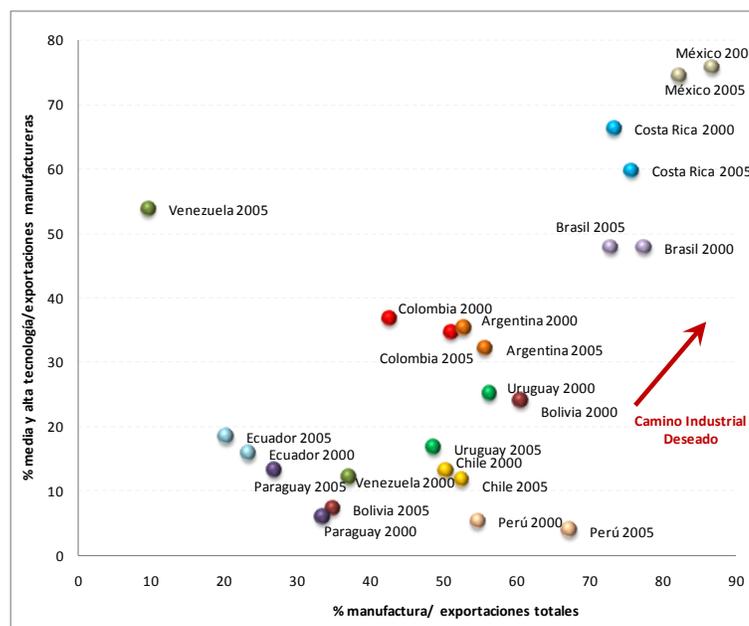
Gráfico I-6. Evolución de las exportaciones con alto contenido de media y alta tecnología (1990-2001)



Fuente: ONUDI 2004

El Gráfico I-7 muestra la evolución entre 2000 y 2005 de la participación de las exportaciones de los productos manufacturados y de los productos de media y alta tecnología en Colombia y otros países latinoamericanos. Contrario al periodo anteriormente analizado, todos los países examinados durante este periodo tuvieron un retroceso en términos generales de sus modelos de desarrollo industrial, de esta manera, ningún país aumentó al mismo tiempo su participación de las exportaciones con alto contenido de media y alta tecnología en las exportaciones totales, ni en las exportaciones manufactureras. Para el caso de Colombia, las exportaciones manufactureras aumentaron su participación en las exportaciones totales pasando de 42,6% en 2000 a 51,0% en 2005. Sin embargo, las exportaciones de alta y media tecnología disminuyeron su participación en el total de exportaciones manufactureras pasando de 36,8% en 2000 a 34,6% en 2005.

Gráfico I-7. Evolución de las exportaciones con alto contenido de media y alta tecnología (2000-2005)

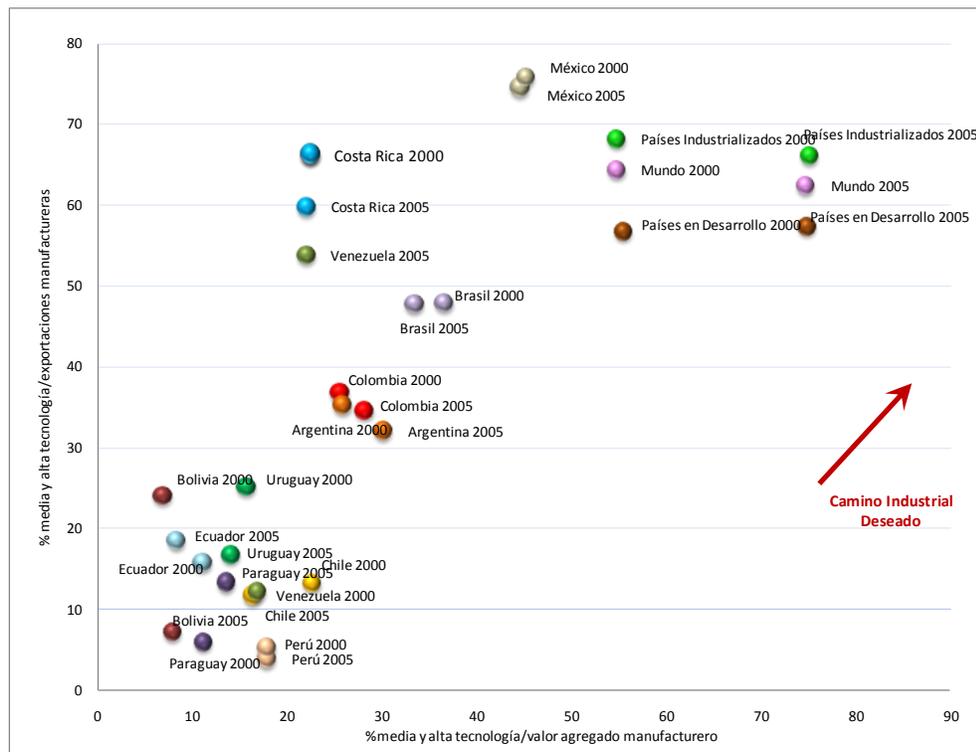


Fuente: Elaboración propia con datos ONUDI 2009

De igual forma, al observar el comportamiento de las exportaciones y del valor agregado de las actividades con alto contenido de media y alta tecnología se observa que la mayoría de países de América Latina desmejoraron su situación disminuyendo la participación de las exportaciones de media y alta tecnología, o bien en las exportaciones manufactureras o bien en el valor agregado manufacturero. Los únicos países que mejoraron su comportamiento industrial fueron Paraguay y Venezuela. Para el caso de Colombia, las exportaciones de media y alta tecnología aumentaron su participación en el valor agregado manufacturero de 25,6% en 2000 a 28,2% en 2005. Sin embargo, la

participación de dichas exportaciones en el total de exportaciones manufactureras disminuyó de 36,8% en 2000 a 34,6% en 2005. (Ver Gráfico I-8)

Gráfico I-8. Exportaciones con alto contenido de media y alta tecnología Vs. Participación de las actividades alto contenido de media y alta tecnología en el Valor Agregado Manufacturero (2000-2005)



Fuente: Elaboración propia con datos ONUDI 2009

I.2.3 Investigación y Desarrollo (I+D)

Como se explicó anteriormente, para clasificar los bienes de alta tecnología la OCDE tiene en cuenta la intensidad de I+D de cada bien. La I+D juega un papel fundamental en el desarrollo industrial de un país, ya que es fundamental para la innovación y el cambio técnico de las empresas, de esta manera, *“el impacto real de la transferencia tecnológica sobre la competitividad del sector industrial de los países en desarrollo depende decisivamente de los esfuerzos de investigación y desarrollo a nivel local para asimilar y adaptar el conocimiento desarrollado en el resto del mundo a las necesidades locales”* (MICIP&ONU, 2004; p. 84)

En el año 2007, Colombia presentaba uno de los valores más bajos entre los países de América Latina de gastos totales en I+D como porcentaje del PIB (0,15%). De acuerdo con los datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)⁷, Colombia sólo superaba los porcentajes de I+D de Perú y Ecuador y estaba muy por debajo del promedio regional que fue de 0,68%. Por otro lado, al analizar el comportamiento colombiano entre 1996 y 2007 de la participación del gasto en I+D se observa que se redujo en casi la mitad. (Ver Tabla I-5).

Tabla I-5. Gastos en I+D como porcentaje del PIB

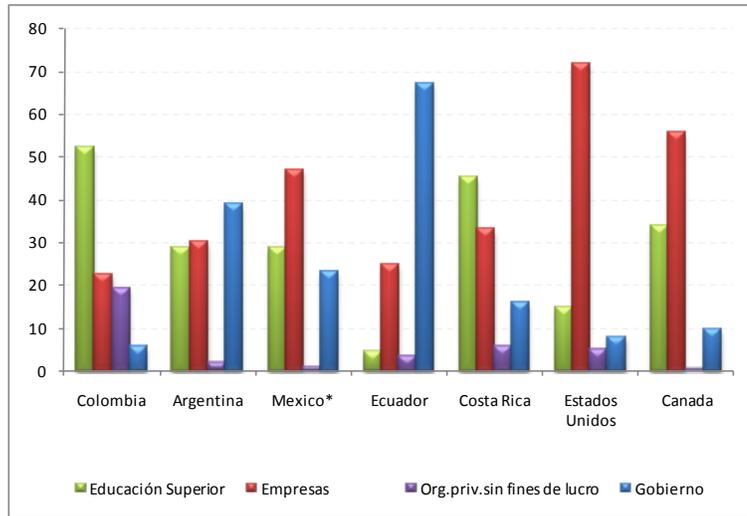
Países	1996	2000	2007
Brasil	0,72%	1,02%	1,11%
Promedio América Latina y el Caribe	0,51%	0,57%	0,68%
Chile	0,53%	0,53%	0,67% ⁵
Argentina	0,42%	0,44%	0,51%
México	0,31%	0,37%	0,46%
Uruguay	0,27%	0,24%	0,43% ⁶
Cuba	0,38%	0,45%	0,44%
Costa Rica	0,33%	0,39%	0,32% ⁴
Bolivia	0,33%	0,27% ²	0,26%
Colombia	0,30%	0,12%	0,16%
Ecuador	0,059% ¹	0,06%	0,15% ⁵
Perú	0,08%	0,11% ³	0,15%

¹ Datos 1997, ² Datos 2000, ³ Datos 2001, ⁴ Datos 1997, ⁵ Datos 2004, ⁶ Datos 2005
Fuente: RICYT

Al analizar el gasto en I+D para Colombia por sector de financiamiento y compararlo con varios países, se puede observar que para el caso de Canadá y los Estados Unidos el sector privado contribuye al gasto en I+D en más del 50%. Por otra parte, al observar los países de América Latina se observa que Colombia es un caso atípico en la región, ya que mientras para países como, Ecuador y Argentina, el papel del Estado es de gran importancia en la oferta de recursos para la I+D, en Colombia el Estado es el que menos contribuye a dicho gasto con sólo 5,7%, y la educación superior es el sector que mayor contribución hace con 45,2%. (Ver Gráfico I-9)

⁷ La RICYT cuenta actualmente con la participación de 28 organismos nacionales de ciencia y tecnología de los países de toda América y la Península Ibérica. Las entidades que suministran los datos para la construcción de los indicadores colombianos, son COLCIENCIAS y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCYT)

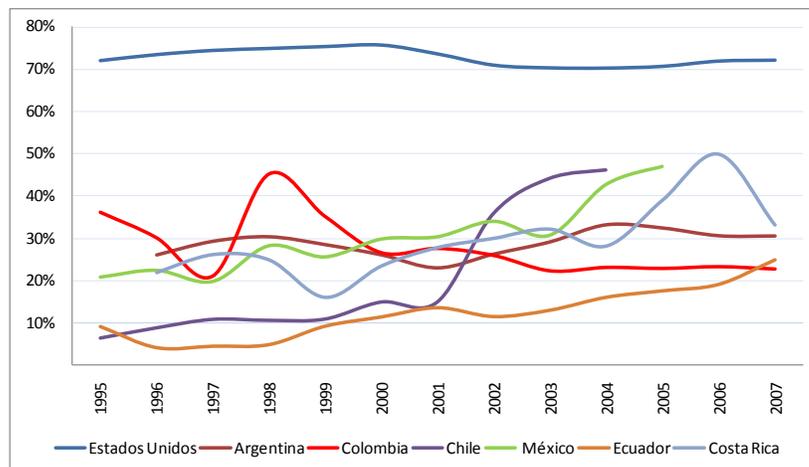
Gráfico I-9. Gastos en I+D por sector de financiamiento (2007)



Fuente: Elaboración propia con datos RICYT (*2005)

Al analizar la evolución de en I+D realizado exclusivamente por las empresas, con el fin de eliminar gastos que posiblemente no estén ligados con la actividad productiva, se observa que la participación de las empresas colombianas en el gasto total de I+D es la que ha presentado mayor inestabilidad y contrario a la tendencia de los demás países ha disminuido su participación pasando del 36% en 1995 a 22,7% en 2007. (Ver Gráfico I-10)

Gráfico I-10. Participación de las empresas en el total de I+D

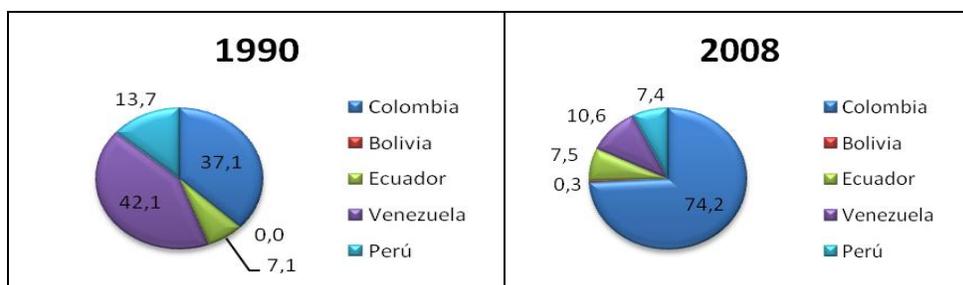


Fuente: RICYT

I.2.4 Colombia, la CAN y Latinoamérica⁸

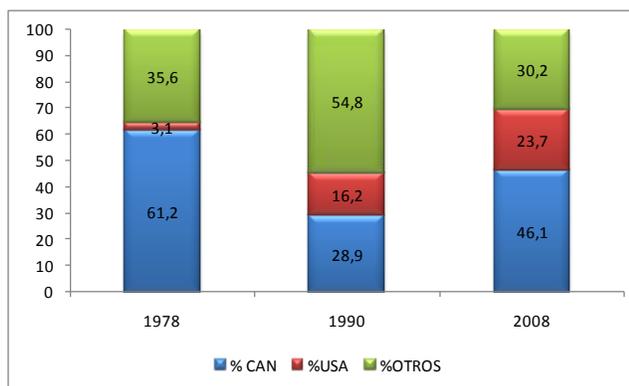
El comercio de industria de AT de Colombia es representativo al interior de la Comunidad Andina de Naciones (CAN). De esta manera, mientras que en 1990 las exportaciones de AT colombianas representaban el 37% del total de las exportaciones de la CAN, en el año 2008 ascendían a 74,2% (Ver Gráfico I-11). Por otra parte, la mayoría de exportaciones de AT colombianas van dirigidas a los países de la CAN, mientras que en 1990 el 30% de las exportaciones se dirigieron a la CAN y el 16,2% a los Estados Unidos, en 2008 el 46% se dirigieron a la CAN y el 24% a los Estados Unidos. (Gráfico I-12)

Gráfico I-11. Participación % por países en las exportaciones totales de AT de la CAN



Fuente: Elaboración propia con datos UN COMTRADE

Gráfico I-12. Participación de las exportaciones colombianas de AT por país de destino

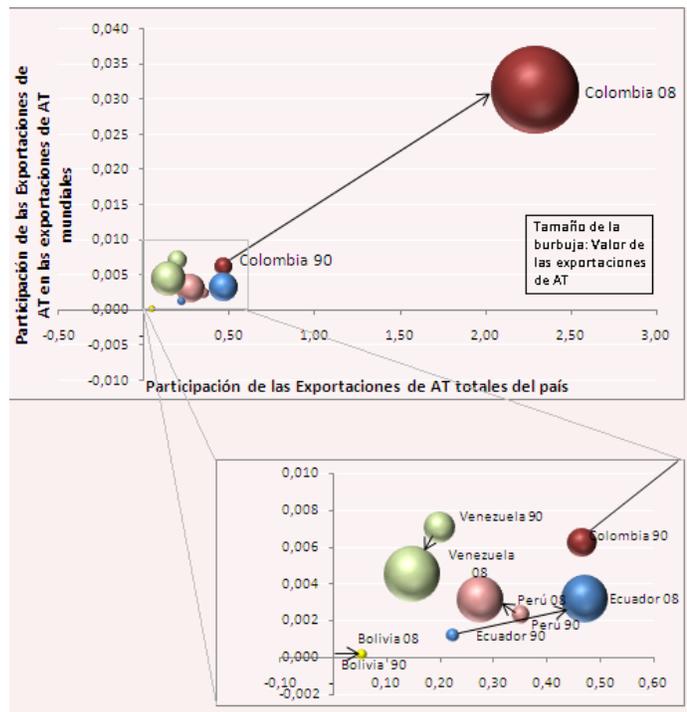


Fuente: Elaboración propia con datos UN COMTRADE

⁸ Las exportaciones e importaciones de AT analizadas en esta sección fueron calculadas de acuerdo con la clasificación realizada en MICIP&ONUDI, 2004, tomando la clasificación CUCCI Rev. 2. (Ver Anexo VII.1, Tabla VII-1)

Al analizar la evolución de las exportaciones de AT de los países de la CAN, se evidencia que Colombia ha sido el país con mejor desempeño, ya que las exportaciones de AT incrementaron su participación en el total de exportaciones colombianas en 1,83 puntos porcentuales y en el mercado mundial en 0,03. Estas cifras muestran como para la industria de AT colombiana los acuerdos regionales representan un mercado muy importante. (Ver Gráfico I-13)

Gráfico I-13 Dinamismo de las exportaciones de AT de los países de la Comunidad Andina (1990-2008)



Fuente: Elaboración propia con datos UN COMTRADE

Sin embargo, al analizar la evolución de las exportaciones de AT con respecto a otros países de la región diferentes a los de la CAN, como Argentina y Costa Rica, se observa que Colombia aún no se ha posicionado como país exportador de productos de AT. Si se compararan las exportaciones de AT colombianas, que como se verá más adelante, son lideradas por los productos farmacéuticos, con las de México y Brasil que son los mayores exportadores de AT de la región - el primero a través de la industria de semiconductores y el segundo gracias a la industria aeronáutica- (ONUDI, 2004), las diferencias serían aún mayores. (Ver Gráfico I-14)

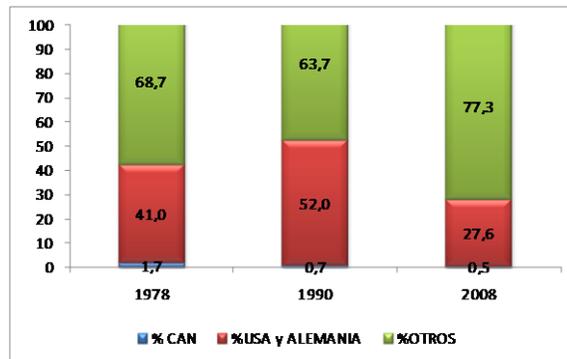
Gráfico I-14. Dinamismo de las exportaciones de AT (1990-2008)



Fuente: Elaboración propia con datos UN COMTRADE

Al analizar la composición de las importaciones de AT colombianas, según el país de donde provienen se observa que antes de la apertura más del 40% de las importaciones provenían de Estados Unidos y Alemania, sin embargo, después de 1990 estos países pierden participación y ganan importancia los países asiáticos como China y Japón. Los países de la comunidad andina también pierden participación. (Ver Gráfico I-15)

Gráfico I-15. Importaciones de AT de acuerdo con la región de procedencia (1978,1990 y 2008)



Fuente: Elaboración propia con datos UN COMTRADE

II CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE ALTA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA

Antes de realizar el análisis doméstico de la evolución de las principales variables económicas de acuerdo con los sectores definidos como de alta tecnología de acuerdo con la clasificación de la OCDE, es pertinente hacer un análisis detallado de la actividad productiva de cada industria, la evolución de sus principales productos y su capacidad de innovación tecnológica.

Para la evolución de los principales productos se analizarán tres años, 1976, 1990 y 2007, de acuerdo con la información más desagregada que presenta la EAM del DANE. Hasta 1996 el nivel más desagregado de productos con el que se cuenta son los códigos CIU Rev. 2, a 8 dígitos, mientras que a partir de 1997, el mayor nivel de desagregación se hace de acuerdo con la Clasificación Central de Productos (CPC) a 7 dígitos.

Para efectos del análisis posterior, es importante aclarar que la producción de cada uno de los sectores de AT no necesariamente implica productos relacionados directamente con la actividad. En la Tabla II-1 se evidencia que menos del 50% del número de productos que se elaboraron en 2007, en los sectores de AT, eran característicos de la actividad.

Tabla II-1. Número de Productos de la Industria de Alta Tecnología 2007

	Sólo Productos/Materias Característicos de la Actividad (No)	Total de Productos/Materias Elaborados en la Actividad (No)	% Pctos Característicos de la actividad
1. Aeroespacial	1	6	16,7%
2. Industria farmaceutica	25	89	28,1%
3. Electrónica comunicaciones	15	35	42,9%
4. Instrumentos científicos	48	93	51,6%
5. Maquinaria eléctrica	133	264	50,4%
Industria de AT	222	487	45,6%

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

II.1.1 Industria aeroespacial

Para el caso de la industria aeroespacial en los años 1976 y 1990 de acuerdo con los códigos CIIU Rev. 2, a 8 dígitos, el principal producto elaborado fue “reparación de aeronaves”, mientras que para el 2007, de acuerdo con la CPC desagregada a 7 dígitos el principal producto elaborado fue “partes y piezas para aeronaves”, producto que agrega la mayoría de productos de la CIIU Rev. 2 como “reparación de aeronaves” y “reparación de partes y piezas para aeronaves”. (Ver Tabla II-2)

Tabla II-2. Principales Productos Industria Aeroespacial – Característicos de la Actividad

Productos	% Participación Producción		
	1976	1990	2007
Partes y piezas para aeronaves	N.A	N.A	100.0%
Ensamblaje de aeronaves	0.0%	3.2%	N.A
Reconstrucción de aeronaves	0.7%	0.3%	N.A
Reconstrucción de motores para aeronaves	1.0%	0.7%	N.A
Reparación de aeronaves	98.3%	91.1%	N.A
Mantenimiento de aeronaves	0.0%	3.8%	N.A
Reparación de partes y piezas para aeronaves	0.0%	1.0%	N.A
Total	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

En 2007 existían 8 empresas clasificadas en el sector aeroespacial, cuya actividad principal era la reparación de aeronaves. La Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana CIAC S.A., adscrita al Ministerio de Defensa, es la principal empresa que en la actualidad repara aeronaves, “*fue creada por el decreto 1064 de 1956, con el objeto de organizar, construir, operar y explotar centros de reparación, mantenimiento y servicios de aviones y posteriormente la construcción de los mismos*” (CIAC, *Página WEB*).⁹

II.1.2 Industria farmacéutica

En 1976 el principal producto elaborado por la industria farmacéutica eran los “antibióticos n.c.p.”¹⁰ con una participación del 81,7%, mientras que para los años 1990 y 2007 el principal producto era “productos farmacéuticos, para uso humano” con una participación en el valor total de la producción de 87,0% y 82,7% respectivamente. (Ver Tabla II-3)

De acuerdo con el estudio de cadenas productivas elaborado por el DNP, en 2004, la

⁹ A principios de 2009, la CIAC firmó un acuerdo con las compañías estadounidenses LANCAIR y SUDFAIR para producir en principio naves livianas para entrenamiento de la FAC. (Portafolio, 2009)

¹⁰ n.c.p: no clasificados previamente

mayoría de los medicamentos que constituyen el mercado local de farmacéuticos son importados directamente de las casas matrices de las más de 300 empresas multinacionales que tienen filial en Colombia, “Los elaborados en los laboratorios ubicados en el país son producidos a través del proceso productivo de formulación y mezcla y no se llevan a cabo procesos de síntesis de las moléculas activas ni siquiera por los laboratorios multinacionales quienes importan los componentes activos. Es así como los procesos productivos varían en el orden de las reacciones químicas y en los componentes utilizados según se requiera para cada medicamento pero en general son similares aunque puede haber diferencias en las características de las materias primas y en especial en lo relacionado con las impurezas.” (DNP, 2004; p. 363)

Dicha actividad productiva difiere de la de los países desarrollados, que se caracteriza por destinar grandes gastos en I+D, con el fin de desarrollar moléculas activas para la obtención de nuevos medicamentos

Tabla II-3. Principales Productos Industria Farmacéutica - Característicos de la Actividad

Productos	% Participación Producción		
	1976	1990	2007
Productos farmacéuticos, para uso humano	0.03%	87.03%	82.66%
Productos farmacéuticos, para uso veterinario	0.12%	10.96%	8.60%
Complemento vitamínico en jalea o en polvo	0.00%	0.01%	3.65%
Premezclas de vitaminas o aditivos vitamínicos	0.00%	0.00%	1.19%
Venditas antisépticas	0.00%	0.00%	0.99%
Esparadrapo	0.00%	0.00%	0.65%
Algodón hidrófilo	0.00%	0.00%	0.51%
Suturas quirúrgicas	0.00%	0.00%	0.44%
Medicamentos homeopáticos	17.38%	0.00%	0.31%
Dermatológicos	0.00%	0.00%	0.28%
Acido acetilsalicílico-aspirina-	0.00%	0.50%	0.22%
Plasma	0.00%	0.00%	0.15%
Amalgamas para prótesis dental	0.00%	0.00%	0.06%
Antibióticos n.c.p.	81.67%	0.00%	0.05%
Suero bovino	0.00%	0.00%	0.05%
Suero antiofídico	0.00%	0.00%	0.04%
Dextrosa	0.27%	0.47%	0.03%
Gasa esterilizada	0.00%	0.00%	0.03%
Agua estéril para inyectables	0.00%	0.00%	0.03%
Algodón esterilizado	0.00%	0.00%	0.01%
Medicamentos homeopáticos en glóbulos	0.00%	0.00%	0.01%
Salicilato de metilo	0.00%	0.02%	0.01%
Medicamentos homeopáticos en polvo, tabletas y jalea	0.00%	0.00%	0.01%
Otros	0.54%	1.02%	0.00%
Total	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

II.1.3 Industria electrónica y comunicaciones

Se observa que a lo largo de las últimas décadas la industria de electrónica y comunicaciones no ha logrado consolidar un producto, sino que su estructura productiva ha variado, es así como en 1976 el principal producto elaborado por la industria electrónica y comunicaciones eran las “lámparas terapéuticas” con una participación del 64,7%; en 1990 el principal producto pasa a ser “teléfonos aparatos” con una participación del 39,1%; y en 2007 el producto con mayor participación es “equipos transmisores de radiodifusión” con una participación del 34,9% (Ver Tabla II-4)

Tabla II-4. Principales Productos Elaborados Industria Electrónica y Comunicaciones - Característicos de la Actividad

Productos	% Participación Producción		
	1976	1990	2007
Equipos transmisores de radiodifusión	0,0%	16,2%	34,9%
Condensadores eléctricos para uso industrial	0,0%	0,0%	16,8%
Partes y accesorios para instalaciones telefónicas y telegráficas	0,0%	24,3%	15,7%
Teléfonos aparatos	0,0%	39,1%	10,1%
Parlantes altavoces	5,4%	1,7%	4,8%
Lámparas terapéuticas	64,7%	2,1%	4,2%
Antenas para televisión	2,8%	0,0%	3,0%
Equipos de amplificación de sonidos	8,4%	1,9%	2,7%
Condensadores para motores de combustión interna	0,0%	0,0%	2,6%
Circuitos integrados y/o impresos para aparatos de radio, tv, etc.	13,8%	10,1%	1,9%
Paneles integrales para control electrónico	0,0%	0,0%	1,2%
Baffles	4,9%	1,4%	0,9%
Accesorios electrónicos n. E. P	0,0%	0,4%	0,6%
Partes y accesorios n. E. P. Para aparatos y elem. Para radio, televisión	0,0%	2,6%	0,3%
Amplificadores de sonido	0,0%	0,3%	0,2%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

II.1.4 Industria instrumentos científicos

Al igual que la industria de electrónica y comunicaciones, la de instrumentos científicos ha variado su estructura productiva, sin consolidar un único producto a lo largo de estas últimas décadas, es así como, en 1976 el principal producto fue “equipos de venoclipis y análogos” con una participación del 27,9%; en 1990 el principal producto pasa a ser “jeringas hipodérmicas desechables” con una participación del 24,8%; y en 2007 el

producto con mayor participación es “contadores para agua” con 14,1% (Ver Tabla II-5)

Tabla II-5. Principales Productos Elaborados Industria Instrumentos Científicos - Característicos de la Actividad

Productos	% Participación Producción		
	1976	1990	2007
Contadores para agua	13.7%	9.7%	14.1%
Lentes oftálmicos. Excepto los de contacto	4.1%	2.8%	11.0%
Jeringas hipodérmicas desechables	0.0%	24.8%	8.2%
Instrumentos n. E. P. De medición y control	0.6%	0.0%	8.1%
Dientes artificiales	10.3%	7.3%	7.9%
Instrumentos, aparatos y accesorios para medicina y cirugía	2.3%	2.4%	7.1%
Bolsas plásticas- esterilizadas- especiales para medicina y cirugía	0.0%	10.0%	5.2%
Sondas, drenes, cánulas y accesorios similares para medicina y cirugía	0.0%	1.3%	4.0%
Camas metálicas para hospitales	0.0%	0.0%	3.6%
Accesorios de material plástico para equipo de venoclisis	0.0%	0.0%	2.9%
Fajas ortopédicas	0.0%	0.0%	2.8%
Dentaduras artificiales y aparatos	11.5%	1.8%	2.6%
Implantes quirúrgicos	0.0%	0.0%	2.2%
Lentes oftálmicos de contacto	0.3%	1.7%	2.1%
Equipos de venoclisis y análogos	27.9%	13.6%	2.0%
Contadores de electricidad	0.0%	1.2%	1.8%
Seda para higiene dental	0.0%	3.2%	0.0%
Agujas hipodérmicas	0.0%	2.0%	1.4%
Jeringas para uso veterinario	0.0%	0.0%	1.3%
Partes componentes de unidades odontológicas	0.0%	0.0%	1.2%
Aparatos para fisioterapia	0.0%	0.0%	1.1%
Mesas especiales para cirugía, obstetricia y usos análogos	0.0%	0.2%	0.7%
Aparatos eléctricos para masajes	0.0%	0.0%	1.1%
Registradoras para buses y análogos	5.1%	0.4%	1.0%
Camillas metálicas	0.0%	0.0%	0.7%
Equipo medico para gases medicinales	0.0%	0.0%	0.7%
Partes y accesorios para contadores de agua	0.0%	1.1%	0.7%
Piernas artificiales	0.0%	0.2%	0.5%
Brazos artificiales	0.0%	0.0%	0.4%
Relojes de fichas	0.0%	0.2%	0.4%
Instrumentos, aparatos y accesorios para odontología	10.6%	2.8%	0.4%
Unidades odontológicas	0.0%	2.6%	0.4%
Indicadores del nivel de gasolina para automotores	0.0%	0.0%	0.3%
Anteojos, gafas, monogafas y similares de plástico para protección	0.0%	0.0%	0.3%
Aparatos ortopédicos n. E. P.	0.0%	0.2%	0.3%
Instrumentos contadores y reguladores de temperaturas industriales	0.4%	1.1%	0.2%
Muebles metálicos n.c.p. para hospitales	0.0%	0.0%	0.2%
Corsés ortopédicos	0.0%	0.0%	0.2%
Instrumentos n. E. P. Científicos y de laboratorio	0.6%	0.0%	0.2%
Otros	12.7%	9.3%	0.7%
Total	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

II.1.5 Maquinaria eléctrica

La producción de la industria de maquinaria eléctrica de acuerdo con el estudio de cadenas productivas del DNP (2004), puede dividirse en tres eslabones: (1) cables y conductores, (2) piezas eléctricas y, (3) carcasas, estructuras y otros componentes. *“Los cables y conductores, además de ser utilizados como conectores en las instalaciones eléctricas de los demás productos de la cadena, se constituyen en productos finales necesarios en la construcción de las redes de transporte de energía de alta, media y baja tensión, en las redes de telecomunicaciones que transportan voz y datos y en el ensamble del sistema eléctrico de los vehículos automotores. De hecho son estas aplicaciones las mayores demandantes de estos productos. El eslabón de piezas eléctricas incluye elementos de conexión, partes electromecánicas, resistencias eléctricas –entre otros elementos-, que requieren para su fabricación materiales de la industria petroquímica. El eslabón de carcasas, estructuras y otros componentes tiene productos considerados como partes o accesorios que se incorporan a la maquinaria eléctrica y que son fabricados a partir de materiales provenientes de las industrias minera y petroquímica, y de otros metales”.*(DNP, 2004; p. 455-456)

Como se evidencia en la Tabla II-6, la producción cables y conductores ha sido uno de los más importantes en las últimas décadas con participaciones del más del 20% dentro del total de la producción de los principales productos de esta industria. Importancia que como se mencionó anteriormente se debe a que dichos productos son insumos en la fabricación de maquinaria el montaje de las redes de interconexión eléctrica y de transporte de voz y datos.

Tabla II-6. Principales Productos Elaborados Industria Maquinaria Eléctrica - Característicos de la Actividad

Productos	% Participación Producción		
	1976	1990	2007
Cables y alambres aislados para instalaciones eléctricas	21,3%	27,2%	20,1%
Juegos de cables de encendido para vehículos automóviles	0,0%	0,0%	12,5%
Baterías para automotores	8,7%	6,1%	10,2%
Transformadores para distribución de energía (voltajes comprendidos entre 440V hasta 34500V)	0,0%	0,0%	5,8%
Transformadores para transmisión de energía (voltaje superior a 34500 V)	0,0%	0,0%	5,7%
Cable coaxial	0,0%	0,0%	5,6%
Cables aislados para instalaciones telefónicas	0,0%	0,0%	3,3%
Los demás transformadores(de medida TP - TC); de frecuencia (50 - 60Hz); de uso doméstico (inferiores a 220V)	0,0%	0,0%	3,2%
Filas secas	26,4%	14,0%	2,4%
Interruptores eléctricos	2,3%	3,7%	2,3%
Bombillas incandescentes	7,2%	6,8%	2,3%
Cables aislados de alta tensión	1,8%	3,5%	2,2%
Tableros de distribución eléctrica	0,0%	0,0%	2,1%
Interruptores de seguridad	0,0%	0,0%	1,3%
Balastos	3,1%	4,1%	1,2%
Motores eléctricos	0,0%	0,0%	1,2%
Licadoras eléctricas	1,0%	2,5%	1,0%
Ventiladores eléctricos	0,7%	1,0%	1,0%
Lámparas fluorescentes	1,2%	1,2%	0,9%
Accesorios n. E. P. Para instalaciones eléctricas	1,4%	0,3%	0,9%
Lámparas para alumbrado publico	1,7%	2,5%	0,9%
Tubos fluorescentes	2,9%	3,5%	0,8%
Partes y piezas para subestaciones eléctricas	0,0%	0,0%	0,8%
Tubo conduit rígido	2,5%	0,4%	0,8%
Subestaciones eléctricas	0,0%	0,0%	0,6%
Partes y accesorios para tableros de mando, distribución y control	0,0%	0,0%	0,6%
Asadores y parrillas eléctricas	0,1%	1,5%	0,6%
Filas húmedas	0,0%	0,0%	0,5%
Cajas y cubiertas de material plástico para baterías	0,0%	0,0%	0,5%
Enchufes	0,8%	1,3%	0,5%
Transportadores eléctricos	0,0%	0,0%	0,5%
Cajas de conexión	0,1%	0,2%	0,4%
Alarmas eléctricas	0,4%	0,4%	0,4%
Accesorios de metal para líneas de conducción eléctrica	1,2%	2,6%	0,4%
Aparatos para carga, conversión y control de corriente alterna	0,0%	0,0%	0,3%
Extensiones (conectores) para uso eléctrico	0,0%	0,0%	0,3%
Lavadoras eléctricas de ropa	7,1%	8,8%	0,3%
Lámparas para la casa y oficina	0,0%	0,0%	0,3%
Cajas para transferencias, contadores , etc.	0,3%	0,2%	0,3%
Reguladores eléctricos para alto voltaje	0,0%	0,0%	0,3%
Estabilizadores eléctricos	0,0%	0,0%	0,3%
Aparatos eléctricos n. E. P.	0,1%	0,0%	0,3%
Avisos luminosos	0,0%	0,0%	0,3%
Otros	7,7%	8,3%	4,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

II.1.6 Innovación en la industria de AT

Con el fin de afianzar el análisis de la estructura productiva de la industria de AT y teniendo en cuenta la información de la “*Tercera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera (EDIT III)*” realizada por el DANE (2007), a continuación se hace un análisis con la CIU Rev. 3 a tres dígitos para los años 2005 y 2006 de los sectores definidos como de AT.¹¹

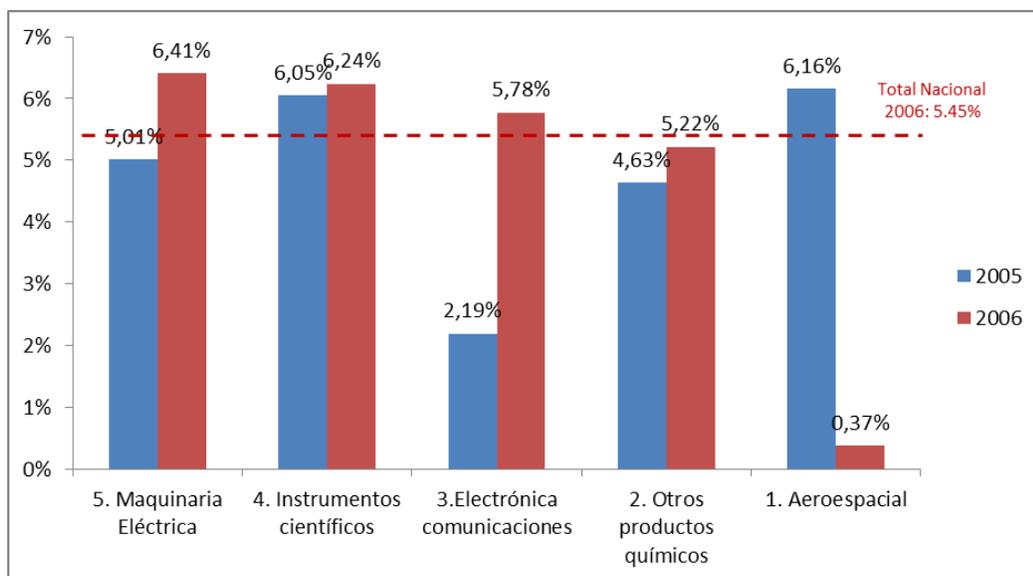
Al analizar el monto de la inversión en actividades de desarrollo e innovación tecnológica¹² como porcentaje del valor agregado de cada uno de los sectores definidos como de AT, se observa que en 2006, tres de los cinco sectores analizados estuvieron por encima del porcentaje nacional que fue de 5,45%. Al analizar el sector de AT en conjunto se observa que los montos de inversión en actividades de desarrollo e innovación tecnológica como porcentaje de sus valores agregados, tanto en 2005 como en 2006, fueron inferiores a los de la industria nacional, con un porcentaje de 4,71% y 5,34%, respectivamente. (Ver Tabla II-7)

La industria de maquinaria eléctrica fue la que mayor porcentaje presentó, en 2006, con una inversión equivalente al 6,41% de su valor agregado, esto gracias a la sección de “fabricación de acumuladores y pilas eléctricas” que invirtió en actividades de desarrollo e innovación tecnológica el equivalente al 15,9% de su producción, porcentaje que le permitió a esta sección ocupar el cuarto puesto a nivel nacional. La industria aeroespacial fue la que menor porcentaje presentó, en 2006, con 0.37% de su valor agregado, porcentaje que se encuentra en el penúltimo puesto de los 61 sectores que conforman la clasificación de la industria nacional. (Ver Gráfico II-2 y Tabla II-7).

¹¹ La agregación a tres dígitos con la CIU Rev. 3, de los sectores definidos como de AT al nivel de 4 dígitos, sólo presenta inconvenientes para el sector de la industria farmacéutica (cód. 2423), ya que el código 242 de Fabricación de otros productos químicos al que pertenece esta industria, incluye otros cuatro sectores más: (1) 2421 - Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario; (2) 2422- Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas, (3)2424 Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador; (4) 2429 – Fabricación de otros productos químicos ncp. La industria farmacéutica en el 2006 representó el 39% del valor agregado total del sector 242.

¹² Las actividades de desarrollo e innovación tecnológica se clasifican en la EDIT III en varios grupos: adquisición de maquinaria y equipo, adquisición de hardware, tecnologías de gestión, introducción de innovaciones en el mercado, transferencia de tecnología y consultoría, tecnologías de información y comunicaciones, biotecnología, ingeniería y diseño industrial, investigación y desarrollo, y formación y capacitación

Gráfico II-1 Monto de la Inversión 2005 y 2006 en actividades de desarrollo e innovación tecnológica como porcentaje del valor agregado de cada industria de AT



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE –EAM y EDIT III-

Tabla II-7. Monto de la Inversión en actividades de desarrollo e innovación tecnológica como porcentaje del valor agregado de cada industria de AT

SECTOR	CÓDIGOS CIU REV. 3 (3 dig)	Valor Agregado 2005	Inv/Valor agregado 2005	Ranking 2005	Inv/Valor agregado 2006	Ranking 2006
1. Aeroespacial	353 Fabricación de aeronaves y de naves espaciales	66.022.643	6,16%	15	0,37%	60
2. Industria farmacéutica	242 Fabricación de otros productos químicos	4.538.479.021	4,63%	26	5,22%	30
3. Electrónica comunicaciones	321 Fabricación de tubos y válvulas electrónicas y de otros componentes electrónicos	5.617.369	7,21%	8	5,15%	31
	322 Fabricación de transmisores de radio y televisión y de aparatos para telefonía y telegrafía	26.160.373	0,74%	58	1,40%	56
	323 Fabricación de receptores de radio y televisión, de aparatos de grabación y de reproducción del sonido	5.155.645	4,08%	30	28,21%	1
4. Instrumentos científicos	331 Fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y	95.153.793	6,65%	11	7,27%	14
	332 Fabricación de instrumentos ópticos y de equipo fotográfico	18.507.730	2,95%	44	1,65%	54
	333 Fabricación de relojes	-	-	-	-	-
5. Maquinaria Eléctrica	311 Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos	128.622.686	3,84%	34	5,24%	28
	312 Fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica	85.433.471	0,49%	60	0,75%	59
	313 Fabricación de hilos y cables aislados	157.086.520	6,24%	14	5,22%	29
	314 Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas	107.240.786	6,96%	9	15,94%	4
	315 Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación	61.779.361	4,40%	28	6,57%	18
	319 Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico ncp	169.406.017	6,03%	17	6,32%	19
TOTAL SECTORES DE AT		5.464.665.415	4,71%		5,34%	
TOTAL NACIONAL		46.513.886.253	5,50%		5,45%	

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE –EAM y EDIT III-

En 2006, de los diez primeras secciones de la industria nacional con mayores porcentajes

de inversión en actividades de desarrollo e innovación tecnológica sobre su valor agregado, dos pertenecieron a las industrias definidas como de AT: “fabricación de receptores de radio y televisión, de aparatos de grabación y de reproducción del sonido” que pertenece a la industria de electrónica y comunicaciones y “fabricación de acumuladores y pilas eléctricas” que pertenece a la industria de maquinaria eléctrica.(Ver Tabla II-8)

Tabla II-8. Ranking 2006. Diez primeros sectores de la industria nacional con mayores montos de inversión en actividades de desarrollo e innovación tecnológica como porcentaje de su valor agregado.

Ranking 2006	Sector -Códigos CIU Rev. 3	% Inv/VA
1	323 - Fabricación de receptores de radio y televisión, de aparatos de grabación y de reproducción del sonido (Industria de AT- Electrónica Comunicaciones)	28,21%
2	251 - Fabricación de productos de caucho:	20,55%
3	203 - Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones:	17,48%
4	314 - Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas (Industria de AT- Maquinaria Eléctrica)	15,94%
5	241 – Fabricación de sustancias químicas básicas	14,52%
6	271 - Industrias básicas de hierro y de acero	12,65%
7	157 - Ingenios, refinerías de azúcar y trapiches	11,38%
8	252 - Fabricación de productos de plástico	11,17%
9	175 - Fabricación de tejidos y artículos de punto y ganchillo	11,11%
10	210 - Fabricación de papel, cartón y productos de papel	9,86%

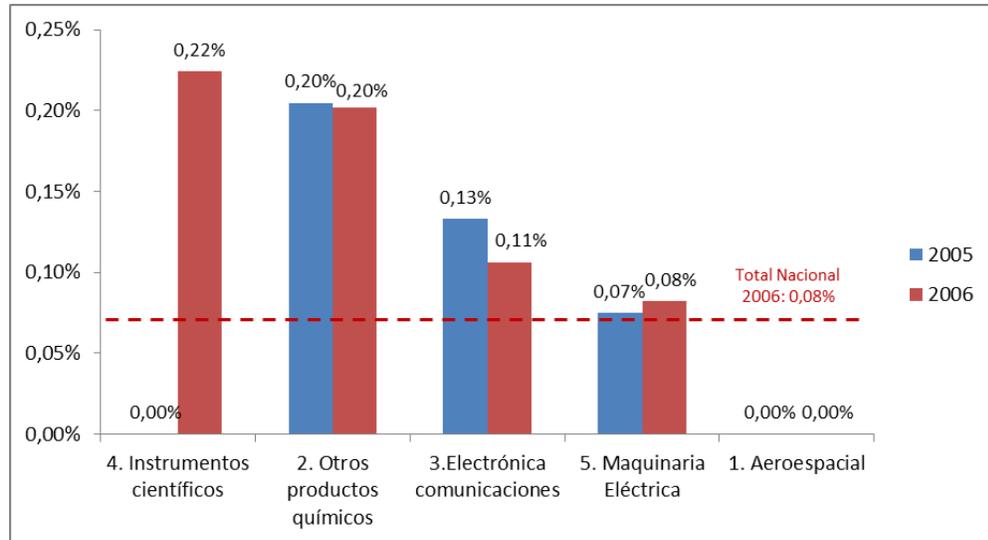
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE –EAM y EDIT III-

De acuerdo con la definición de industria de AT dada en la sección I.1 una característica clave de las industrias de AT es la importancia de la I+D. Al analizar la inversión realizada específicamente en proyectos de I+D¹³ en los sectores de AT se observa que ninguno alcanza el 1% de su valor agregado, sin embargo, la mayoría de sectores de AT superan el porcentaje de la industria total que es de 0,08%. (Ver Gráfico II-3)

La industria de instrumentos científicos fue la que mayor porcentaje de inversión en I+D con respecto a su valor agregado presentó en el año 2006, con una inversión equivalente al 0,22% de su valor agregado, esto gracias a la sección de “fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar” que invirtió en actividades I+D el equivalente al 0,27% de su producción, porcentaje que le permitió ocupar el séptimo puesto a nivel nacional. La industria aeroespacial, nuevamente fue la que menor porcentaje presentó, con una inversión nula en I+D que la llevó ocupar el último puesto de los 61 sectores que conforman la clasificación de la industria nacional (Ver Tabla II-9).

¹³ Proyectos que “comprenden el trabajo creativo emprendido sistemáticamente para incrementar el acervo de conocimientos, y el uso de este conocimiento para concebir nuevas aplicaciones. Pueden incluir el desarrollo de prototipos y plantas piloto. Un proyecto de I+D puede ser de investigación básica, aplicada o de desarrollo experimenta” (DANE, 2009; p. 47),

Gráfico II-2. Inversión en I+D como porcentaje del valor agregado en los sectores de AT (2005 y 2006)



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE –EAM y EDIT III-

Tabla II-9. Monto de la Inversión en actividades de I+D

SECTOR	CÓDIGOS CIU REV. 3 (3 dig)	Inv/Valor agregado 2005	Ranking 2005	Inv/Valor agregado 2006	Ranking 2006
1. Aeroespacial	353 Fabricación de aeronaves y de naves espaciales	0,00%	61	0,00%	61
2. Industria farmacéutica	242 Fabricación de otros productos químicos	0,20%	6	0,20%	9
3. Electrónica comunicaciones	321 Fabricación de tubos y válvulas electrónicas y de otros componentes electrónicos	0,00%	55	0,03%	27
	322 Fabricación de transmisores de radio y televisión y de aparatos para telefonía y telegrafía	0,19%	7	0,14%	12
	323 Fabricación de receptores de radio y televisión, de aparatos de grabación y de reproducción del sonido	0,00%	56	0,00%	57
4. Instrumentos científicos	331 Fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y	0,00%	57	0,27%	7
	332 Fabricación de instrumentos ópticos y de equipo fotográfico	0,00%	58	0,00%	58
	333 Fabricación de relojes	0,00%		0,00%	
5. Maquinaria Eléctrica	311 Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos	0,08%	16	0,09%	14
	312 Fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica	0,00%	37	0,00%	45
	313 Fabricación de hilos y cables aislados	0,00%	54	0,00%	56
	314 Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas	0,19%	8	0,19%	10
	315 Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación	0,35%	5	0,47%	3
	319 Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico ncp	0,01%	31	0,01%	34
TOTAL SECTORES DE AT		0,18%		0,18%	
TOTAL NACIONAL		0,09%		0,08%	

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE –EAM y EDIT III-

En 2006, de los diez primeros sectores con mayores porcentajes de I+D sobre su valor agregado, cuatro pertenecieron a las industrias definidas como de AT (Ver Tabla II-10).

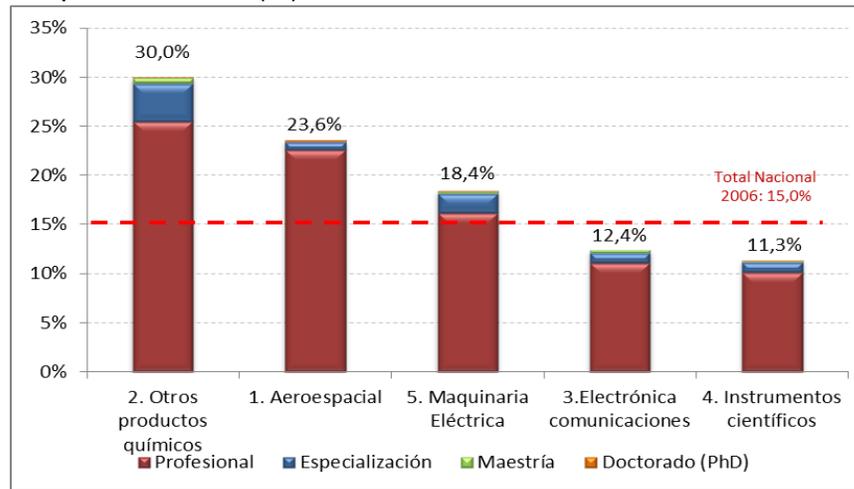
Tabla II-10. Ranking 2006. Diez primeros sectores de la industria nacional con mayores montos de Inversión en I+D como porcentaje de su valor agregado.

Ranking 2006	Sector -Códigos CIU Rev. 3	% Inv/VA
1	359 - Fabricación de otros tipos de equipo de transporte ncp	1,08%
2	293 - Fabricación de aparatos de uso doméstico ncp	0,93%
3	315 - Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación (Industria de AT- Maquinaria Eléctrica)	0,47%
4	158 - Elaboración de otros productos alimenticios	0,41%
5	203 - Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones:	0,37%
6	343 - Fabricación de partes, piezas y accesorios (autopartes) para vehículos automotores y para sus motores	0,33%
7	331 -Fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar (Industria de AT- Instrumentos científicos)	0,27%
8	201 - Aserrado, acepillado e impregnación de la madera	0,27%
9	242 - Fabricación de otros productos químicos (Industria de AT- Industria Farmaceutica)	0,20%
10	314 - Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas (Industria de AT- Maquinaria Eléctrica)	0,19%

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE –EAM y EDIT III-

Otra característica crucial de las industrias de AT señalada en la sección I.1, es la gran cantidad de mano de obra altamente calificada o capital humano, en relación con el empleo total. Si definimos mano de obra altamente calificada como a los profesionales, especialistas, magister y doctores, se observa que tres de los sectores de AT presentan una relación con respecto al empleo total por encima del porcentaje nacional, siendo el sector con mayor porcentaje de mano de obra altamente calificada el de otros productos químicos, que contiene a la industria farmacéutica. (Ver Gráfico II-3)

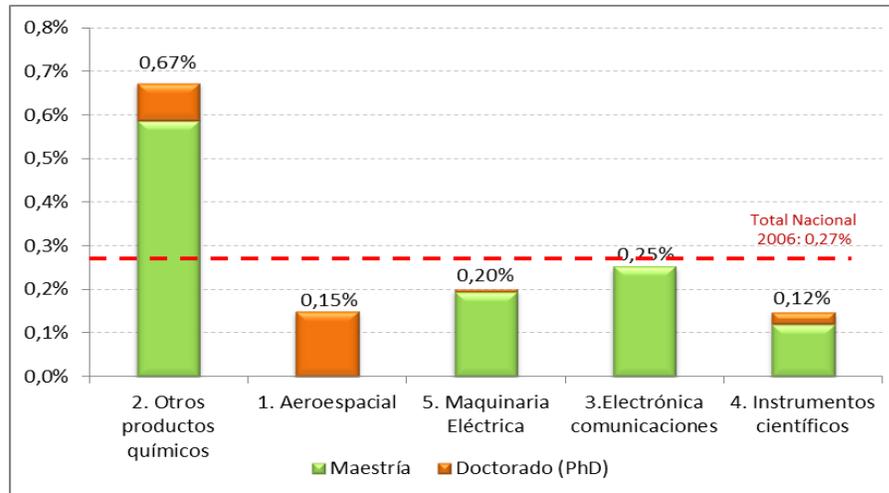
Gráfico II-3. Mano de obra altamente calificada en la industria de AT con respecto al total de personal ocupado, en 2006 (%)



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE - EDIT II

Sin embargo, si se reduce el análisis a maestría y doctorado, que son los niveles de educación que generalmente desarrollan I+D en los países desarrollados, la relación con respecto al empleo total es más desalentadora, y sólo el sector de otros productos químicos presenta un porcentaje por encima del promedio nacional con 0,67%. (Gráfico I-4)

Gráfico II-4. Personal con maestría y doctorado en la industria de AT con respecto al total de personal ocupado, en 2006 (%)



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE - EDIT II

De esta manera, para concluir, es importante tener en cuenta para los análisis a realizar en los capítulos posteriores que tal como se evidenció en este capítulo la definición de la OCDE de los sectores de AT dado su alta intensidad de I+D, en Colombia no necesariamente se aplica, ya que la mayoría de productos de los sectores de AT o bien contienen bajos grados de intensidad de I+D, o bien un gran porcentaje de sus materias primas son importadas. Adicionalmente, el personal con maestría y doctorado alcanza niveles muy bajos en la industria de AT colombiana, lo que también la aleja de la definición de AT en sentido estricto.

A pesar de lo anterior, al ser los sectores de AT, los más dinámicos a nivel mundial se hace pertinente analizar con mayor detalle cual ha sido su comportamiento en las últimas décadas, así como el impacto que tuvo sobre éstos la apertura, cuyos principales supuestos eran la modernización y el cambio técnico de las actividades productivas.

III IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DE LA INDUSTRIA DE AT

Teniendo en cuenta el análisis realizado en el capítulo anterior, en el que se evidencia que la industria colombiana definida como de AT, está lejos de la definición estricta de alta tecnología, con niveles bajos de I+D y de mano altamente calificada, y con carencia de productos y procesos con alta complejidad tecnológica; en este capítulo se desarrolla un análisis a nivel agregado con el fin de comprobar si efectivamente la apertura comercial tuvo los efectos positivos esperados en esta industria y logró modernizarla fortaleciendo sus diferentes indicadores económicos.

III.1 DINÁMICA INTERNA Y APERTURA EN LA INDUSTRIA DE AT

Al analizar la participación de las principales variables económicas de la industria de AT en la industria manufacturera nacional, se evidencia en términos generales que entre 1976 y 1990 la industria de AT registró una evolución relativamente estable, ya que no existieron cambios representativos en las participaciones de las variables analizadas. La variable con mayor crecimiento en su participación fue la remuneración laboral, que tuvo un aumento de 0,8 puntos porcentuales, por otra parte las variables que presentaron decrecimiento en su participación fueron el número de empresas y los activos fijos, 0,4% y 0,1%, respectivamente. (Ver Tabla III-1)

Para el periodo comprendido entre 1990 y 2007, las participaciones de las variables de AT en la industria manufacturera nacional tampoco presentaron grandes cambios. La variable con mayor crecimiento en su participación fue nuevamente la remuneración laboral, que aumentó 1,1 puntos porcentuales, por otra parte, las variables que presentaron decrecimiento en su participación fueron el PIB, el valor agregado y nuevamente los activos fijos, 1,1%, 1,1% y 0,6%, respectivamente. (Ver Tabla III-1)

Tabla III-1. Participación de la Industria de Alta Tecnología en el sector manufacturero nacional

Variable	1976	1990	2007
PIB	5,6%	6,1%	5,1%
Valor Agregado	6,8%	7,0%	5,9%
Empleos	6,5%	6,9%	7,0%
Remuneración de L	8,0%	8,8%	9,9%
Activos Fijos	4,8%	4,7%	4,1%
Número de empresas	5,6%	5,3%	5,7%

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al desagregar las participaciones para los cinco sectores de AT, se evidencia que las variables de la industria farmacéutica son las que tuvieron una mayor participación seguidas por las de la industria de maquinaria eléctrica. La única industria que claramente vio favorecidas sus participaciones después de la apertura, fue la industria farmacéutica, esta industria aumentó su participación en el sector manufacturero en todas las variables analizadas. Las demás industrias después de la apertura disminuyeron o mantuvieron su participación en todas las variables. Las industrias de maquinaria eléctrica y de electrónica-comunicaciones fueron las que vieron afectadas sus participaciones en todas las variables analizadas. La grandes participaciones que tienen la industria farmacéutica y la industria de maquinaria eléctrica en el total de la industria de AT jalonan el comportamiento agregado de la industria de AT, por lo que el análisis desagregado para cada uno de los sectores de AT se hace relevante en este estudio, ya que cada sector enfrenta diferentes condiciones y perspectivas de producción, mercado, cambio técnico y competencia. (Ver Anexo VII.3, Tabla VI-5)

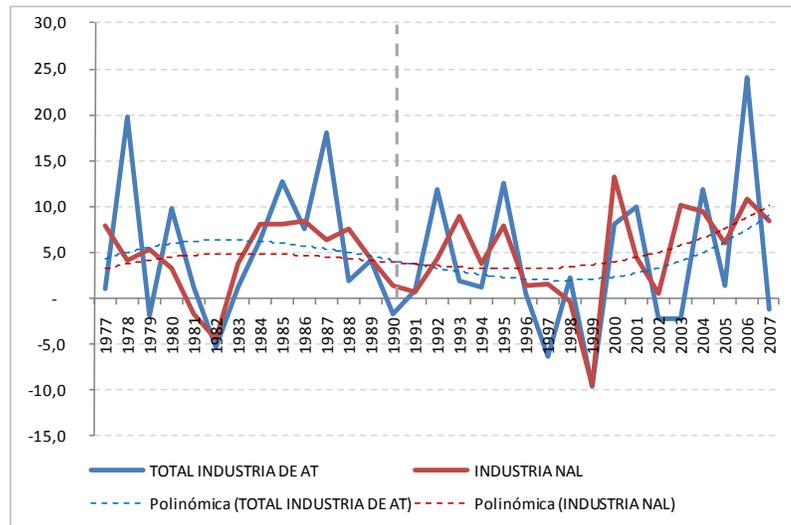
De esta manera, a partir de la evolución de las participaciones de las diferentes variables de AT en el total de la industria manufacturera nacional se puede concluir que la industria de AT en las últimas décadas no ha logrado consolidarse como un sector fuerte al interior de la industria manufacturera, y las actividades con grado alto tecnológico aún no tienen pesos considerables.

III.1.1 Producción Bruta

Las tasas de crecimiento de la producción bruta de la industria de AT han sido más acentuadas pero con tendencias similares a las de la industria manufacturera nacional. De esta manera, desde mediados de los años 1970 hasta el año 2000, tanto el sector manufacturero nacional, como la industria de AT, registraron una senda descendente de crecimiento. De acuerdo con Garcia I. (2005), *“este decaimiento de la actividad industrial se presenta justamente cuando este sector deja de cumplir el papel acelerador y creador de eslabonamientos del crecimiento, para convertirse en uno de los sectores menos*

dinámicos de la economía” (García I., 2005; p.10). A partir del año 2000, la industria manufacturera nacional junto con la de la AT presentan una leve senda de recuperación, pero marcada por fuertes descensos que no le permiten a estas industrias mantener un crecimiento estable y sostenido.

Gráfico III-1. Tasas de crecimiento anuales del PIB manufacturero y de la industria de AT.



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

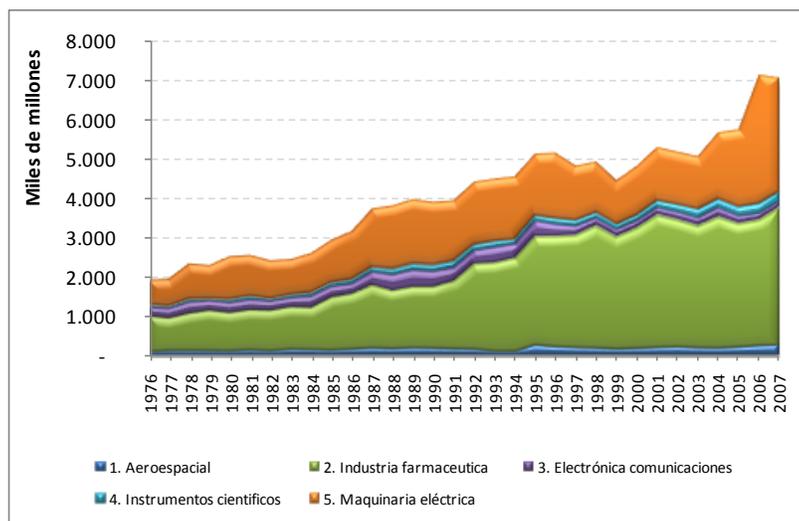
Durante el periodo comprendido entre 1976 y 1989 la industria de AT duplicó su producción y pasó de producir 1.938 mil millones de pesos (constantes de diciembre de 2007)¹⁴ en 1976, a \$3.974 mil millones en 1989, con una tasa de crecimiento anual promedio de 5,9%. Los sectores con mayor participación promedio en la producción bruta de la industria de AT fueron el sector farmacéutico, con 42,9% y el de maquinaria eléctrica con 38,8%. Los sectores con menor participación promedio fueron el de instrumentos científicos y el aeroespacial con 2,6% y 4,8%, respectivamente. (Ver Gráfico III-2)

Durante el periodo comprendido entre 1990 y 2007 la industria de AT pasó de producir \$3.905 mil millones en 1990 a \$7.047 mil millones en 2007, reduciendo su tasa de crecimiento con respecto al periodo anterior a 3,5% promedio anual. La composición de la industria de AT no cambió considerablemente con respecto al periodo anterior, los sectores con mayor participación promedio en la producción bruta de industria de AT fueron nuevamente el sector farmacéutico que aumentó su participación a 54,9% y el de maquinaria eléctrica que la disminuyó a 32,5%; y los sectores con menor participación promedio fueron nuevamente el de instrumentos científicos que aumentó su participación

¹⁴ Todas las cifras expresadas en pesos presentadas en este capítulo y el posterior estarán expresadas en pesos constantes de diciembre de 2007.

a 3,7% y el aeroespacial que disminuyó su participación promedio a 3,6%. (Ver Gráfico III-2)

Gráfico III-2. Evolución Histórica de la Producción Bruta de la Industria de Alta Tecnología y participación en valor por sectores. (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007)



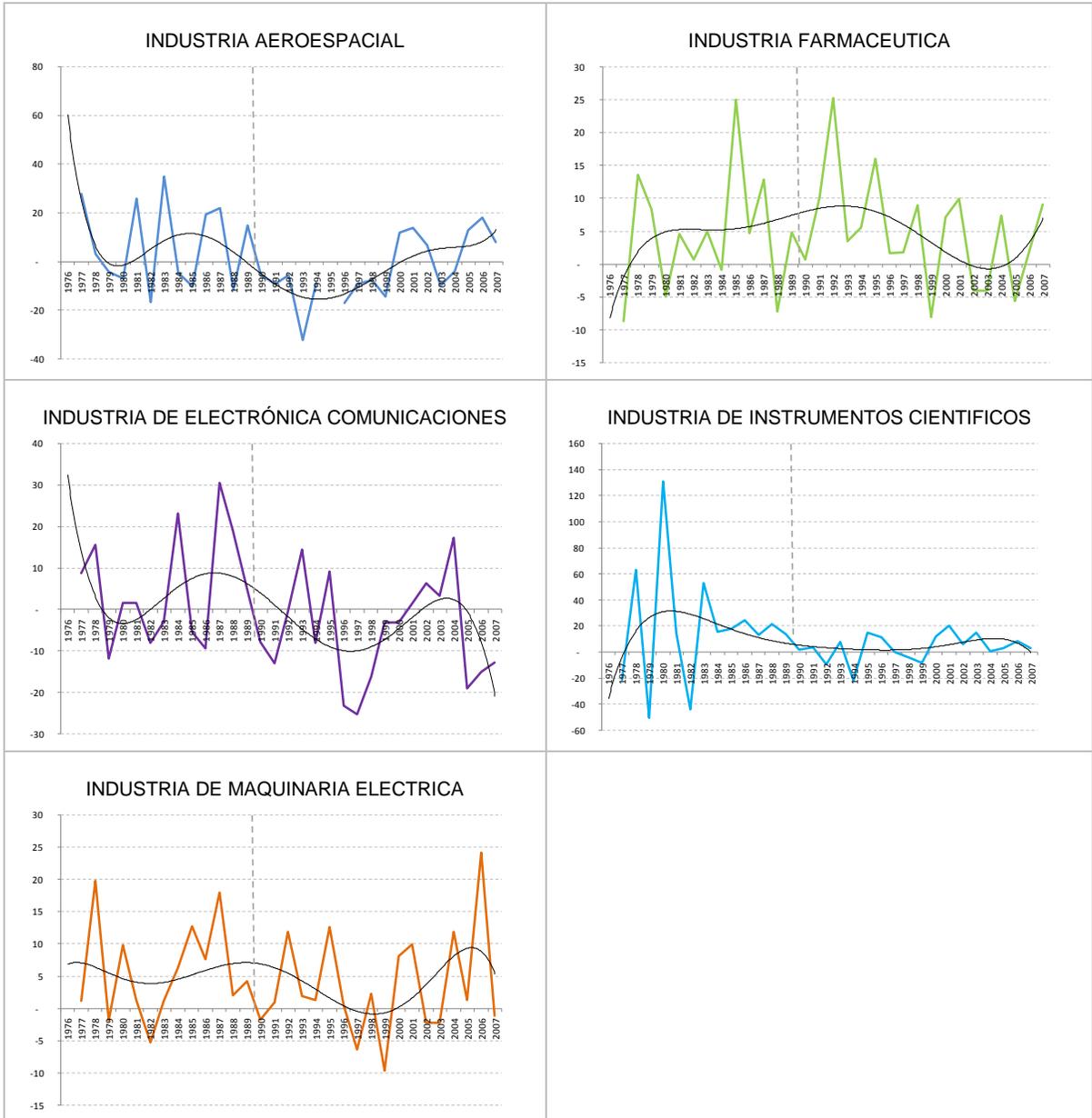
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al observar las tasas de crecimiento anual promedio de los sectores con menor participación (instrumentos científicos y aeroespacial) se observa que en el periodo previo a la apertura fueron los que mayores tasas anuales de crecimiento promedio presentaron cada uno con 10,1% y 7,0%, sin embargo, también fueron los sectores que mayores variaciones en su producción presentaron. Por el contrario, las industrias más consolidadas (farmacéutica y maquinaria eléctrica) son las que presentan crecimientos sostenidos y estables sin considerables altibajos (Ver Gráfico III-3)

Inmediatamente después de la apertura todos los sectores de AT presentaron una tendencia de decrecimiento en su producción que se acentuó con la crisis de finales de los noventa¹⁵. A partir del 2000, todos los sectores mostraron recuperaciones en sus tasas de crecimiento, pero tan sólo las industrias farmacéutica y aeroespacial (cuyas tasas de crecimiento anual promedio fueron las mayores), lograron mantener una tendencia de crecimiento sostenido hasta el 2007. (Ver Gráfico III-3y Gráfico III-4)

¹⁵ El decrecimiento de la industria farmacéutica que se presenta después de la apertura obedece en gran medida a la expedición de la Ley 100 de 1993, que modificó el régimen de seguridad social, y que hizo obligatorio la implementación de buenas prácticas de manufactura (en términos de higiene y calidad) en todos los laboratorios que operan en el país. (DNP, 2004)

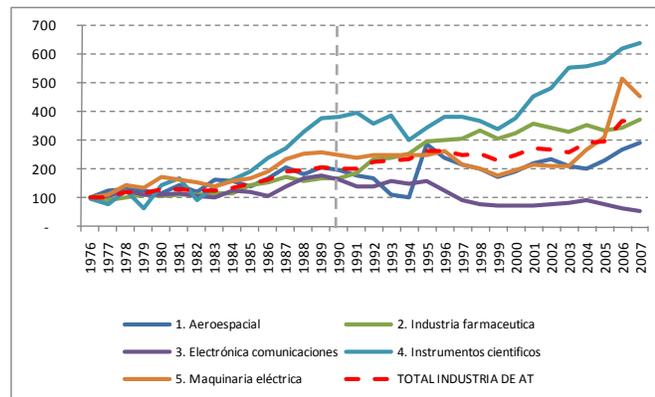
Gráfico III-3. Tasas de crecimiento anuales de la producción bruta por sector de AT



Al analizar las dinámicas de crecimiento de cada uno de los sectores de AT a partir de los índices reales, es notorio el comportamiento diferenciado de cada uno de los sectores, se observa que durante el periodo de 1976-1982, periodo caracterizado por shocks externos y un bajo desempeño económico, ocasionado principalmente por la crisis financiera mundial de 1982 (Garay, 1998), la producción bruta de AT presentó estancamiento en la mayoría de sus sectores, posteriormente, los sectores de AT se recuperan y crecen sostenidamente hasta 1990. (Ver Gráfico III-4 y Gráfico III-3)

Como se mencionó anteriormente, a partir de 1990 y hasta la crisis del año 1999 los sectores de AT, presentan nuevamente un estancamiento y/o caída en sus tasas de crecimiento de la producción. Posteriormente, y a partir del año 2000 la mayoría de sectores de AT existentes comienzan una senda de crecimiento, sin embargo, todos los sectores, presentan tasas de crecimiento negativas considerables de su producción en algunos años de este último periodo, lo que demuestra un crecimiento inestable para todos los sectores. (Ver Gráfico III-4 y Gráfico III-3)

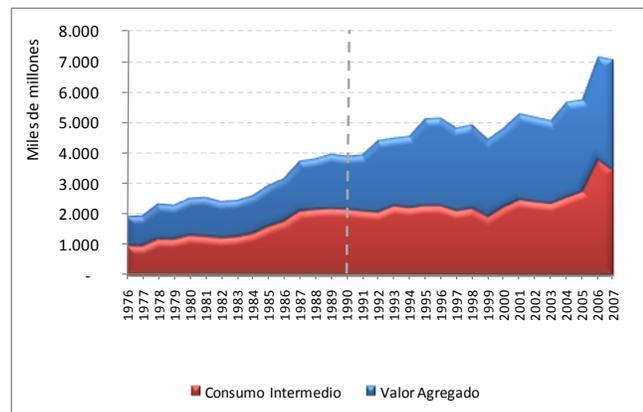
Gráfico III-4. Índices de Producción Bruta por sectores de la industria de AT.



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al analizar la composición del PIB se observa que ésta no presentó grandes cambios representativos en su estructura después de la apertura, el consumo intermedio disminuyó su participación promedio anual, pasando de 52% en el periodo 1976-1989 a 47% en el periodo 1990-2007. (Ver Gráfico III-5)

Gráfico III-5. Composición de la Producción Bruta de la Industria de Alta Tecnología. (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007)



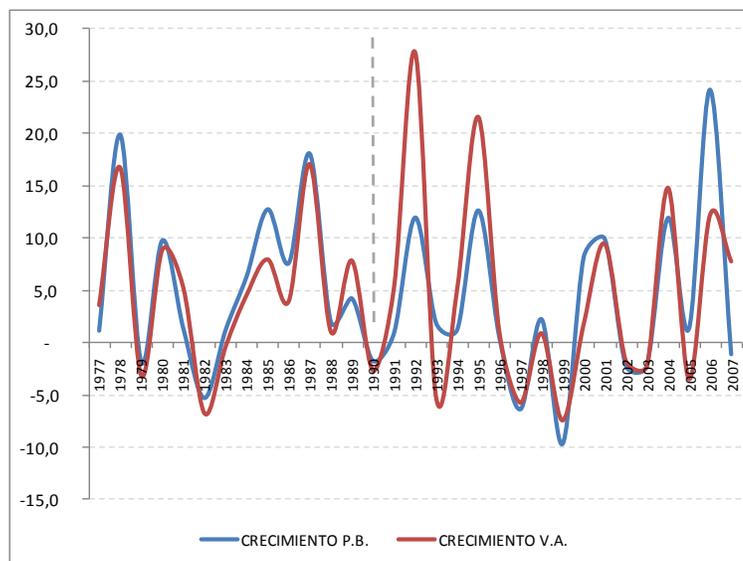
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

De esta manera, se podría inferir que con la apertura los sectores que componen la industria de AT se vieron enfrentados a crecientes dificultades y a un déficit de competitividad frente a los mercados internacionales, que desmejoraron sus sendas de crecimiento. La evolución de las tasas de crecimiento en los últimos años podría evidenciar que las empresas de AT han logrado adaptarse de forma temporal a los cambios de la economía de manera inercial, sin avances considerables que le permitan consolidarse y aumentar su participación dentro de la industria manufacturera nacional.

III.1.2 Valor Agregado

En el periodo analizado se aprecian fases cíclicas de aceleración y recesión del valor agregado. Las fluctuaciones en el valor agregado de AT, coinciden con la dinámica de la industria de AT y se originan en gran medida como reacción a los ciclos del comercio y de los flujos financieros externos, lo que evidencia la debilidad estructural y la vulnerabilidad externa de la industria manufacturera nacional (Ver Gráfico III-6).

Gráfico III-6. Tasas de crecimiento del valor agregado y la producción bruta de la industria de AT.



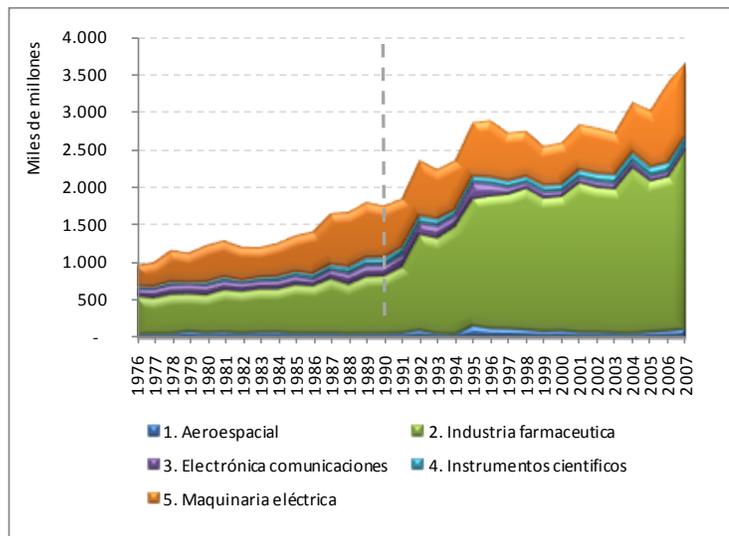
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Durante el periodo comprendido entre 1976 y 1989 la industria de AT pasó de tener un valor agregado de \$961 mil millones en 1976 a \$1.797 mil millones en 1989, con una tasa de crecimiento anual promedio de 4,4%. Los sectores con mayor participación promedio en el valor agregado de la industria de AT fueron el sector farmacéutico, con 45,3% y el

de maquinaria eléctrica con 37,4%, por otra parte, los sectores con menor participación promedio fueron el de instrumentos científicos y el aeroespacial con 3% y 4,3% respectivamente. (Ver Gráfico III-7)

Durante el periodo comprendido entre 1990 y 2007 la industria de AT pasó de producir un valor agregado de \$1.750 mil millones en 1990 a \$3.648 mil millones en 2007, con una tasa de crecimiento anual promedio de 5,1%. Los sectores con mayor participación promedio en el valor agregado de la industria de AT fueron nuevamente el sector farmacéutico, que se fortaleció con la apertura y aumentó su participación promedio con respecto al periodo anterior, a 62,4% y el de maquinaria eléctrica que la disminuyó a 26,3%, por otra parte, los sectores con menor participación promedio fueron el de instrumentos científicos que aumentó su participación a 3,7% y el aeroespacial que la mantuvo en 2,9%. (Ver Gráfico III-7)

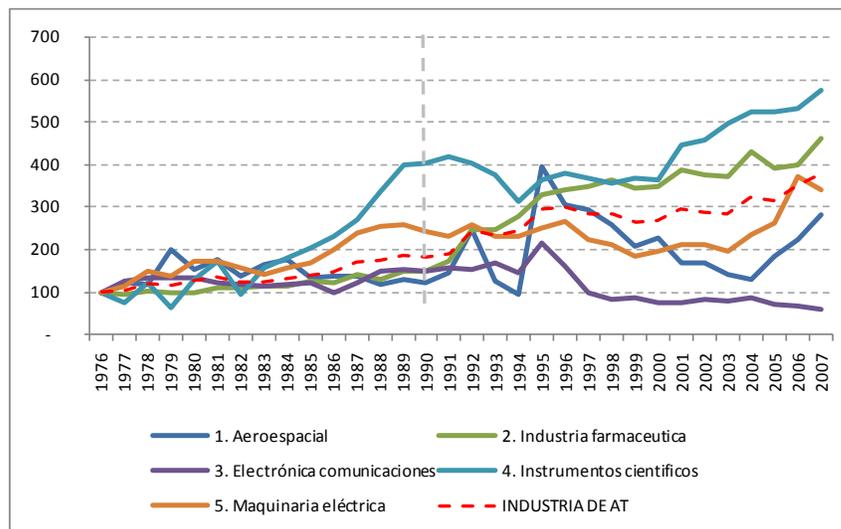
Gráfico III-7. Participación en valores de los sectores de AT en el valor agregado



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Los índices reales de crecimiento del valor agregado para cada uno de los sectores de AT, tienen un comportamiento similar al de los índices de la producción bruta anteriormente analizados. De esta manera, después de la apertura la mayoría de sectores presentan una fase de estancamiento o decrecimiento y no se recuperan hasta después del 2000, sin que su recuperación este exente de los choques del mercado. Por otra parte, aunque el valor agregado del sector de instrumentos científicos fue el que menor participación presentó, fue uno de los sectores más dinámicos en el periodo anterior a la apertura. (Ver Gráfico III-8)

Gráfico III-8. Índices de crecimiento real del valor agregado por secciones de la industria



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

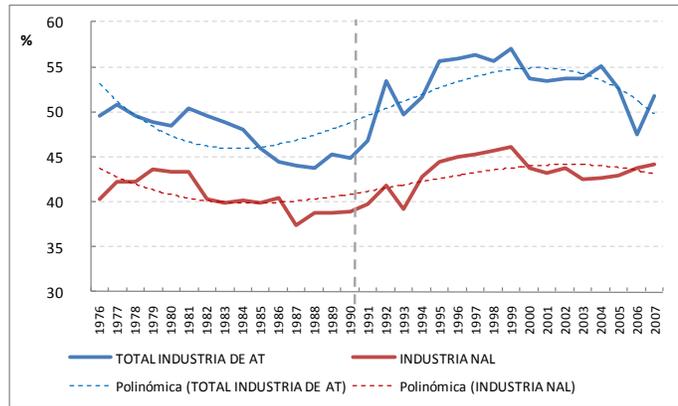
De esta manera, se evidencia que en los sectores de AT, donde el crecimiento de la economía puede encontrar el camino hacia nuevas alternativas de diversificación y profundización industrial, sobre la base de crear y fortalecer nuevas capacidades productivas y tecnológicas, se presentan síntomas de deterioro y dificultad para crecer en términos efectivos de generación de ingreso.

Un indicador para medir el grado de industrialización y competitividad de una industria es el aporte del valor agregado a la producción de un sector. De acuerdo con el estudio titulado *Competitividad en Ecuador “en industria, ser competitivo supone incrementar la presencia industrial en mercados domésticos e internacionales, y transformar las estructuras productivas hacia sectores y actividades de mayor valor agregado y contenido tecnológico”* (MICIP-ONUDI, 2004; p.3).

Al analizar la participación del valor agregado en la producción bruta de la industria de AT con respecto a la de la industria manufacturera nacional, se observa que a lo largo del periodo de análisis tuvieron un comportamiento muy similar. El valor agregado de la industria de AT, estuvo por encima del de la industria nacional a lo largo del periodo de análisis. Durante el periodo comprendido entre 1976 y 1989 el aporte promedio del valor agregado de AT a la producción fue de 48%, mientras que el aporte de la industria manufacturera fue de 41%. En el periodo 1990-2007, el aporte promedio de la industria de AT aumentó a 53% y el de la industria manufacturera a 43% (Ver Gráfico III-9). Este aumento relativo en el valor agregado podría ser interpretado como un indicador de la magnitud de las transformaciones internas que se producen al interior de la industria como resultado de la apertura, con la que se pudieron producir aumentos en la productividad y reducción de costos de producción relacionados con los consumos

intermedios.

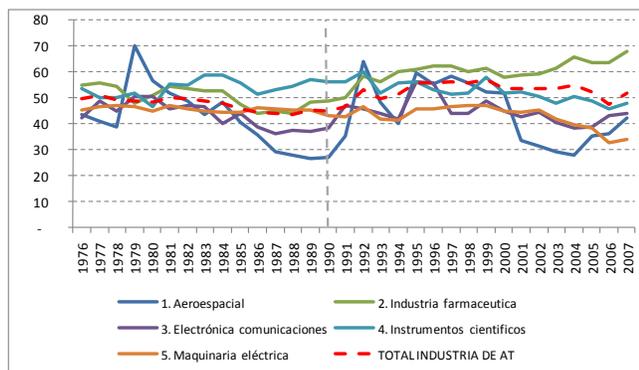
Gráfico III-9. Índice de Industrialización -VA/PIB%-. Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional.



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al hacer el análisis para cada uno de los sectores de la industria de AT, se puede observar que la industria farmacéutica fue el sector que jalonó el aumento en la participación del valor agregado en la producción bruta señalado anteriormente, su grado de industrialización promedio pasó de ser de 50,5% en el periodo 1976-1989 a 60,0% en el periodo 1990-2007. Por otra parte, los sectores de maquinaria eléctrica e instrumentos científicos redujeron su participación promedio del valor agregado en la producción en aproximadamente tres y un puntos porcentuales, respectivamente (Ver Gráfico III-10). La desindustrialización de estos dos sectores puede explicarse por la creciente competencia de las importaciones, pudiendo involucrar una tendencia hacia la desverticalización de los eslabones que externalizan parte de la producción de los insumos, aumentando las demandas intermedias y disminuyendo la producción a procesos de fabricación de eslabonamientos anteriores. (García I., 2005)

Gráfico III-10. Índice de Industrialización -VA/PIB%-. Sectores de AT



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

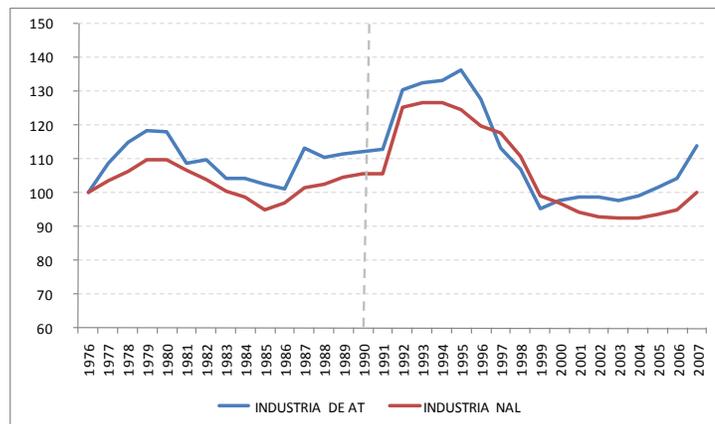
III.1.3 El empleo en la industria de AT

El tamaño de las empresas de AT medido de acuerdo con el número de personal remunerado, a lo largo del periodo de análisis, tuvo un comportamiento cíclico y fue muy similar al comportamiento del personal de la industria manufacturera nacional. Durante el periodo 1976-1989 el número de trabajadores en la industria alcanzó un cenit en 1979 con 36 mil trabajadores, posteriormente presenta una tendencia a disminuir que se ve acentuada por la crisis de 1983 y se prolonga hasta 1985, a partir de 1985 el nivel de empleo comienza una senda de crecimiento.

2

A partir de 1990, el empleo presenta una considerable recuperación, sin embargo, este crecimiento no fue sostenido y sólo tuvo continuidad hasta 1992, año en que se presenta una nueva fase de estancamiento (1992-1995) que culmina con la caída del empleo de AT en 1995. De esta manera, el empleo se mantuvo en niveles inferiores, es decir que no se creó ningún puesto de trabajo adicional después de 1995. El nivel más bajo de empleo de todo el periodo de análisis fue durante la crisis de 1999, con 28 mil trabajadores, y sólo hasta el 2005 se observa una leve recuperación en el personal ocupado, siendo el nivel de empleo de 2007 comparable con el de 20 años atrás. (Ver Gráfico III-11)

Gráfico III-11. Índice Real Personal Remunerado (Año Base=1976). Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional.



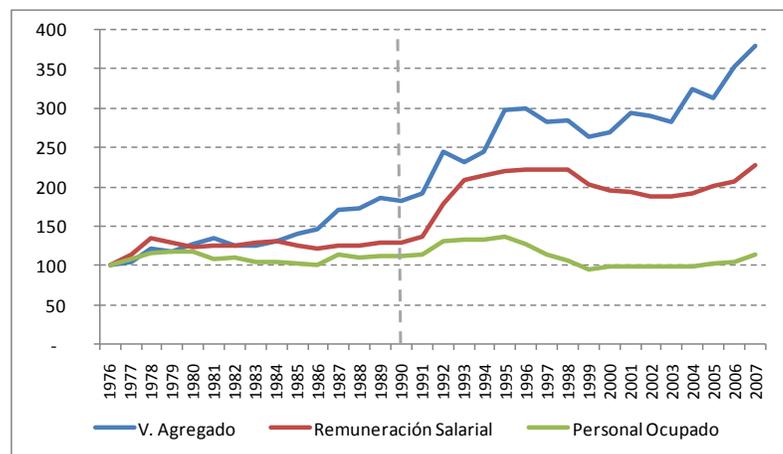
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al comparar el personal ocupado con el valor agregado de la industria de AT, se aprecia que a partir de 1979 el empleo registra un crecimiento inferior frente al ritmo de la producción, posteriormente con la reactivación de los noventa el crecimiento del empleo mantiene y refuerza la desproporción con las otras variables. Así, el índice de empleo se mantiene muy por debajo de variables como el valor agregado o la remuneración laboral. (Ver Gráfico III-12).

Mientras el personal ocupado presenta una tendencia a estancarse, con periodos largos de deterioro continuo que abarcan más de cinco años, el crecimiento del valor agregado sigue una senda ascendente marcada, interrumpida por las fases de receso. En la severidad de la crisis de 1999, mientras el valor agregado desciende a un nivel cercano al registrado en 1994, el empleo cae a niveles nunca antes registrados en el periodo analizado. (Ver Gráfico III-12).

De acuerdo con Garcia I. (2002), “esta tendencia es indicativa del proceso de disminución progresiva de la capacidad del sector industrial para la creación del empleo en el sector, lo cual parece estar inscrito en cambios de las orientaciones de la inversión industrial hacia patrones más intensivos en el uso de capital fijo y de menor proporción en la utilización de fuerza de trabajo” (Garcia I., 2002; p. 47)

Gráfico III-12. Índices Reales: Valor Agregado, Remuneración Salarial y Personal Ocupado, en la industria de AT.



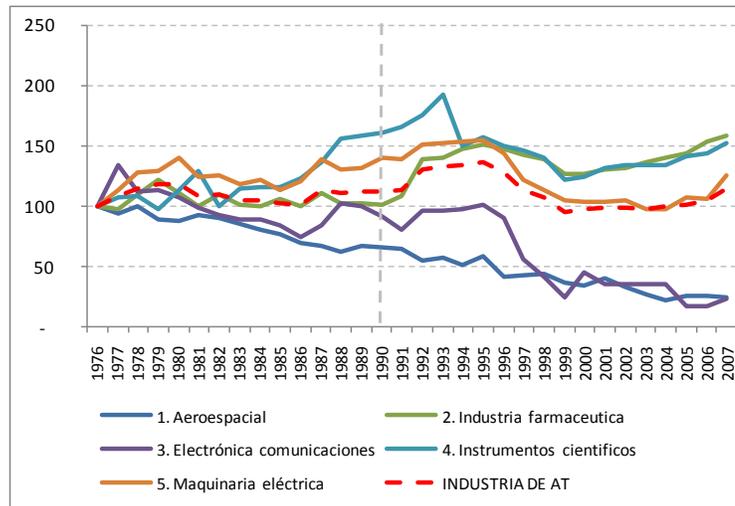
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

En la estructura del empleo por secciones de AT se presenta una situación similar a la de la producción. Las industrias farmacéuticas y de maquinaria eléctrica son las que mayores contribuciones hacen al total de empleo de la industria de AT a lo largo del periodo analizado. En el periodo de 1976-1989 la industria farmacéutica registró una participación promedio de 37% y la de maquinaria eléctrica de 37%, mientras que en el periodo 1990-2007 la participación promedio de la industria farmacéutica aumenta a 46% y la de maquinaria eléctrica disminuye a 36%. (Ver Anexo VII.3, Gráfico VII-2)

Al observar el empleo para cada uno de los sectores de alta tecnología, se observa que existe una tendencia a decrecer o estancarse en todos los sectores de AT, sin embargo, el ritmo de decrecimiento o estancamiento es diferente para cada uno de ellos. De esta manera, para el periodo analizado los sectores aeroespacial y de electrónica y

comunicaciones presentan tasas de decrecimiento sostenidas, sin que la apertura les represente cambios. Mientras que para los sectores farmacéutico y de instrumentos científicos la apertura si les representa aumentos temporales considerables en sus niveles de empleos.

Gráfico III-13. Índice Real Personal Remunerado (Año Base=1976). Sectores de AT



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

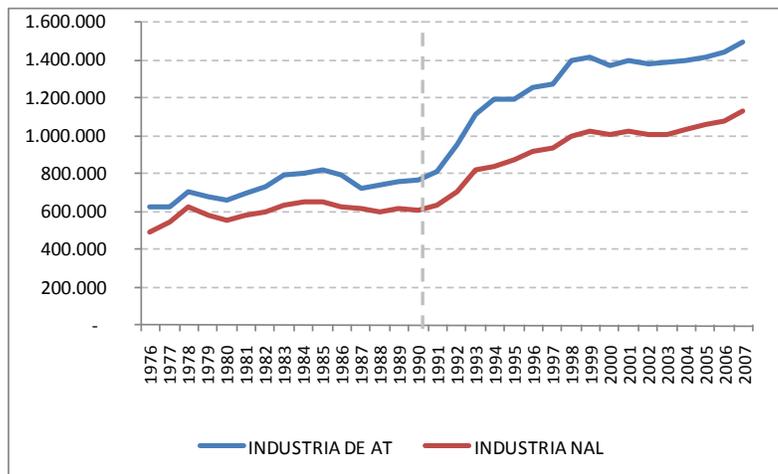
La evolución del empleo se contrapone con la tendencia registrada por el valor agregado en los distintos sectores. Lo que podría interpretarse como una recomposición de los insumos, en donde aumenta la participación tanto absoluta como relativa, del capital físico y humano frente al trabajo de baja calificación. De esta manera, la disminución del número de empleos se explicaría por la tendencia a disminuir el empleo de baja calificación y la apuesta por alternativas más centradas en el progreso técnico y su estrecha relación con un tipo de empleo mucho menor en número pero también con mucho mayor nivel de calificación. (García I., 2005)

III.1.4 Remuneración Salarial

Por otra parte, la remuneración promedio mensual de los trabajadores de la industria de alta tecnología tuvo una tendencia similar a la de la industria manufacturera nacional pero con niveles mayores, explicados por la necesidad de una mayor utilización de capital humano y personal altamente calificado de esta industria. Durante el periodo comprendido entre 1976 y 1989 la remuneración mensual promedio de la industria de AT fue de \$727.269, valor 21% superior al total de la industria manufacturera nacional. En el periodo 1990-2007, el salario mensual promedio de la industria de AT aumentó a \$1.261.114,

valor 36% superior al salario promedio observado en la industria manufacturera nacional. Entre 1990 y 1997, la remuneración mensual por trabajador presenta un aumento importante, que puede explicarse por la transformación señalada anteriormente de la estructura de ocupación industrial hacia la conformación de una planta laboral calificada y con mayores niveles de capital humano (García I., 2005). (Ver Gráfico III-14)

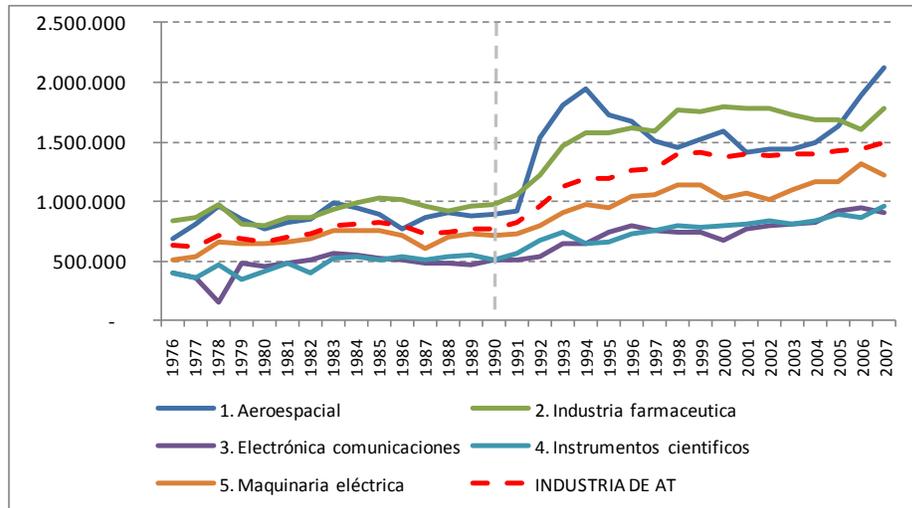
Gráfico III-14. Remuneración Promedio Mensual por Trabajador. Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional. (Pesos de diciembre de 2007)



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al observar cada sector de AT, se evidencia que todos los sectores aumentaron su remuneración salarial promedio, sin embargo, las industrias farmacéutica y aeroespacial además de ser las industrias que mayores salarios promedio tuvieron, fueron las que mayores tasas de crecimiento presentaron. Durante el periodo 1976-1989, las industrias farmacéutica y aeroespacial, presentaron un salario promedio de \$915.656 y \$854.704, respectivamente, mientras que las industrias de electrónica y comunicaciones e instrumentos científicos, presentaron los salarios más bajos del periodo, cada una con un promedio de \$455.905 y \$468.284. En el periodo 1990-2007, las industrias farmacéutica y aeroespacial, aumentaron su salario promedio a \$1.579.917 y \$1.555.268, respectivamente, mientras que nuevamente las industrias de electrónica y comunicaciones e instrumentos científicos, presentaron los salarios más bajos del periodo, cada una con un promedio de \$735.539 y \$758.493. (Ver Gráfico III-15)

Gráfico III-15. Remuneración Promedio Mensual por Trabajador. Industria de AT Vs. Sectores de AT. (Pesos de diciembre de 2007)

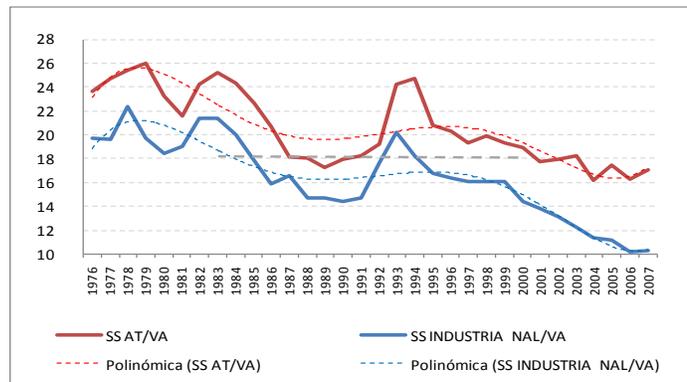


Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

La remuneración salarial de AT conserva una relación más estrecha con la tendencia del valor agregado de la misma industria, aunque con tasas de crecimiento inferiores. Esta desproporcionalidad se explica por la existencia en la determinación del empleo y la remuneración, de factores institucionales que se encuentran fuera del ámbito económico y que limitan que los ajustes muchas veces se realicen en concordancia con los ciclos de coyuntura económica. (Ver Gráfico III-12).

La participación de los ingresos que se llevan los trabajadores en la industria de AT están altamente relacionadas con las de la industria manufacturera nacional, y presentaron una tendencia a decrecer en el periodo de análisis, lo que sugiere la existencia de un sesgo hacia la distribución favorable a la rentabilidad del capital y al aumento de los salarios en el trabajo con niveles superiores de capital humano, así como al deterioro de los salarios con bajos niveles de calificación, que tal como se mencionó anteriormente, implica niveles de empleo menores. (Ver Gráfico III-16).

Gráfico III-16. Proporción de sueldos y salarios en el valor agregado industrial de la industria de AT respecto a la Industria manufacturera nacional

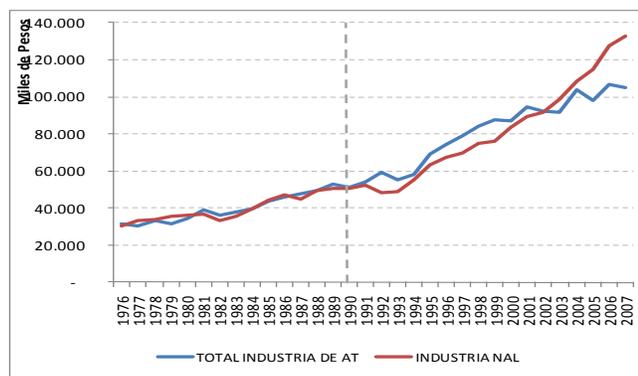


Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

III.1.5 Productividad Media por Trabajador

El índice de productividad media laboral de la industria de AT, tuvo un comportamiento muy similar al de la industria nacional. De esta manera, la productividad laboral aumentó a lo largo de todo el periodo de análisis, sin embargo, la apertura no implicó un cambio representativo en las tasas de crecimiento de productividad y el conjunto de la industria de AT continuó con la tendencia que tenía desde antes de la apertura. Es así como, mientras en el periodo 1976-1989, la productividad media laboral anual de la industria de AT fue en promedio de \$39.568 y registró una tasa de crecimiento promedio anual de 4,2%, en el periodo 1990-2007 aumentó a \$80.602 y registró una tasa de crecimiento promedio anual de 4,1% (Ver Gráfico III-17).

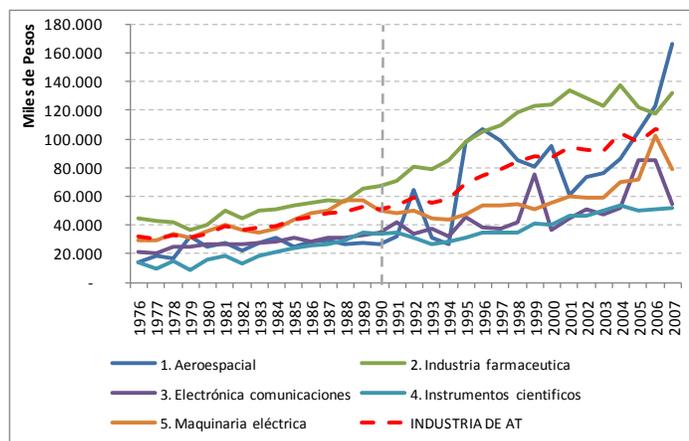
Gráfico III-17. Productividad Media Laboral (Valor Agregado/Empleo Total). Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional. (Miles de Pesos de diciembre de 2007)



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al hacer el análisis para cada uno de los sectores que componen la industria de AT, se observa que todos los sectores, presentaron una tendencia creciente de la productividad media laboral, sin embargo, sólo las industrias farmacéutica, de maquinaria eléctrica y de instrumentos científicos presentaron un comportamiento estable, las industrias restantes presentaron numerosos altibajos a lo largo del periodo de análisis. Durante el periodo 1976-1989, las industrias farmacéutica y de maquinaria eléctrica, fueron las que presentaron mayor productividad promedio anual, cada una con \$49.399 y \$40.394, respectivamente, mientras que las industrias, aeroespacial y de instrumentos científicos fueron las que menores niveles de productividad por trabajador presentaron, cada una con un promedio de \$25.170 y \$19.632, respectivamente. En el periodo 1990-2007, las industrias farmacéutica y la aeroespacial que presentaron grandes tasas de crecimiento, fueron las que presentaron mayor productividad promedio con \$108.533 y \$79.698, respectivamente, mientras que las industrias de instrumentos científicos y de electrónica y comunicaciones, presentaron las productividades laborales anuales más bajas del periodo, cada una con un promedio de \$40.096 y \$48.448, lo que podría estar mostrando una relación positiva entre productividad y remuneración, relación que será analizada con mayor detalle, más adelante. (Ver Gráfico III-18)

Gráfico III-18. Productividad Media Laboral. Sectores de AT. (Miles de Pesos de diciembre de 2007)



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Teniendo en cuenta los análisis realizados hasta ahora, en los que los aumentos de la producción se podrían deber a recomposiciones factoriales, podría afirmarse que tal y como lo expresa Garcia I. (2005) *“las mejoras en la productividad aparente del trabajo han respondido ante todo a cambios en el empleo y a ajustes factoriales de la planta laboral, que normalmente se acompañan de procesos de racionalización, reduciendo costos e imponiendo nuevas pautas de formación y aprovechamiento de la fuerza de trabajo disponible”*. (Garcia I., 2005, p. 66)

Los aumentos en la productividad hacen que las empresas puedan tener la flexibilidad necesaria para aumentar los salarios y los retornos al capital (MICIP-ONUDI, 2004). Aunque el empleo ha evolucionado en desproporción y aún ritmo inferior al de las variables de la producción e ingresos industriales, la productividad laboral y la remuneración promedio tendieron a mantener una mayor proporcionalidad. Esto podría interpretarse en el sentido que el patrón de determinación de los salarios, ha mantenido un grado de consistencia del ingreso salarial promedio con la productividad media por trabajador. (Ver Anexo VII.3 y Gráfico VII-1)

Lo anterior se reafirma al analizar la relación entre los índices reales de productividad y remuneración salarial en la industria de AT, y constatar que estas dos variables han estado altamente relacionadas a lo largo del tiempo. Al calcular la relación existente entre remuneración y productividad para cada uno de los sectores de AT, se evidencia que para todos los sectores, existe un alto grado de correlación para todo el periodo analizado, siendo considerable para la industria farmacéutica y de instrumentos científicos, cuyos comportamientos fueron los más estables (Ver Tabla III-2)

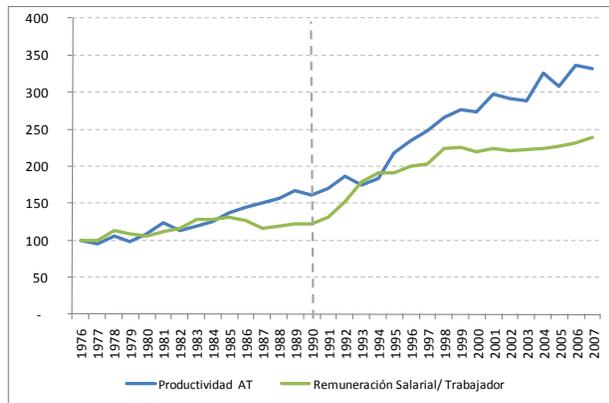
Tabla III-2. Relación entre Remuneración Laboral y Productividad Media por Trabajador

Coeficiente de correlación (Remuneración Vs. Productividad)	
1. Aeroespacial	0,81
2. Industria farmacéutica	0,97
3. Electrónica-comunicaciones	0,87
4. Instrumentos científicos	0,92
5. Maquinaria eléctrica	0,96
Industria AT	0,96

Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Sin embargo, esta relación en lugar de ajustarse y estrecharse cada vez más, con los cambios de los últimos años de mayor flexibilización en el régimen laboral, ha tendido a alejarse y se ha aumentado la brecha entre estas dos variables. De esta manera, hasta 1984 el crecimiento de estas variables estuvo a la par, sin embargo, a partir de 1984 la brecha de crecimiento entra estas dos variables aumentó, ya que la productividad por trabajador comenzó a crecer a tasas mayores que la remuneración por trabajador. Con la apertura esta brecha disminuyó hasta 1993, sin embargo, a partir de 1994 la brecha comienza nuevamente aumentar. (Ver Gráfico III-19)

Gráfico III-19. Índice Remuneración Promedio por Trabajador en AT Vs. Índice Productividad Media por Trabajador en AT. (Año base=1976)



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

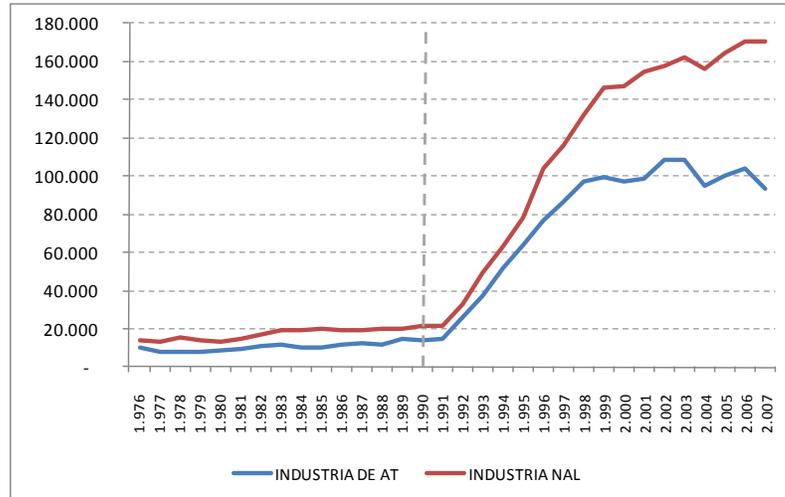
De esta manera, los aumentos en la productividad laboral de los últimos años, se alejaron de lo establecido por los argumentos de la liberalización, y no se vieron reflejados en aumentos iguales en los salarios por trabajador, lo que implica que la remuneración se ha alejado de la restructuración laboral vivida y no ha seguido los avances en la curva de aprendizaje del proceso productivo, o los cambios y mejoras en la calidad del trabajo, como resultado de los programas de formación y calificación laboral, lo que evidencia nuevamente el sesgo en la distribución favorable a la rentabilidad del capital, señalado anteriormente.

III.1.6 Capital. Activos Fijos

Al analizar el comportamiento del factor capital, por medio de los activos fijos por trabajador de la industria nacional, se observa que la tendencia fue similar a la de la industria de alta tecnología, sin embargo, la industria de AT estuvo por debajo de la industria nacional a lo largo de todo el periodo y aumentó esta brecha a partir de 1997. Durante el periodo 1976-1989 los activos de capital por trabajador de la industria de AT se mantuvieron relativamente constantes, sin embargo, después de la apertura se evidencia un cambio estructural y los activos por trabajador comienzan a ascender considerablemente hasta 1997, a partir de 1997 los activos vuelven a tener la tendencia estable que tenían antes de la apertura.

Como se verá más adelante este aumento de gran magnitud en los activos por trabajador de la industria de AT no está explicado por un aumento de la inversión, sino que en gran medida obedece a las apreciaciones del capital y las disminuciones en el número de trabajadores.

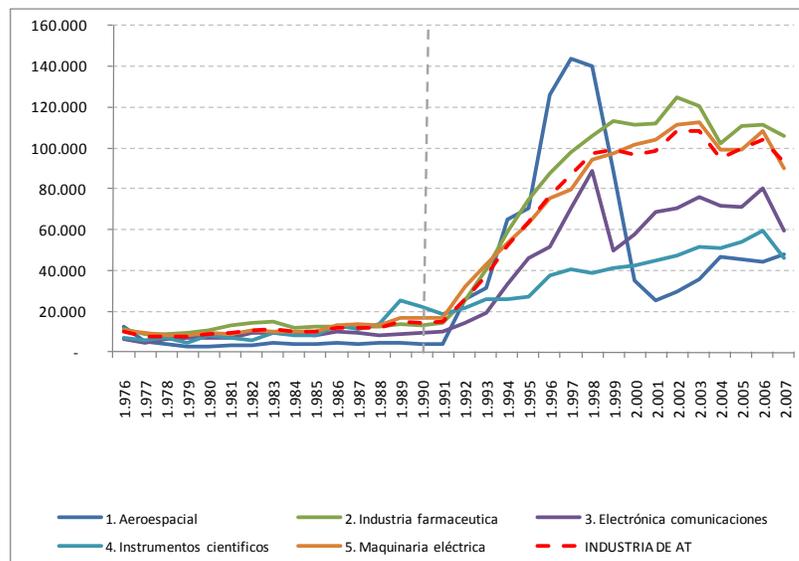
Gráfico III-20. Activos Fijos por Trabajador. Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional. (Miles de Pesos de diciembre de 2007)



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al hacer el análisis para cada uno de los sectores que componen la industria de AT, se observa que la mayoría presentó tendencias similares a lo largo del periodo de análisis. De esta manera, para la mayoría de sectores de AT la apertura implicó un choque positivo en el corto plazo para el aumento del stock de capital.

Gráfico III-21. Activos de Capital por Trabajador. Sectores de AT. (Miles de Pesos de diciembre de 2007)



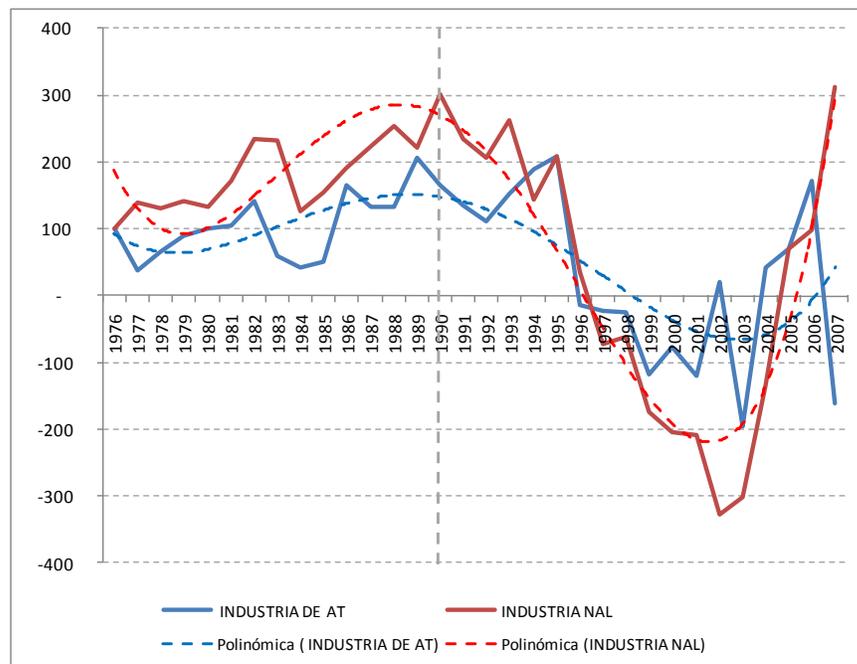
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

III.1.7 Inversión neta

La inversión neta de la industria definida como de AT, registró un comportamiento muy similar pero menos acentuado que el de la industria manufacturera nacional. Durante todo el periodo de 1976 a 1989 la inversión neta de la industria de AT fue positiva y tuvo una tendencia al alza. Inmediatamente después de la apertura y hasta 1995 la inversión neta se mantuvo positiva demostrando los esfuerzos de los productores para competir e insertarse al mercado internacional; sin embargo, después de 1995 y hasta el 2002 la inversión neta presentó valores negativos. A partir de 2004, la inversión neta se recupera y presenta valores positivos pero en 2007 nuevamente alcanza valores negativos. (Ver Gráfico III-22)

Este comportamiento de la inversión neta es completamente contrario al esperado, de acuerdo con las variables anteriormente analizadas la inversión neta aparece como la variable con peor desempeño en el periodo contemplado, lo que evidencia la ausencia de incentivos para nuevos proyectos de inversión y de desarrollo productivo en el sector.

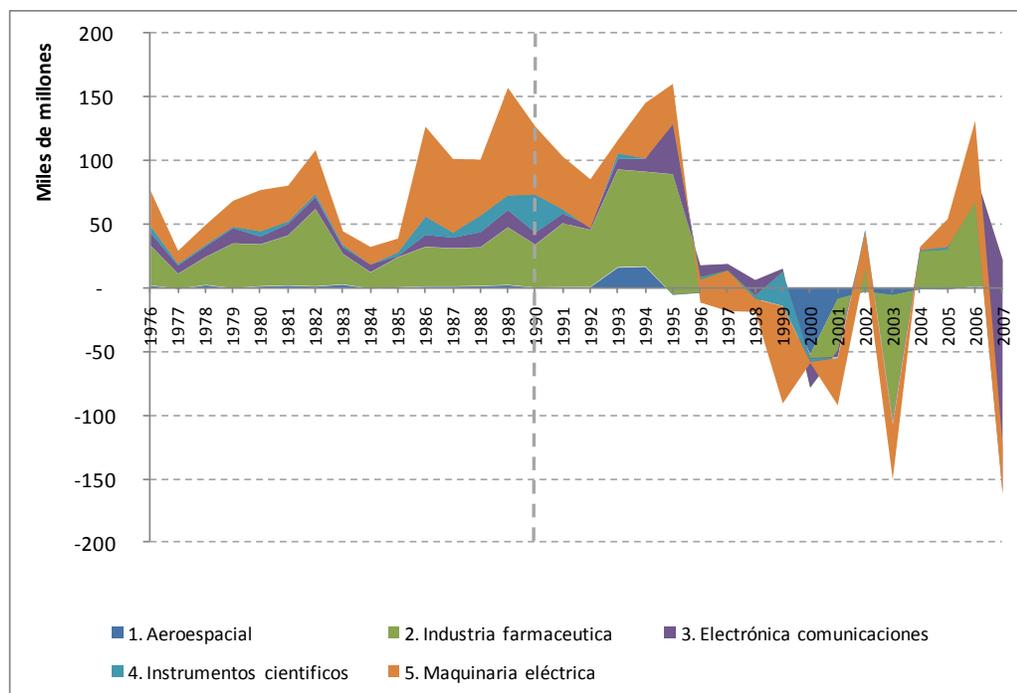
Gráfico III-22. Índice Real- Inversión Neta. Industria de AT Vs. Industria Manufacturera Nacional



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Al hacer el análisis para cada uno de los sectores de la industria de AT, se observa que durante el periodo 1976-1989 las industrias farmacéutica y de maquinaria eléctrica fueron las que mayores participaciones tuvieron en el total de inversiones netas de la industria de AT. A partir de 1996 todos los sectores disminuyeron su inversión neta. Con la crisis de finales de los noventa los sectores más afectados fueron el de maquinaria eléctrica y el de instrumentos científicos que bajaron su inversión neta considerablemente en 1999 y el aeroespacial que la disminuyó en el año 2000. Las grandes caídas que se presentaron en 2001 y 2003 en la inversión neta de AT, se deben a las disminuciones de la inversión neta de la industria farmacéutica. La posterior recuperación en la inversión neta de la industria farmacéutica y de maquinaria eléctrica permitió a la industria de AT contar con valores positivos en su inversión. Sin embargo, la gran caída de inversión que presentó el sector de electrónica-comunicaciones en 2007, hizo que la industria de AT presentara valores negativos de inversión en dicho año. (Ver Gráfico III-23)

Gráfico III-23. Inversión Neta. Sectores de AT. (Miles de Millones de Pesos de diciembre de 2007)

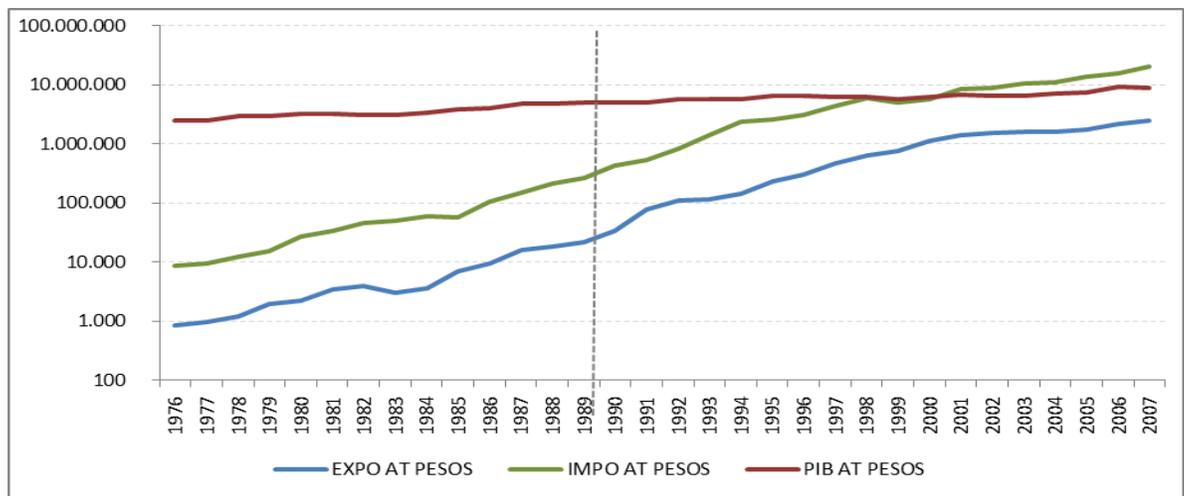


Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

III.2 DINÁMICA EXTERNA Y APERTURA EN LA INDUSTRIA DE AT

Al comparar el comportamiento de sector externo de la industria de AT con su producción se evidencia una alta correlación. De esta manera, el coeficiente de correlación entre las exportaciones de AT y la producción bruta para el periodo analizado es de 0,83 y entre las importaciones de AT y la producción bruta es de 0,85. De igual forma, en el Gráfico III-24 se evidencia que el sector externo de AT creció a tasas mucho mayores que su producción, tanto es así que las importaciones a partir de 1993 superaron la producción bruta y las exportaciones disminuyeron la brecha existente con la misma.

Gráfico III-24. Dinámica de las Exportaciones e Importaciones de AT Vs. Producción Bruta de AT (Escala logarítmica - Millones de pesos de diciembre de 2007)

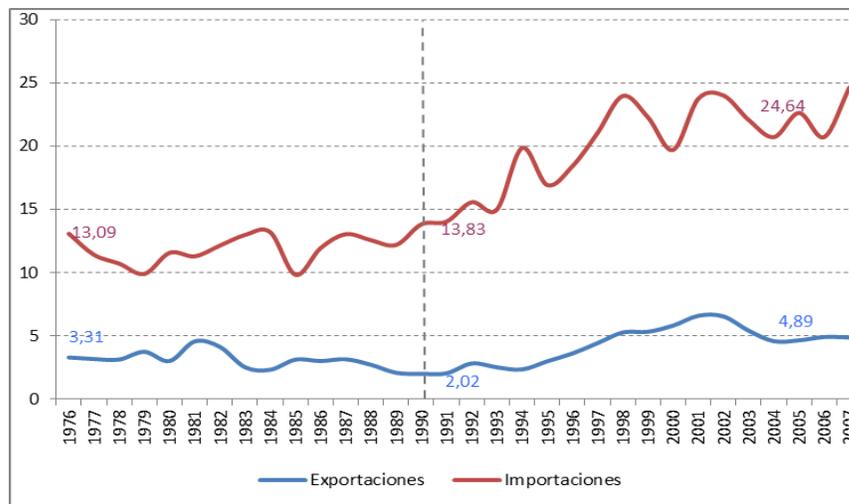


Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM y DNP

Al analizar la participación de las exportaciones e importaciones de AT en las exportaciones e importaciones de la industria manufacturera nacional para los dos periodos de análisis se observa que para el periodo entre 1976 y 1990 las exportaciones disminuyeron su participación en 1,18 puntos porcentuales; por otro lado, las importaciones para este mismo periodo aumentaron su participación en 0,51 puntos porcentuales. Para el periodo entre 1990 y 2007 las exportaciones aumentaron su participación en 2,81 puntos porcentuales; por otro lado, las importaciones para este mismo periodo aumentaron su participación en 11,97 porcentuales. De esta manera, y contrario a lo ocurrido con la producción de AT, con la apertura, el comercio exterior de la industria de AT aumentó su participación dentro de la industria manufacturera nacional. De lo que se podría deducir que, la demanda interna de AT pudo haber dirigido su

consumo hacia los bienes importados, por lo que los exportadores de AT, dada las limitaciones de la demanda del mercado interno, pudieron haber decidido dirigir su oferta a mercados regionales más incipientes, tal y como se evidenció en la sección I.2.4 (Ver Gráfico III-25).

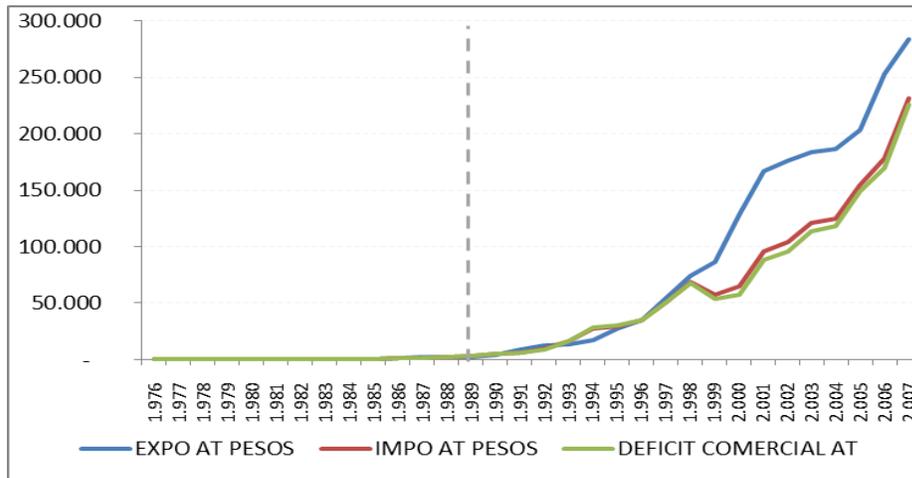
Gráfico III-25. Participación de las exportaciones e importaciones de AT en las exportaciones e importaciones manufactureras



Fuente: Elaboración propia con datos DNP.

En el periodo comprendido entre 1976 y 1989 las exportaciones y las importaciones crecieron a tasas muy similares manteniendo una estrecha relación, sin embargo, con el cambio de escenario comercial interno (apertura y revaluación) y externo, en el que aumenta considerablemente el comercio mundial de bienes con alto contenido tecnológico, se rompió la estabilidad en el comercio industrial de AT. De esta manera, después de la apertura las exportaciones de AT crecieron a tasas mayores que las importaciones. Esta mayor dinámica de las exportaciones puede ser explicada por tres razones: (1) Antes de la apertura el volumen exportado de AT representaba menos del 1,5% de su producción, mientras que el volumen importado representaba el 8%, por lo que, las exportaciones tenían mayor potencial de crecimiento que las importaciones. (2) Por otro lado, la demanda interna de bienes de AT pudo haber crecido a tasas inferiores que la oferta de AT, lo que pudo haber originado que las exportaciones crecieran a tasas mayores que las importaciones. (3) Finalmente, el aumento acelerado de las exportaciones también pudo haber sido resultado de la depreciación acelerada del peso colombiano.

Gráfico III-26. Índices Reales. Comercio Exterior y Déficit Comercial Industria de AT



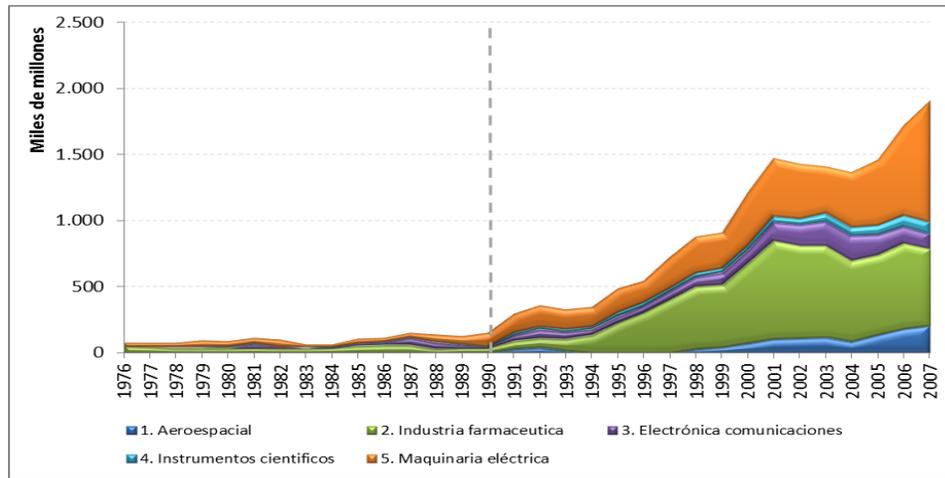
Fuente: Elaboración propia con datos DNP.

III.2.1 Exportaciones

La composición de las exportaciones de AT a lo largo del periodo de análisis es similar a la composición de la producción de AT, sin embargo, a lo largo del periodo existieron mayores cambios en la composición de las exportaciones que en la de la producción. Es así como, en 1976 las industrias con mayor participación en el total de exportaciones de AT fueron la industria farmacéutica con 55,1%, y la de maquinaria eléctrica con 27%, aunque estas dos industrias en 1990 seguían siendo las de mayor participación, la industria farmacéutica disminuyó su participación en más de la mitad, a 25,6% y la de maquinaria eléctrica la aumentó al doble con una participación de 60%. En 2007 se revirtió levemente esta tendencia y la maquinaria eléctrica bajó su participación a 50,6% y la farmacéutica la aumentó a 31,9%. (Ver Anexo VII.3, Gráfico VII-3)

La industria de AT pasó de exportar \$86 mil millones en 1976 a \$161 mil millones en 1990, sin embargo, dos sectores (aeroespacial y farmacéutico) disminuyeron sus exportaciones. A partir de 1990, la industria de AT aumentó considerablemente sus exportaciones en todos sus sectores y exportó \$1.906 mil millones en 2007. (Ver Gráfico III-27)

Gráfico III-27. Evolución histórica y participación en valor por sectores de las exportaciones de AT. (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007)



Fuente: Elaboración propia con datos DNP

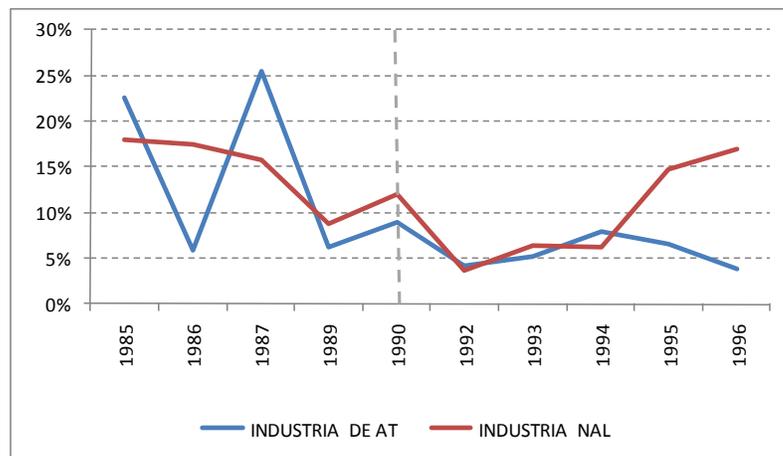
El sector electrónica y comunicaciones aumentó sus exportaciones a tasas muy superiores que los demás sectores, los sectores restantes tuvieron tasas de crecimiento similares entre ellas (Ver Anexo VII.3, Gráfico VII-4). Este gran dinamismo de las exportaciones del sector de electrónica y comunicaciones contrasta con la disminución de su producción analizada anteriormente, lo que podría estar evidenciando una crisis de competitividad en el mercado interno con los productos importados, que estaría obligando a esta industria a orientarse a otros mercados y a aumentar su competitividad externa.

Durante el periodo analizado uno de los mecanismos utilizados para promover las exportaciones no tradicionales, fue el Plan Vallejo que inició en 1961 y que consiste en una serie de exenciones arancelarias a las importaciones de materias primas que son utilizadas en la producción de bienes para exportación. De esta manera, los beneficiarios se comprometen a exportar total o parcialmente la producción obtenida a partir de los bienes y materias primas importadas, gracias a las exenciones e incentivos del Plan Vallejo. (Garay, 1998; cap.10)

El Plan Vallejo constituye un subsidio implícito que se expresa como un porcentaje del valor total exportado, ya que, los exportadores por usar el mecanismo se benefician de exenciones arancelarias y tributarias. (Garay, 1998; cap.10). En 1985, el valor medio del subsidio implícito para el total de sectores de la industria manufacturera nacional era de 17,9% y para los sectores de la industria de AT era de 18,8%. Sin embargo, el valor promedio de subsidio implícito no se mantuvo estable para los sectores de AT, y presentó grandes altibajos de un año al otro, hasta 1990. Con la apertura y hasta 1994 los sectores de AT presentan un comportamiento similar al de la industria manufacturera nacional, sin embargo, después de 1995 se separan y el subsidio promedio de los sectores de AT

desciende, mientras que el promedio de los sectores de la industria manufacturera nacional aumenta. (Ver Gráfico III-28; para ver comportamiento detallado por sector de AT ver Anexo VII.3, Gráfico VII-5)

Gráfico III-28. Subsidio Implícito Plan Vallejo (1985-1996). Industria de AT vs. Industria Manufacturera Nacional



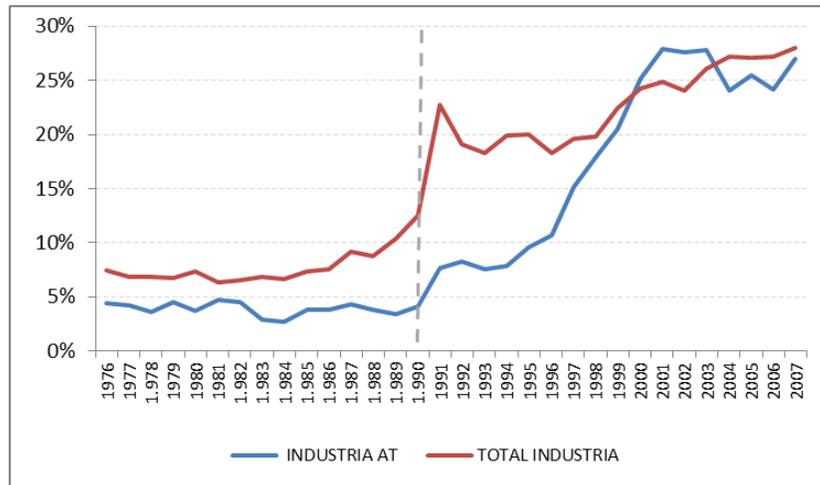
Fuente: Elaboración propia con datos Garay, 1998; cap 10.

III.2.2 Tasa de Apertura Exportadora (TAE)¹⁶

La TAE mide la participación del valor de las exportaciones en el valor de la producción y *“muestra la orientación de una economía para vender sus productos en los mercados internacionales, es decir, la eficiencia de la misma para ampliar el mercado hacia otras áreas geográficas y, por tanto, de ampliar la capacidad de crecimiento de la economía”* (Camara de Comercio de Bogotá, 2008; p. 66). En 1990, la TAE de la industria de AT era inferior en 3 puntos porcentuales con respecto a la TAE de la industria manufacturera nacional: mientras que la TAE de la industria de AT era de 4,5%, la TAE de la industria nacional era de 7,5%. A partir de 1992, la TAE de la industria de AT creció a tasas mayores que la de la industria manufacturera nacional y logró superar la TAE de la industria nacional en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2003, periodo que coincide con el ajuste cambiario (depreciación del peso), como respuesta a la crisis de finales de los años 90, que repercutió en mayor medida en las TAE de las industrias aeroespacial y de electrónica y comunicaciones. En 2007, la TAE de la industria de AT alcanzó a ser de 27,1% mientras que el de la industria nacional fue de 28,0%. (Ver Gráfico III-29)

¹⁶ TAE = X/PIB

Gráfico III-29. Tasa de Apertura Exportadora. Industria de AT Vs. Industria Nacional

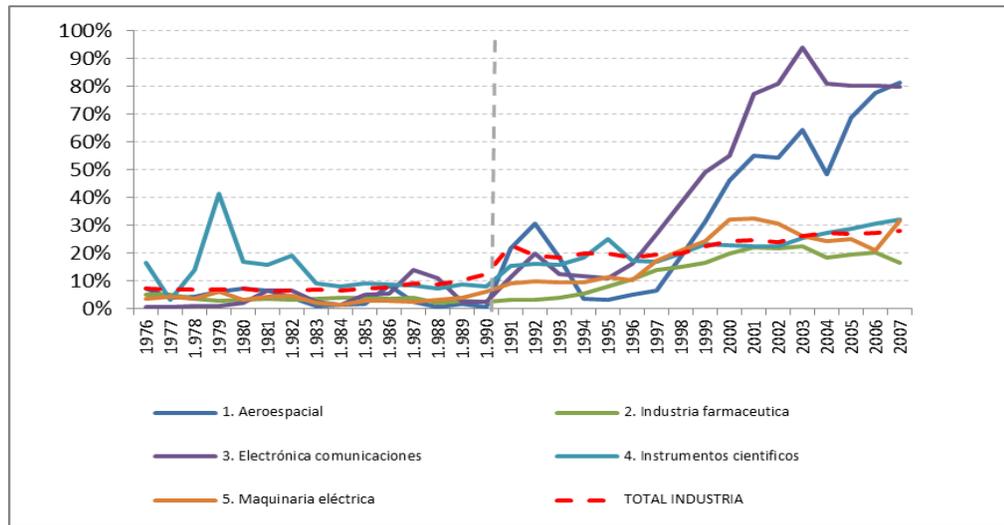


Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM y DNP

Al analizar el indicador de TAE, para cada uno de los sectores de la industria de alta tecnología (Ver Gráfico III-30), se observa que la industria electrónica-comunicaciones y la aeroespacial son las que registraron tasas de crecimiento mayores. De esta manera, mientras que en 1976 el sector de electrónica comunicaciones tenía una TAE de 0,8% y en 1990 de 2,4%, para 2007 esta cifra aumentó considerablemente pasando a ser de 79,7%, y tuvo su cenit en 2003 con una TAE de 93,9%. Por otra parte, la TAE del sector aeroespacial en 1976 fue de 7,4%, en 1990 bajó a 0,7%, y aumentó a 81,4% en 2007. Sin embargo, tal y como se mencionó anteriormente, las tasas de crecimiento de producción de estos sectores son contrarias a las de la exportación, lo que indicaría que estos sectores se vieron enfrentados a una alta competencia originada por el aumento de bienes importados que los obligó a orientarse a otros mercados, posiblemente con menor competencia.

El sector de instrumentos científicos aunque aumentó su TAE después de la apertura, fue uno de los sectores con menores TAEs a lo largo del periodo. La industria farmacéutica, cuya producción fue una de las mayores de la industria de AT presentó TAEs modestas e inferiores a las de la industria nacional, aunque registró tasas de crecimiento sostenidas a partir de 1990. Mientras que, en 1976 la TAE fue de 5,1%, en 1990 disminuyó a 2,6% y aumentó a 16,7% en 2007.

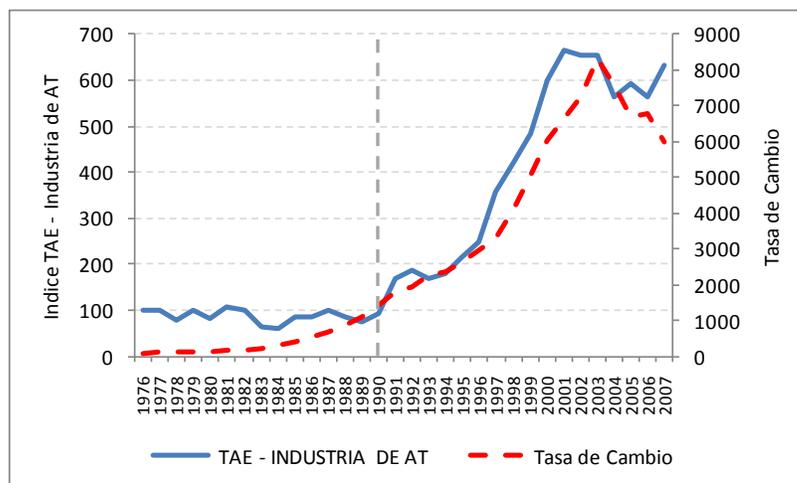
Gráfico III-30. Tasa de Apertura Exportadora. Sectores de AT.



Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM y DNP

Al analizar la relación de las TAEs de la industria de AT con la tasa de cambio, se observa que estas dos variables están altamente correlacionadas, lo que implica que esta industria depende significativamente de la elasticidad precio de la demanda y es vulnerable a los choques externos. Al observar la evolución de estas dos variables se evidencia que después de la apertura el comportamiento tendió a acercarse (Ver Gráfico III-31 y Tabla III-3).

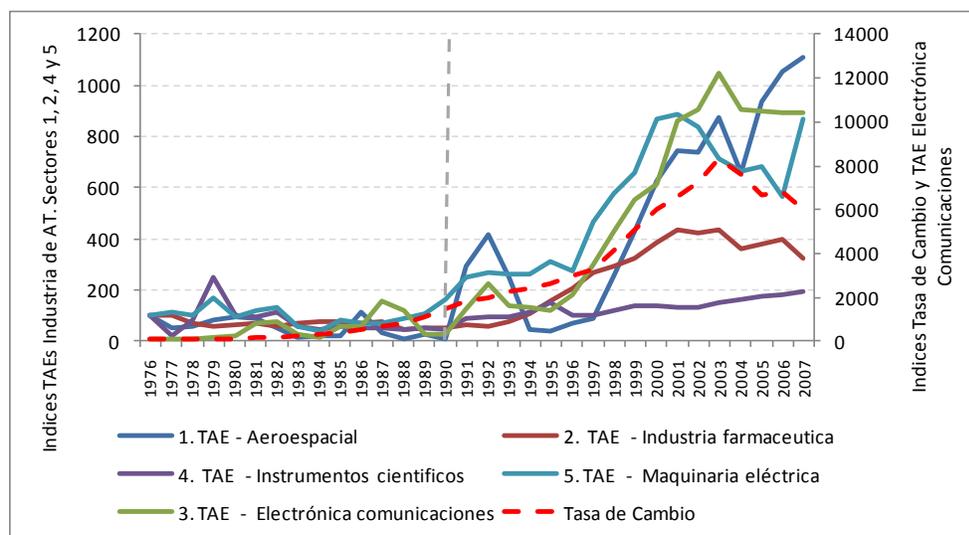
Gráfico III-31. Índices: Tasa de Apertura Exportadora. Industria de AT Vs. Tasa de Cambio



Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM, DNP y BANREP

Al analizar esta relación para cada uno de los sectores de AT, se observa que los sectores que aumentaron considerablemente sus TAEs después de la apertura (electrónica-comunicaciones y aeroespacial) fueron los que en mayor medida reaccionaron a la depreciación del peso originada después de la crisis de finales de los 90 que alcanzó su cenit en 2003. (Ver Gráfico III-31 y Tabla III-3).

Gráfico III-32. Índices: TAE. Sectores de AT Vs. Tasa de Cambio



Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM, DNP y BANREP

Las TAE de la industria electrónica-comunicaciones junto con la farmacéutica son las que mayores coeficientes de correlación presentan con la tasa de cambio. La gran dependencia de la industria farmacéutica obedece a que tal como se mencionó en el capítulo II, dicha industria depende básicamente de las importaciones de materias primas, “(...) principalmente de los principios activos que son desarrollados en los laboratorios de las casas matrices. Este condicionamiento crea una relación directa entre los costos de producción y los precios internacionales”. (DNP, 2004; p. 368)

Tabla III-3. Relación entre las TAE de AT y la Tasa de Cambio

Coeficiente de correlación TAE Vs. Tasa de Cambio	
1. Aeroespacial	0,89
2. Industria farmacéutica	0,96
3. Electrónica-comunicaciones	0,97
4. Instrumentos científicos	0,61
5. Maquinaria eléctrica	0,95
Industria AT	0,98
Industria Nacional	0,92

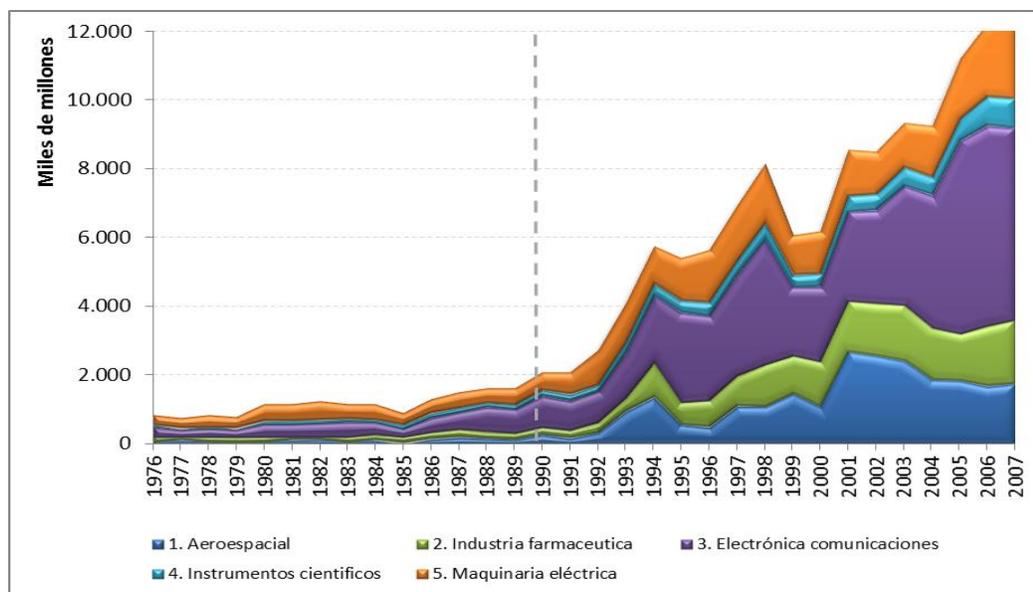
Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM, DNP y BANREP

III.2.3 Importaciones

La composición de las importaciones de AT, al igual que con las exportaciones, en el periodo de análisis no varió considerablemente. Es así como, en 1976 las industrias con mayor participación en el total de importaciones de AT fueron la de maquinaria eléctrica y la industria de electrónica y comunicaciones cada una con una participación de 32,4%, aunque estas dos industrias en 1990 seguían siendo las de mayor participación, la industria de electrónica y comunicaciones supero en casi el doble a la de maquinaria eléctrica con 43,7%, mientras que la de maquinaria eléctrica tuvo una participación de 24,1%. En 2007 la industria de electrónica y comunicaciones disminuyó su participación a 35,5% y la de maquinaria eléctrica la disminuyó a 15,6%. (Ver Anexo VII.3, Gráfico VII-7)

La industria de AT pasó de importar \$873 mil millones en 1976 a \$2.102 mil millones en 1990, siendo los sectores de electrónica-comunicaciones y de instrumentos científicos, los de mayor crecimiento. A partir de 1990, la industria de AT aumentó considerablemente las tasas de crecimiento de sus importaciones en todos sus sectores e importó \$15.713 mil millones en 2007. Los sectores con mayor aumento en sus importaciones entre los años de 1990 y 2007 fueron el aeroespacial y el de electrónica-comunicaciones, lo que confirma la hipótesis anterior de crisis de competitividad de estos sectores. (Ver Gráfico III-33 y Anexo VII.3, Gráfico VII-6)

Gráfico III-33. Evolución histórica y participación en valor por sectores, de las importaciones de AT. (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007)



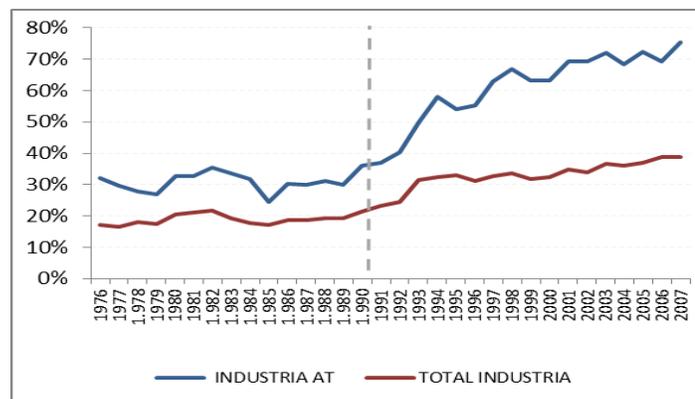
Fuente: Elaboración propia con datos DNP

III.2.4 Penetración de las importaciones (PIM)¹⁷

La penetración de importaciones (PIM) mide la proporción del mercado doméstico que se abastece con las importaciones. *“Una mayor penetración de las importaciones indica que, para los productores nacionales, la presión de la competencia va en aumento”* (Carbaugh, 2004; p. 150). La penetración de las importaciones (PIM) de la industria de alta tecnología fue superior a la de la industria nacional durante todo el periodo de análisis, y a partir de 1990 aumentó dicha brecha. En 1990, la PIM de la industria de AT era superior en 14,9 puntos porcentuales con respecto a la PIM de la industria total, mientras que la PIM de la industria de AT era de 32,0%, la PIM de la industria nacional era de 17,1%. En 1990, el PIM para la industria de AT aumentó a 36%, mientras que la de la industria nacional aumentó a 21,4%. A partir de 1990, el PIM de la industria de AT creció a tasas mayores que el de la industria nacional. En 2007, la PIM de la industria de AT alcanzó a ser de 75,3% y el de la industria nacional fue de 38,9%. (Ver Gráfico III-34)

De esta manera, los factores cambiarios y de política monetaria a los que se enfrenta la economía colombiana al comenzar la apertura, que provocan la revaluación del tipo de cambio (García I., 2005), así como el crecimiento de la demanda y oferta mundial de bienes de AT, terminan aumentando los efectos de la liberalización comercial y la penetración de importaciones en la industria de AT colombiana.

Gráfico III-34. Penetración de las importaciones (PIM). Industria de AT Vs. Industria Nacional



Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM y DNP

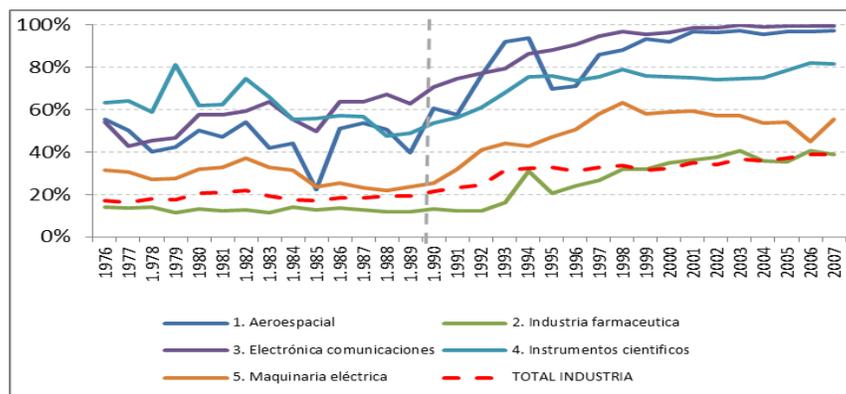
¹⁷ $PIM = M / (PIB + M - X)$

La gran importancia de las importaciones con respecto a la producción nacional en la industria de AT, está determinada principalmente por los sectores, de electrónica-comunicaciones, aeroespacial y maquinaria eléctrica, cuyos índices de PIM estuvieron por encima del de la industria nacional. (Ver Gráfico III-35). Es así como, mientras que en 1976 el sector de electrónica comunicaciones tenía una PIM de 54,1% y en 1990 de 70,6%, para 2007 esta cifra aumentó considerablemente pasando a ser de 99,5%.

Por otra parte, la PIM del sector aeroespacial en 1976 fue de 55,6%, en 1990 aumentó a 60,8%, y en 2007 a 97,3%. El sector de maquinaria eléctrica, en 1976 registró una PIM de 31,7%, en 1990 disminuyó a 25,2% y para el 2007 aumentó a 55,5%. El sector de instrumentos científicos, en 1976 era el sector que mayor PIM presentaba con 63,2%, sin embargo, en 1990 disminuyó a 53,6% y para el 2007 aumentó a 81,8%.

Al igual que con la TAE, la PIM de la industria farmacéutica presentó una PIM inferior a la de la industria nacional a lo largo del periodo, sin embargo, a partir de 1990, la PIM aumentó considerablemente. Mientras que, en 1976 la PIM fue de 14,0%, en 1990 disminuyó 13,4% y en 2007 aumentó a 39,9%.

Gráfico III-35. Penetración de las importaciones (PIM). Sectores de AT.



Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM y DNP

De esta manera, se evidencia la existencia de una relación entre la TAE y la PIM, es así como, al analizar los coeficientes de correlación entre estos dos índices para cada uno de los sectores de la industria de AT (Ver Tabla III-4), se observa una relación fuerte y positiva. La industria farmacéutica es la que mayor coeficiente de presenta, seguida por la de maquinaria eléctrica. Al analizar de manera agregada los sectores de AT, la correlación es alta (0.94) y presenta el mismo coeficiente de correlación que el de la industria nacional. De lo anterior, se podría deducir que el supuesto de los defensores de la apertura, en el que a mayor competencia (mayor PIM) mayor presión para mejorar la competitividad externa (mayor TAE) podría estarse cumpliendo. Los menores coeficientes de correlación que presentan los sectores aeroespacial y de instrumentos científicos

reafirma nuestra hipótesis, en la que el aumento acelerado de las exportaciones de estos dos sectores no obedeció a un aumento de competitividad y de una ampliación del mercado, sino una orientación hacia el mercado externo para evitar la disminución de su mercado, originada por la mayor competencia a la que se enfrentaron con la apertura.

Tabla III-4. Relación entre la TAE y la PIM

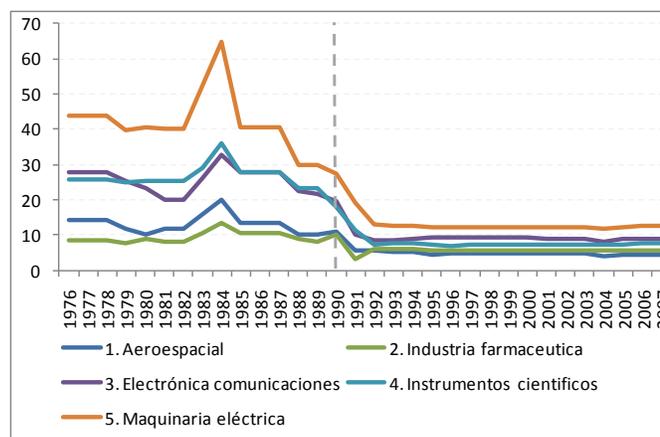
Coeficiente de correlación (TAE Vs. PIM)	
1. Aeroespacial	0,76
2. Industria farmacéutica	0,96
3. Electrónica comunicaciones	0,83
4. Instrumentos científicos	0,83
5. Maquinaria eléctrica	0,89
Industria AT	0,94
Industria Nacional	0,94

Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM y DNP

El Gráfico III-36 muestra la evolución de los aranceles nominales de cada uno de los sectores de AT, y evidencia la política externa nacional, entre 1981 y 1984 los aranceles de todos los sectores aumentan como respuesta a la crisis de los años 1981-1983, a partir de 1986 y durante el periodo presidencial de Virgilio Barco (1986-1990) se evidencia una disminución gradual de los aranceles que estuvo acompañada de la devaluación real de la tasa de cambio. En 1991 todos los aranceles disminuyeron considerablemente y mantuvieron una tendencia estable hasta el 2007.

De esta manera, el fuerte aumento del índice de penetración de importaciones se explica en principio por el levantamiento de las restricciones comerciales, proceso que se ve reforzado por la prolongada revaluación del peso.

Gráfico III-36. Evolución de los Aranceles Nominales de la Industria de AT



Fuente: Elaboración propia con datos DNP

Al analizar la relación existente entre la penetración de importaciones de AT y sus aranceles, se evidencia un alto coeficiente de correlación negativo para todos los sectores, siendo los mayores coeficientes los correspondientes a los sectores de maquinaria eléctrica, y de instrumentos científicos. El sector que menor correlación presenta (Industria farmacéutica) es el sector con menor PIM del periodo con respecto a los demás sectores. De esta manera, y al igual que con la tasa de apertura exportadora, el alto grado de correlación en la industria de AT, entre los aranceles y la tasa de penetración estaría evidenciando la alta elasticidad precio de la demanda de las importaciones (Ver Tabla III-5).

Tabla III-5. Relación entre PIM y Aranceles

Coeficiente de correlación (PIM Vs. Aranceles)	
1. Aeroespacial	-0,85
2. Industria farmacéutica	-0,74
3. Electrónica comunicaciones	-0,88
4. Instrumentos científicos	-0,90
5. Maquinaria eléctrica	-0,86
Industria AT	-0,87

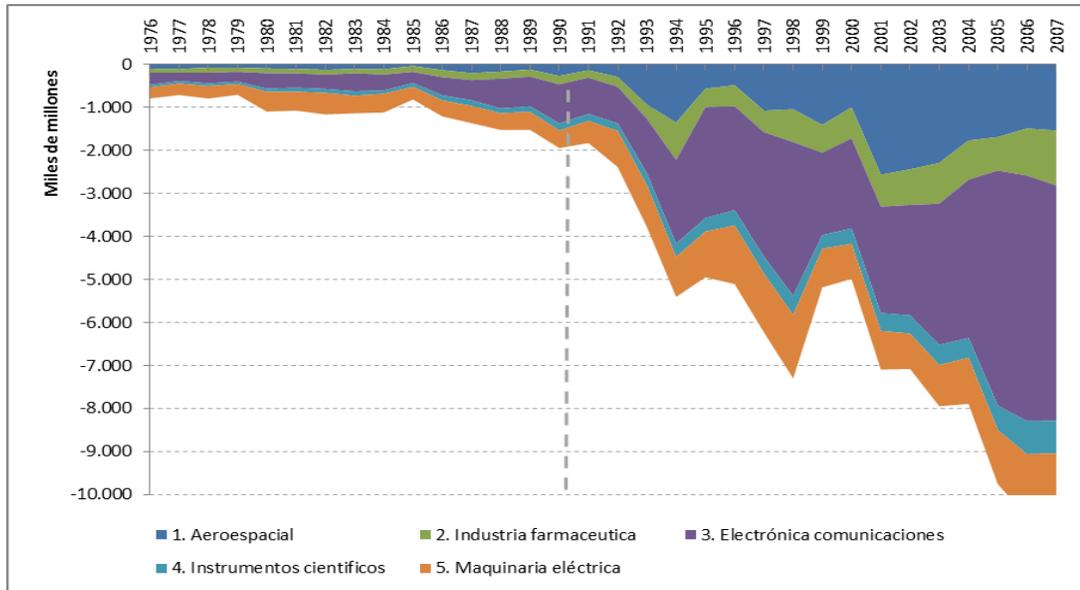
Fuente: Elaboración propia con datos DANE-EAM y DNP

III.2.5 Balanza Comercial

La balanza comercial de AT durante todo el periodo analizado presentó valores negativos, sin embargo, el déficit comercial de AT se acrecienta considerablemente después de la apertura, de lo que se podría inferir que *“el contexto institucional de apertura comercial permite que una parte no despreciable de la demanda agregada se desplace hacia los bienes importados”* (García I., 2002; p.29)

Este aumento en el déficit comercial de AT se compone principalmente de los déficits de los sectores de electrónica y comunicaciones y aeroespacial que fueron los que mayores participaciones presentaron. En dichos sectores, justamente, son en los que más ha crecido la demanda en las últimas décadas, en particular por el desarrollo de la tercera revolución industrial, basada en la microelectrónica, los nuevos materiales y la biotecnología. (Ver Gráfico III-37)

Gráfico III-37. Evolución de la Balanza Comercial de la Industria de AT (Miles de Millones de pesos de diciembre de 2007)



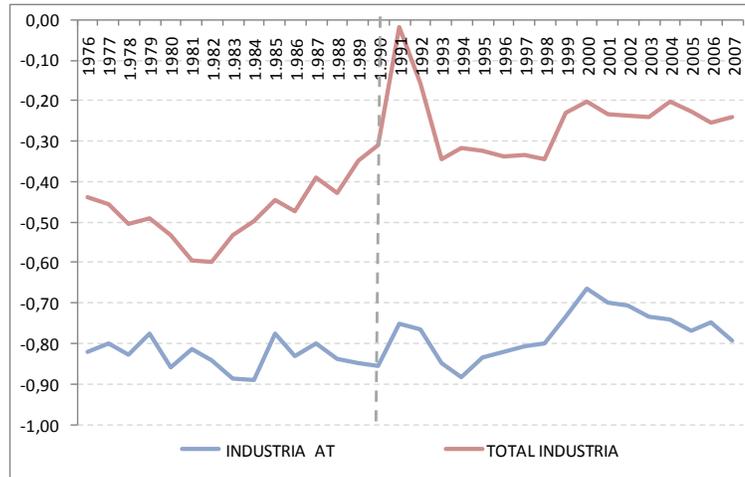
Fuente: Elaboración propia con datos DNP

III.2.6 Balanza Comercial Relativa (BCR)¹⁸

Una forma de medir la ventaja comparativa de un sector es con el índice de balanza comercial relativa. “La balanza comercial relativa relaciona los flujos comerciales de mercancías y es un indicador de la competitividad de los productos y sectores económicos en los mercados internacionales”. (Camara de Comercio de Bogotá, 2008; p. 67). Tanto la industria de alta tecnología, como la industria nacional presentaron balanzas comerciales negativas con comportamientos similares, a lo largo del periodo de análisis, sin embargo, la BCR de la industria de AT estuvo muy por debajo de la industria nacional y cercana a -1. En 1976, la BCR de AT fue de -0,82, en 1990 disminuyó levemente a -0,86, y en 2007 aumentó a -0,79 (Ver Gráfico III-38)

¹⁸ $BCR = (X-M)/(X+M)$. “La balanza comercial relativa (BCR) mide la participación de la balanza comercial (X-M) de un sector en el total del valor de su comercio (X+M). Donde X es el valor de las exportaciones de un sector y M el valor de las importaciones del mismo sector. Si el valor es positivo se dice que el sector es exportador neta, porque las exportaciones son mayores que las importaciones; por el contrario, si el resultado es negativo, la región es importadora neta”. (Camara de Comercio de Bogotá, 2008; p. 66)

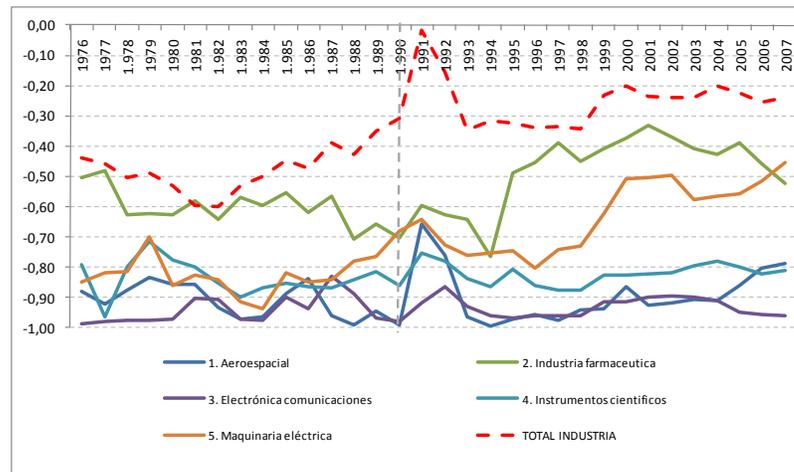
Gráfico III-38. Balanza Comercial Relativa (BCR). Industria de AT Vs. Industria Nacional



Fuente: Elaboración propia con datos de: DANE-EAM y DNP

Todos los sectores de AT son importadores netos, los sectores con mayor ventaja comparativa y los que más se beneficiaron con la apertura, fueron el farmacéutico y el de maquinaria electrónica. La industria aeroespacial y de electrónica comunicaciones cuyas TAEs y PIMs fueron los mayores de la industria de AT, presentaron en la mayor parte del periodo BCRs inferiores a -0.8. Por otra parte, el sector de instrumentos científicos que presentó TAEs y PIMs inferiores al 1%, presentó una balanza comercial estable y cercana a -0.8, superando al sector aeroespacial y al de electrónica-comunicaciones en la mayor parte del periodo analizado. Todos los sectores en los primeros años de la apertura presentaron mejoras considerables en sus balanzas comerciales, sin embargo, este efecto fue pasajero en la mayoría de sectores.

Gráfico III-39. Balanza Comercial Relativa (BCR). Sectores de AT.



Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM y DNP

III.3 PRINCIPALES RESULTADOS

Al analizar el comportamiento de las principales variables económicas es evidente que la apertura tuvo impacto sobre la organización y el desempeño del sector industrial de alta tecnología. Con la apertura los sectores que componen la industria de AT se vieron enfrentados a crecientes dificultades y a un déficit de competitividad frente a los mercados internacionales que junto con la crisis de finales de los noventa, afectaron sus sendas de crecimiento. La evolución de las tasas de crecimiento en los últimos años podría evidenciar que las empresas de AT han logrado adaptarse de forma temporal a los cambios de la economía de forma inercial, sin avances considerables que le permitan consolidarse y aumentar su participación dentro de la industria manufacturera nacional.

Las industria de AT que presentó un mejor desempeño fue la industria farmacéutica, dicha industria aumentó su participación dentro de la industria manufacturera nacional en todas las variables analizadas. Por otra parte, al analizar el comportamiento de dichas variables, se evidencia que el impacto de la apertura en el corto plazo para esta industria fue positivo, sin embargo, en el largo plazo esta industria no logró mantener las tasas de crecimiento presentadas inmediatamente después de la apertura y mantuvo o empeoró la senda de crecimiento que traía antes de la apertura. Es importante resaltar que esta industria fue la que menor grado de inserción internacional presentó con respecto a los demás sectores y por lo tanto no se enfrentó a serias dificultades de competencia, lo que evitó, contrario a los demás sectores, que presentara grandes altibajos en sus variables. Sin embargo, no hay que olvidar, que la industria farmacéutica depende de las importaciones de los principios activos de todos los medicamentos que produce. Este condicionamiento crea una relación directa entre los costos de producción y los precios internacionales y evita la generación de encadenamientos productivos internos e innovaciones tecnológicas.

El sector de maquinaria eléctrica, que junto con la industria farmacéutica era uno de los sectores más consolidados al momento de la apertura, vio afectada su producción bruta, su valor agregado y su productividad laboral inmediatamente después de la liberalización, posteriormente, logró hacer frente a la mayor competencia interna y regresó a la sendas de crecimiento que traía antes de la apertura, con excepción del número de trabajadores, que disminuyó producto de su recomposición productiva.

Los sectores aeroespacial y de electrónica y comunicaciones fueron los que mayor grado de inserción internacional presentaron, sin embargo, el efecto de la apertura sobre su aparato productivo fue diferente en cada uno. A pesar de que la industria aeroespacial, después de la apertura disminuyó las participaciones en la industria manufacturera nacional, del valor agregado, el empleo, los salarios y los activos fijos; inmediatamente después de la apertura y gracias a la recomposición factorial, sostuvo sendas de

crecimiento superiores a las registradas en el periodo preapertura, posteriormente y con excepción del número de trabajadores y de la inversión neta, que registraron sendas de crecimiento negativas históricas, las variables analizadas regresaron a las sendas de crecimiento registradas antes de la apertura.

Contrario al sector aeroespacial, el sector de electrónica y comunicaciones, no logró hacer frente a la competencia a los productos importados que implicó la liberalización de los mercados, y no sólo disminuyó su participación en la industria manufacturera nacional en todas las variables analizadas, sino que los comportamientos, para la producción bruta, el valor agregado, el empleo y la inversión, fueron negativos para la mayoría del periodo posterior a la apertura. Lo que indicaría que el aumento de las exportaciones se originó como resultado de una búsqueda de nuevos mercados con menor competencia. Haciendo de este sector uno de los más perjudicados con la liberalización comercial.

Finalmente, el sector de instrumentos científicos cuyas participaciones en la industria son las menores, y que antes de la apertura venía en una senda acelerada de crecimiento, no la pudo continuar después de la apertura.

Por otra parte, el comportamiento del comercio exterior, evidencia que la industria de AT se vio enfrentada a mayores niveles de competencia que el conjunto de la industria manufacturera nacional, lo que generó grandes deterioros de competitividad en esta industria. Muestra clara de ello es la balanza comercial relativa cercana a -1. El déficit comercial que existe en la industria AT es tan alto que las importaciones superan en gran proporción la producción de esta industria.

De esta manera, con la liberalización comercial la industria de AT se enfrentó a altos niveles de competencia que obligaron a los empresarios a adaptarse de forma defensiva a los desafíos de modernización que les planteaba la apertura, transformando su estructura productiva, que se caracterizó por la tendencia al estancamiento en la creación de nuevos puestos de trabajo, una mayor utilización de capital, y pocos incentivos para nuevos proyectos de inversión y de desarrollo productivo en el sector.

Una vez analizado el comportamiento del sector de AT y ya teniendo un panorama más claro de éste, el próximo capítulo buscará a través de una metodología empírica recoger los comportamientos heterogéneos de los diferentes sectores de AT a través del cálculo del índice de productividad de la industria de AT, así como el posible impacto que pudo haber tenido la apertura.

IV PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE AT E INCIDENCIAS DE LA APERTURA COMERCIAL

Desde que Solow formuló su teoría de crecimiento económico, en la que separó el crecimiento de la producción entre la contribución hecha por el empleo de insumos y el de un término residual que mide el aporte del progreso técnico, el concepto de productividad no sólo se popularizó, sino que además se ha convertido en un criterio decisivo para muchas políticas a nivel de país y de empresa. Numerosos estudios han demostrado que existe una relación positiva entre la productividad y otras variables de buen desempeño económico, tales como el crecimiento del empleo, el desempeño de las exportaciones, la adopción de tecnología, entre otros.

Si bien diversas teorías de comercio internacional señalan que los procesos de liberalización comercial pueden impactar los niveles de productividad de las empresas, no hay respuestas concluyentes respecto al nivel de significancia, magnitud y efectos netos (positivos o negativos) que se derivan del aumento de las presiones competitivas, el mayor acceso a las innovaciones tecnológicas que impactan sobre los costos de producción, los cambios en la participación en el mercado debido a la entrada y salida de firmas y los efectos indirectos asociados al mayor acceso a los mercados internacionales (spillovers).

Para el caso de Colombia, un buen número de estudios han analizado la relación entre productividad y comercio internacional. Liu & Tybout (1996), basándose en el método de las fronteras de eficiencia y empleando datos a nivel de empresa, estiman los efectos de la entrada y salida de empresas (*turnover*) sobre el crecimiento de la productividad en el caso de Colombia (1978-1986) y Chile (1980-1985), generando evidencia acerca de cómo los regímenes de política macroeconómica y las crisis afectan las fuentes de crecimiento de la productividad. Los autores encuentran que las empresas con menos de tres años de experiencia en el mercado son, como grupo, sistemáticamente menos productivas que las que tienen cuatro o más años de experiencia y que la mayoría de empresas que salen del mercado son 10% menos productivas, por lo que su salida tiene un efecto positivo sobre la productividad sectorial.

Así mismo, usando datos panel a nivel de empresas, Roberts (1996) analiza los efectos de *turnover* (entrada y salida de empresas), los márgenes de ganancia, y su relación con las políticas de comercio exterior en Colombia para el periodo 1977-1985. En este trabajo

se realiza un análisis tanto a nivel de industria como a nivel de empresa y se concluye que la penetración de las importaciones esta correlacionada de forma distinta en éstos dos niveles: mientras que a nivel de industria las importaciones reducen considerablemente los márgenes de ganancia en las industrias altamente concentradas, a nivel de empresa las importaciones tienen un efecto diferencial sobre los márgenes de las empresas grandes y pequeñas. De esta manera, las importaciones no se limitan a aumentar el nivel de competencia en el mercado y reducir los márgenes de todos los productores de la industria, y por el contrario reducen los márgenes, especialmente para las empresas de propiedad de sociedades limitadas. Esto sugiere que existen diferenciales de eficiencia entre empresas y que la penetración de las importaciones puede reducir el nivel de ganancias obtenidas por los grandes productores dentro de una categoría de propiedad, lo que implica que si las diferencias en la eficiencia de las empresas son importantes, las estimaciones de los efectos de las políticas comerciales sobre el desempeño del mercado deben reconocer que éstas pueden alterar de forma diferente a los productores dentro de una industria.

Para muchos autores, el objetivo fundamental de medir la productividad ha sido identificar las diferencias en el producto que no pueden ser explicadas por el empleo de diferentes factores productivos, empleando metodologías que difieren en gran medida en la sensibilidad para medir y especificar los errores. Van Biesebroeck (2003), tomando datos de empresas textiles en Colombia para el periodo 1977-1991 y una muestra de empresas manufactureras de Zimbabwe entre 1993-1995, compara métodos de estimación de productividad paramétricos y no paramétricos, concluyendo que no existen diferencias significativas entre los resultados calculados de los índices y crecimientos de productividad salvo en el método de fronteras estocásticas que estiman el residuo aleatoriamente.

De igual forma, dicho autor analiza algunos debates que se han dado entorno al concepto de productividad. Entre estos, la pregunta acerca de si existen efectos positivos de la actividad exportadora sobre la productividad de las empresas es especialmente pertinente para nuestro análisis. El autor concluye que la relación no es totalmente directa, debido a que los exportadores no necesariamente derivan beneficio de la actividad exportadora en si misma, si bien los exportadores pueden ser capaces de aumentar su nivel de productividad aprendiendo de sus actividades de exportación (learning-by-exporting).

El estudio de Cleredis, Lach, & Tybout, (1998) fue uno de los primeros estudios que analizó la relación aprendizaje via exportaciones sobre la productividad en Colombia, Marruecos y México, encontrando que la correlación positiva entre productividad y exportaciones es enteramente explicada por efecto de la *autoselección*. Los últimos estudios empíricos que se han hecho han encontrado que puede existir aprendizaje vía exportaciones bajo ciertas circunstancias particulares (para determinadas industrias, determinados años, etc). De esta manera, Van Biesebroeck (2003) concluye que las

empresas exportadoras tienen mayores ganancias en la productividad que las empresas no exportadoras, y que hay evidencia de aprendizaje via exportaciones, sólo bajo el supuesto de igualdad en la adopción y apropiación de tecnología en todas las empresas.

IV.1 MÉTODO DE ESTIMACIÓN

Como se ha mencionado, existen diversas metodologías que permiten obtener estimaciones del nivel de productividad de una firma, sector o agregado. Este trabajo sigue la metodología expuesta en el trabajo de Pavcnik (2002), que parte de estimar una función de producción con un método semi-paramétrico, para luego obtener un índice de productividad que le permitirá medir el impacto que tuvo el proceso de apertura sobre el nivel de productividad industrial en el caso chileno. Sin embargo, a diferencia del trabajo de Pavcnik, la estrategia para obtener la función de producción del sector se basó en la metodología desarrollada por Blundell y Bond (1998) para obtener estimaciones de parámetros insesgados y consistentes en presencia de series temporales altamente persistentes.

Además de las bondades en términos de eficiencia y confiabilidad de los parámetros estimados, existe una razón adicional que favorece el uso de una metodología basada en técnicas microeconómicas con respecto al enfoque de empresa representativa. El uso de datos desagregados permite reconocer e incluir en el análisis el grado de heterogeneidad de las empresas y sectores, lo que permite abordar temas relevantes que bajo un enfoque de empresas representativa serían imposibles de evaluar, tales como las contribuciones al nivel de productividad agregado hechas por las mejoras intra-sectorial que no son comunes a todos ellos, los efectos de las economías a escala, los cambios en la asignación de los recursos productivos y la reasignación de las cuotas de mercado a través del tiempo.

Dado lo anterior, la estrategia empírica empleada permite probar si existe evidencia estadística que favorezca la hipótesis según la cual, el proceso de apertura comercial implementado en Colombia a principios de la década de los noventa favoreció el incremento en el nivel de productividad de la industria de AT. Adicionalmente, permite evaluar si el nivel agregado de productividad en esta industria se debe a las mejoras en la eficiencia intra-sectorial o a un proceso de reasignación de recursos y cuotas de mercado, y si la orientación comercial de los sectores afecta positiva o negativamente el nivel de productividad sectorial después de 1991.

Los pasos para estimación de la función de producción, la obtención del índice de

productividad, y la construcción del modelo que relaciona la apertura con la productividad se describen a continuación.

IV.1.1 La Función de Producción de la Industria de Alta Tecnología

Pese a ser objeto de amplio estudio, el nivel de productividad de una firma o sector es una variable no observable, de difícil medición. Dentro de las diversas alternativas metodológicas diseñadas para aproximarse a su cuantificación se destacan aquellas que parten de la estimación de una función de producción, ya sea empleando datos agregados o datos a nivel de firma que tienen en cuenta los posibles sesgos asociados al problema de endogeneidad y autoselección en la relación entre el producto y la cantidad de trabajo y capital empleados en el proceso productivo.

Los problemas de simultaneidad se deben principalmente a que el nivel de productividad, aun siendo no observable, influye en las decisiones acerca de la cantidad de trabajo y capital que debe demandar una firma para maximizar sus beneficios. Pavcnik (2002) considera que el sesgo de selección se explica gracias a que las plantas, en tiempos de presiones competitivas (tales como la liberalización comercial), toman la decisión de permanecer o no en el mercado, por lo que se espera que las plantas más rentables tengan mayor probabilidad de sobrevivir. Adicionalmente, estas últimas podrían tener mayor stock de capital, lo que haría esperar que las plantas con mayores niveles de activos fijos tengan mayores probabilidades de competir con la producción foránea.

Arellano y Bond (1991) desarrollaron una metodología de estimación en dos etapas que reduce los sesgos de estimación presentes en una especificación dinámica, empleando rezagos de las variables en niveles como instrumentos de las variables en diferencias que logran minimizar el grado de correlación entre el término de error y la combinación de instrumentos a través del Método Generalizado de Momentos. Por su parte, Blundell y Bond (1998) generalizan el método definiendo una condición de ortogonalidad adicional que permite emplear rezagos de las variables en diferencias como instrumentos de las variables en niveles, disminuyendo eficientemente el sesgo de los estimadores en presencia de series altamente persistentes. El procedimiento empleado por dichos autores se denomina "System GMM".

Una descripción detallada del dicho procedimiento se presenta en Bond (2000), quien ejemplifica las bondades de la metodología con respecto a las estimaciones por mínimos cuadrados y el estimador GMM en diferencias¹⁹ a través de la estimación de una función de producción tipo Cobb Douglas con un término de error correlacionado, que en este

¹⁹ Nombre que recibe el procedimiento de Arellano y Bond (1991)

caso servirá de base para obtener una medida de la productividad en la industria de alta tecnología. Así, definimos la función de producción de los sectores que pertenecen a la industria de alta tecnología como:

$$\begin{aligned} y_{it} &= \beta_n n_{it} + \beta_k k_{it} + \gamma_t + (\eta_i + v_{it} + m_{it}) & (1) \\ v_{it} &= \alpha v_{it-1} + e_{it} & |\alpha| < 1 \quad (1) \\ e_{it}, m_{it} &\sim MA(0) \end{aligned}$$

donde y_{it} representa al logaritmo del valor agregado del sector i en el año t ; n_{it} el logaritmo del total de ocupados; k_{it} el stock de capital y γ_t es un intercepto específico al año t que podría asociarse con un shock tecnológico común a todos los sectores. En relación al término de error, η_i representa el vector de características no observables específicas a cada sector, v_{it} una innovación cuyas realizaciones podrían estar determinadas por un proceso autorregresivo, m_{it} un error de medición de las variables y e_{it} , las innovaciones del proceso v_{it} .

El objetivo es obtener estimadores consistentes de las elasticidades del trabajo y el capital, y el coeficiente del proceso autorregresivo que sigue las innovaciones, β_n, β_k, α respectivamente, dado que, como se ha discutido anteriormente, n_{it} y k_{it} podrían estar altamente correlacionados con los efectos específicos por sector (η_i), y los choques de productividad (v_{it}, e_{it}).

Luego de algunas transformaciones algebraicas es posible reescribir (1) como:

$$y_{it} = \beta_n n_{it} - \alpha \beta_n n_{it-1} + \beta_k k_{it} - \alpha \beta_k k_{it-1} + \alpha y_{it-1} + (\gamma_t - \alpha \gamma_{t-1}) + (\eta_i - \alpha \eta_i) + (e_{it} + m_{it} - \alpha m_{it-1})$$

o

$$y_{it} = \pi_1 n_{it} - \pi_2 n_{it-1} + \pi_3 k_{it} - \pi_4 k_{it-1} + \pi_5 y_{it-1} + \gamma_t^* + \eta_i^* + w_{it} \quad (2)$$

Donde,

$$\begin{aligned} \pi_1 &= \beta_n, \pi_2 = -\alpha \beta_n, \pi_3 = \beta_k, \pi_4 = -\alpha \beta_k, \pi_5 = \alpha, \gamma_t^* = \gamma_t - \alpha \gamma_{t-1}, \eta_i^* = \eta_i - \alpha \eta_i \\ w_{it} &= e_{it} + m_{it} - \alpha m_{it-1} \end{aligned}$$

A diferencia de $(v_{it} + m_{it})$ en la ecuación (1), el error w_{it} presente en la ecuación (2) no está serialmente correlacionado, por lo que es posible obtener estimadores insesgados de $\pi = (\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \pi_5)$. Al imponer las restricciones no lineales $\pi_2 = -\pi_1 \pi_5$ y $\pi_4 = -\pi_3 \pi_5$

sobre el vector π , se calculan los estimadores de *distancia mínima* de los parámetros de interés β_n , β_k y α .

IV.2 INDICE DE PRODUCTIVIDAD

Una vez estimados los parámetros de la función de producción asociada al sector de alta tecnología, se construye un índice agregado que permitirá medir el impacto del proceso de liberalización comercial sobre su nivel de productividad. Siguiendo a Pavcnik (2002), definiremos al índice de productividad de cada sector como la diferencia de las *desviaciones* del nivel de producción real u observado respecto a las *desviaciones* en el nivel de producción real de un *sector representativa o sector medio*, cuyos niveles de producción, capital y trabajo corresponden al promedio de los niveles sectoriales. Esto es:

$$pr_{it} = [y_{it} - \hat{\beta}_n n_{it} - \hat{\beta}_k k_{it}] - [y_t - \hat{y}_t] \quad (3)$$

donde $y_t = \bar{y}_{it}$ y $\hat{y}_t = \hat{\beta}_n \bar{n}_{it} + \hat{\beta}_k \bar{k}_{it}$. Las barras sobre las variables representan sus promedios en los N sectores. Ambas desviaciones representan componentes no explicados por las contribuciones de los factores al nivel de producto en cada momento del tiempo.

Con el fin de medir la importancia de las ganancias en productividad que se derivan de la reasignación de recursos de los sectores menos eficientes hacia los más eficientes, se calcula un índice agregado (W_t) que pondera el índice de productividad de cada sector por su participación en la producción total de la industria de alta tecnología en cada momento del tiempo, s_{it} .

$$W_t = \sum_i s_{it} pr_{it} = \bar{pr}_t + \sum_i (s_{it} - \bar{s}_t)(pr_{it} - \bar{pr}_t) \quad (4)$$

Tal y como señala la ecuación (4), el índice de productividad agregado W_t puede descomponerse de tal forma que sea posible identificar tanto las contribuciones intra-planta, como aquellas que se explican gracias a la reasignación de cuotas de mercado a través del tiempo al índice agregado de productividad. Específicamente, el componente \bar{pr}_t mide las contribuciones al nivel de productividad agregado que se explica gracias a los cambios en la productividad en cada sector, mientras que el componente de covarianza,

$\sum_i (s_{it} - \bar{s}_t)(pr_{it} - \bar{pr}_t)$, representa la contribución al nivel de productividad que resulta de la relocalización de las participaciones en el mercado y de los recursos de los sectores que pertenecen a la industria de alta tecnología.

IV.3 PRODUCTIVIDAD Y APERTURA: ENFOQUE METODOLÓGICO

Una vez obtenido el índice de productividad, se especificó una relación empírica que permite identificar cuál ha sido la influencia del proceso de apertura comercial en la evolución del nivel de productividad del sector de alta tecnología y si en efecto, las firmas que pertenecen a dicho sector se han hecho más productivas. La metodología empleada consiste en estimar un modelo que relaciona el nivel de productividad pr_{it} con una variable dicotómica asociada a los años del proceso de apertura comercial (*apertura*), un par de variables que permiten identificar la orientación comercial de los sectores (exportador, *expo*; que compite con importaciones, *impo*) y su interacción con la variable *apertura* (*apertura * expo*; *apertura * impo*):

$$pr_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{apertura} + \alpha_2 \text{expo} + \alpha_3 \text{impo} + \alpha_4 \text{apertura} * \text{expo} + \alpha_5 \text{apertura} * \text{impo} + \alpha_6 \text{exit}_{it} + \varepsilon_{it}$$

(5)

Con el fin de controlar por algunas de las características específicas a cada sector, el modelo (5) incluye la variable $exit_{it}$, que permite capturar el efecto de la salida de una o varias firmas en cada momento del tiempo sobre la productividad sectorial. Siguiendo a Pavcnik (2002), la apertura puede producir efectos diferenciados sobre las firmas cuya producción se ha orientado a competir en el mercado externo y aquellas cuyos productos compiten con bienes importados en el mercado interno. Lo anterior, junto con la inclusión de la variable *exit*, hace especialmente útil una especificación tal como la representada en la ecuación (5). Estos aspectos que se analizarán con mayor detalle en la siguiente sección.

IV.4 DATOS

Las variables empleadas en las estimaciones corresponden al valor agregado sectorial (VA), el total de personal ocupado (TPO), el valor en libros de los activos fijos (ACF), y los

ratios exportaciones e importaciones a valor agregado. Una detallada descripción de la evolución de estas variables se presenta en la sección I.3.

La Tabla II-1 resume el nivel promedio de las variables en el caso de cada uno de los sectores considerados. Los sectores de mayor demanda de factores productivos en relación a su nivel de producción son Industria farmacéutica, Instrumentos Científicos y Maquinaria Eléctrica.

Dada la imposibilidad de obtener datos a nivel de firma y las múltiples limitaciones en el proceso de recolección de datos²⁰, el máximo nivel de agregación al que se tuvo acceso fue sectorial, por lo que el panel de datos se define sobre un conjunto de cinco sectores que pertenecen a la industria de AT (Aeroespacial, Industria Farmacéutica, Electrónica y Comunicaciones, Instrumentos Científicos y Maquinaria Eléctrica) durante el período 1976-2007. Es importante anotar que estas dificultades podrían limitar la validez del análisis y de la metodología que se ha empleado para obtener un índice de productividad y para encontrar correlaciones significativas entre éste, la apertura, y la orientación comercial de cada sector²¹.

Tabla IV-1. Promedios de las variables empleadas en la estimación de la función de producción entre 1976 y 2007.

Sector	Promedios			
	Número de firmas	Valor Agregado (Miles de \$ de dic 2007)	Total personal Ocupado	Activos fijos (Miles de \$ de dic 2007)
Aeroespacial	8	68,471,507	1,593	42,561,943
Industria Farmacéutica	133	1,220,820,803	13,953	816,984,076
Electrónica Comunicaciones	34	114,033,180	3,592	80,350,739
Instrumentos Científicos	50	73,991,184	2,298	61,521,546
Maquinaria eléctrica	162	608,149,124	12,147	558,114,186
ALTA TECNOLOGÍA	388	2,099,972,218	33,630	1,607,914,391

Fuente: Cálculos propios con base en la información obtenida de la EAM

En la Tabla II-2 se encuentran la media y la desviación estándar de las variables *número de firmas* y *valor agregado* en cada industria. Existe una variabilidad relativamente baja en el número de establecimientos pertenecientes a cada sector a lo largo de la muestra. El coeficiente de variación del *número de establecimientos* oscila entre 9 (Maquinaria eléctrica) y 29% (Electrónica y comunicaciones), lo que implica existe una baja

²⁰ Ver Anexo VII.2

²¹ Blundell y Bond (1998) suponen que el número de individuos, N, tiende a infinito. En este caso, no se cuenta con una muestra suficiente grande de sectores, y un bajo nivel de desagregación al interior de los mismos.

heterogeneidad en los valores que asume esta variable a lo largo de la muestra, en todos los sectores considerados. En el caso del *valor agregado*, los rangos de variabilidad pasan a representar entre el 28 (Maquinaria eléctrica) y el 52% (Industria Farmacéutica), incrementándose considerablemente. Por su parte, el grado de asociación lineal entre estas variables es inferior al 50% en el caso del sector Aeroespacial, Electrónica y Comunicaciones y Maquinaria eléctrica, y asume un valor de 75% en el caso del sector Industria farmacéutica.

Estos resultados sugieren que la relación existente entre el número de establecimientos y el valor agregado generado por una industria en cada momento del tiempo es relativamente bajo, por lo que el número de firmas que participan en el mercado no explica la variabilidad en el nivel de producción sectorial. Estas características validarían en parte la construcción del panel de datos sobre los que se ajustaran los modelos econométricos y al demostrar que el nivel de participación de las firmas en el mercado se ha mantenido relativamente constante a lo largo de la muestra, sugerirían que la apertura podría no haber tenido un impacto negativo en la tasa de permanencia de las firmas que pertenecen al sector de AT.

Tabla IV-2. Promedio del Número de establecimientos y el valor agregado sectorial para el período 1976-2007

Sector	Número de Establecimientos			Valor Agregado (Miles de \$ de dic 2007)			Coefficiente de Correlación
	Media	Des. Estándar	CV	Media	Des. Estándar	CV	
Aeroespacial	8	2	25%	68,500,000	26,500,000	39%	-0.21
Industria Farmacéutica	133	20	15%	1,220,000,000	638,000,000	52%	0.75
Electrónica Comunicaciones	34	10	29%	114,000,000	45,700,000	40%	0.49
Instrumentos Científicos	50	5	10%	74,000,000	34,900,000	47%	0.65
Maquinaria eléctrica	162	14	9%	608,000,000	170,000,000	28%	0.49

IV.5 RESULTADOS

Los resultados de las estimaciones de la función de producción por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), efectos fijos (FE) y SYS GMM, así como los test que verifican la bondad de ajuste de cada modelo se presentan en la Tabla IV-3. Como se esperaba, la metodología de Blundell y Bond (1998) mejora los resultados de la estimación de la ecuación (2) en términos de significancia estadística, signo y magnitud de los parámetros con respecto a los estimadores de MCO. Adicionalmente, se probó la validez de las restricciones no lineales impuestas sobre el vector π en cada una de las especificaciones,

encontrando no rechazo de la hipótesis nula únicamente bajo la especificación SYS GMM. Las estimaciones FE y SYS GMM tienen en cuenta efectos fijos no observados por cada sector y por período para controlar por la heterogeneidad de las firmas y los eventos económicos que pudieron influir en la determinación del nivel de producción sectorial.

Para probar la bondad de ajuste del modelo, se calcularon los estadísticos $m1$ y $m2$ y el Test de Sargan de sobre identificación. Los test $m1$ y $m2$ examinan si el término de perturbación asociado a la estimación del modelo está correlacionado. A su vez, si las variables empleadas como instrumento son realmente exógenas, el residual no debe estar correlacionado con el conjunto de dichas variables, hipótesis que se valida estadísticamente con el Test de Sargan.

Tabla IV-3. Estimación de la función de producción

Variable	MCO	FE	SYS GMM
Total personal ocupado, N	1.2489*** (0.190)	1.1883*** (0.160)	0.7317*** (0.161)
N(-1)	-1.0092*** (0.075)	-0.8481*** (0.136)	0.0600 (0.084)
Total activos fijos, K	-0.0110 (0.074)	0.0507 (0.075)	0.2939*** (0.068)
K(-1)	0.1035 (0.075)	0.1154 (0.074)	-0.1602** (0.071)
Valor agregado, Y (-1)	0.6941** (0.166)	0.4212* (0.192)	0.1519 (0.157)
$m1$	-	-	0.0470**
$m2$	-	-	0.3080
Test de Sargan	-	-	0.9230
CFR (p valor)	0.0004	0.0309	0.1816
N	1.4515*** (0.1083)	1.4117*** (0.1138)	0.6899*** (0.1600)
K	0.0043 (0.0730)	0.0883 (0.0726)	0.1834*** (0.0416)
Alpha	0.4917*** (0.0561)	0.0526 (0.0518)	0.3092** (0.1374)

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Se reportan los valores p de los test $m1$, $m2$ y el test de Sargan. CRM representa el valor p del test que valida las restricciones no lineales sobre los parámetros. Desviaciones estándar entre paréntesis.

A excepción de los parámetros asociados al valor agregado y el total de empleados rezagados un período, todos los residuales resultaron significativos y con los signos esperados.

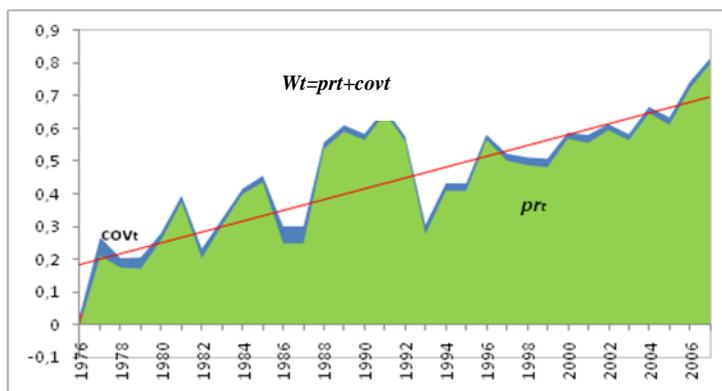
IV.5.1 Estimaciones del Índice de Productividad

Con base en los resultados de la estimación de la función de producción registrados en la tercera columna de la Tabla IV-3, se obtuvo una medida de productividad agregada como la descrita en la ecuación (4). El Gráfico IV-1 representa el índice de productividad estimado para el período 1976-2007, así como la participación del componente de covarianza y productividad media de los sectores que pertenecen a la industria de alta tecnología.

El índice de productividad muestra una tendencia creciente a lo largo del período considerado, registra una caída entre los años 1991-1993, para luego continuar con dicha tendencia. Esta disminución de los niveles de productividad concuerda con las disminuciones de la producción bruta y del valor agregado que presentó la industria de AT inmediatamente después de la apertura. Es así como en el año 1992, la tasa de crecimiento del valor agregado fue de 27.7%, mientras que para el año 1993, el crecimiento anual fue de -5.3% (Ver Secciones II.1.1 y II.1.2). Por otra parte, se evidencia que después de la apertura, el índice de productividad disminuyó su tendencia de crecimiento con respecto al periodo anterior, sin embargo, logró mantener un crecimiento más estable. (Ver Gráfico IV-1)

La tendencia positiva de la productividad a partir de 1993, permite pensar tal y como se concluyó en el capítulo II, que con la apertura los sectores de AT se vieron enfrentados a serios desafíos de racionalización y modernización de su aparato productivo, obligándolos a mejorar la productividad de sus factores, mejorando la interacción del equipo de capital con la estructura laboral.

Gráfico IV-1. Índice de productividad agregado y su distribución entre componentes



Fuente: Cálculos propios

La Tabla IV-4 contiene los coeficientes de correlación entre las tasas de crecimiento anual

del valor agregado sectorial y del índice de productividad calculado para cada industria. Estos resultados muestran que existe un alto grado de asociación entre los niveles de productividad y el nivel de producción de las firmas, lo que podría estar evidenciando beneficios asociados a economías de escala. Dado lo anterior, todo evento que afecte el nivel de productividad de una firma perteneciente a la industria de alta tecnología (como el proceso de liberalización comercial) afectará a su vez el de nivel de producción, por lo que cuantificar el efecto de la liberalización sobre el índice de productividad sectorial resulta útil para determinar su respuesta en términos de producción y permanencia y si este proceso afectó positivamente dicho índice y el nivel de productividad de los sectores.

Tabla IV-4. Coeficientes de correlación entre el índice de productividad y el valor agregado sectorial

Sector	Correlación
Aeroespacial	0.9012
Industria Farmacéutica	0.5511
Electrónica Comunicaciones	0.8338
Instrumentos Científicos	0.7411
Maquinaria eléctrica	0.7532

En cuanto a la descomposición del índice agregado se encontró que en promedio, cerca del 90% de las variaciones en nivel de productividad agregado de la industria se explican gracias a los cambios en la productividad de cada sector, mientras que sólo el 10% obedece a las redistribuciones de los recursos y participaciones en el mercado entre los sectores que pertenecen a dicha industria. El nivel de participación de este último componente puede explicarse gracias al relativamente bajo nivel de variabilidad en el número de firmas que pertenecen a cada sector, y en consecuencia, al de su participación en el mercado, hecho que se refuerza con el comportamiento de la inversión neta que, como se presentó en la sección anterior, parece evidenciar una ausencia de incentivos para desarrollar nuevos proyectos de desarrollo productivo en el sector de AT. Sin embargo, que dicha participación sea positiva sugiere que son las industrias más eficientes las que producen un mayor número de bienes que constituyen la oferta total del sector, debido a la baja variabilidad en el número de firmas pertenecientes a la industria de AT.

IV.5.2 Productividad y Apertura

Para establecer una correlación significativa entre el índice de productividad que se obtiene a partir de la estimación de la función de producción y el proceso de apertura comercial, se estimó un modelo que relaciona el índice pr_{it} con una variable dicotómica que toma el valor de 1 en el año en que se oficializó el proceso de apertura comercial,

1991, variables indicadoras de la orientación comercial del sector (exportadora, que compite con importaciones) y la interacciones entre éstas y la variable que representa la liberalización.

Con el fin de establecer un criterio que permitiera identificar la orientación comercial de cada sector, se calculó el nivel promedio de exportaciones e importaciones totales realizado por la industria de alta tecnología durante el período de estudio. Aquellos sectores cuyos niveles de exportación e importación con respecto al total de la producción excedieran el nivel promedio de la industria se consideraron *exportadores y/o competidores de bienes importados*. Dichos promedios se aproximan a 7% (participación de las exportaciones en la producción en el momento de la apertura) y 30% (cuando los sectores importen alrededor de la tercera parte de la producción). Es importante anotar que este es un criterio *ad hoc* y que responde al comportamiento observado de las variables a lo largo de la muestra²².

Adicionalmente se incluyó una variable con la que se pretende controlar los efectos que puede tener la salida de firmas del mercado sobre el nivel de productividad del sector. Así, la variable *exit_{it}* toma el valor de 1 si el número de firmas en cada momento del tiempo es inferior al del período inmediatamente anterior. Al igual que en el caso de la función de producción, las estimaciones tienen en cuenta efectos no observados temporales que pueden afectar los niveles de productividad de cada sector y la heterogeneidad intraplanta. Los resultados de las estimaciones se presentan en la Tabla IV-5.

Los resultados sugieren que la apertura tuvo un efecto positivo sobre el nivel de productividad de los sectores que pertenecen a la industria de alta tecnología, si bien dichas mejoras no han sido suficientes para estimular la inversión productiva en la misma, tal y como se mencionó en el capítulo anterior. Adicionalmente, pertenecer a un sector orientado a la competencia con bienes importados tiene un efecto mayor (positivo y significativo) sobre el nivel de productividad. La interacción entre la apertura y el indicador de orientación comercial *impo* refuerza el efecto positivo de esta variable sobre *pr_{it}*, dado el signo, la magnitud y el nivel de significancia de esta variable. Esto refuerza la hipótesis presentada en la sección III.2, que señala que los sectores que se enfrentaron a una mayor competencia, se vieron obligados a mejorar su competitividad, debido a que los procesos de liberalización comercial impactan sobre los precios de los bienes transables y sobre la estructura de costos de las empresas, llevando los precios finales a niveles competitivos, lo que hace necesario que las firmas incrementen sus niveles de productividad con el fin de permanecer en el mercado.

²² Pavcnik (2002) y Wong (2008) adoptan reglas discrecionales para la clasificación de cada firma que difieren de los que se han establecido en el presente estudio.

Tabla IV-5. Productividad y apertura: Estimaciones

Variable	Modelo 1	Modelo 2
<i>Apertura</i>	0.1254*** (0.026)	0.1071*** (0.029)
<i>Expo</i>	0.0100 (0.057)	0.0105 (0.055)
<i>Impo</i>	0.1153*** (0.017)	0.1062*** (0.026)
<i>apertura*expo</i>	-0.0294 (0.064)	-0.0440 (0.067)
<i>apertura*impo</i>	0.2655*** (0.071)	0.2560*** (0.066)
<i>Exit</i>	-0.0522 (0.055)	- -
<i>Constante</i>	0.2850*** (0.105)	0.2603** (0.106)

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

En contraste, tanto la variable *expo* como la interacción entre ésta y la variable *apertura* resultaron no significativas. Esto podría explicarse gracias a que tras la apertura, la adaptación de los sectores fue pasiva y defensiva, y se concentró en garantizar su permanencia en el mercado más que a competir con éxito en el mercado abierto. Estos resultados corroboran el análisis expuesto en el capítulo anterior: la industria colombiana de AT es incipiente en relación a los sectores que producen bienes que incorporan altos niveles de valor agregado en países de mayor nivel de desarrollo, por lo que no se encuentra preparada para competir con éxito en el mercado internacional, de ahí a que las exportaciones se dirijan mayoritariamente (46%) al mercado regional.

En el caso de la variable *exit_{it}*, si bien el parámetro tuvo el signo esperado, resultó igualmente no significativa. Ello implica que la reducción observada en el número de firmas en cada sector no influye sobre el nivel de productividad sectorial, y por lo tanto, son las firmas que permanecen en el mercado aquellas que determinan los niveles de productividad de la industria, firmas que permanecen de manera relativamente constante a lo largo de la muestra, tal y como se mencionó en la sección anterior.

V CONCLUSIONES

Con la apertura, la política industrial se concentró en eliminar los mecanismos que restringían la competencia, sin embargo, los efectos de estas políticas en el sector productivo han sido contrarios frente a los objetivos que se buscaban conseguir: aumento de la eficiencia productiva y mejora en las condiciones de inserción internacional (García I., 2005). Para el caso específico de la industria de AT la situación no ha sido diferente a la de la industria manufacturera nacional en su conjunto.

Los sectores que en los países desarrollados son definidos como de AT por su alta intensidad de I+D, en Colombia aún no han tenido grandes avances de innovación y de desarrollo tecnológico los que los aleja de los estándares mundiales y de competir efectivamente en los mercados mundiales de mayor dinamismo. Como se evidenció en el capítulo II, la industria de AT colombiana, está lejos de la definición estricta de la industria de alta tecnología, ya que presenta niveles bajos de I+D y de mano altamente calificada, y carencia de productos con alto grado tecnológico.

Los resultados sugieren que los paradigmas teóricos generados en torno a la liberalización y el crecimiento económico, no necesariamente se cumplen, y que las políticas encaminadas a un desarrollo industrial fuerte, deben centrarse en acuerdos comerciales que garanticen la transferencia de conocimiento y la generación de innovaciones tecnológicas; adicionalmente la política industrial debe planearse y construirse desde una perspectiva de largo plazo, con objetivos y metas concretas que garanticen la generación de I+D, aspecto esencial hoy en día de los sectores industriales con mayor dinamismo mundial.

De esta manera, tal y como se analizó en el capítulo III para los principales indicadores económicos internos, el comportamiento de la industria de AT a lo largo de estos años ha estado ligado con el de la industria manufacturera nacional, mientras que el comportamiento del comercio exterior de la industria de AT se ha diferenciado del presentado por la industria manufacturera nacional, en especial en lo referente al alto grado de la penetración de las importaciones y la balanza comercial, que evidencian los altos niveles de competencia a los que se vio enfrentada esta industria. De esta manera, se ha evidenciado un comportamiento inercial en la industria de AT que evita que se impulse el desarrollo industrial y que se pueda encontrar el camino hacia nuevas alternativas de diversificación y profundización industrial, sobre la base de crear y fortalecer nuevas capacidades productivas y tecnológicas.

Sin duda la apertura ha tenido consecuencias en diversos aspectos sobre la organización y el desempeño del sector industrial de alta tecnología. Con la apertura y la posterior crisis

de finales de los noventa, la producción de la industria de AT se vio afectada y aunque se presentó un crecimiento neto positivo a lo largo del periodo, la tasa de crecimiento promedio de la producción de AT disminuyó después de la apertura, pasó de ser 5,3% en el periodo 1976-1989 a 3,8% en el periodo 1989-2007. Lo que evidencia un impacto negativo de la apertura sobre los niveles de crecimiento de la industria de AT, y una adaptación al nuevo contexto de competencia, que se reflejó en la estabilización de las tasas de crecimiento, en la disminución del número de unidades de producción y en algún grado de modernización en las empresas que lograron subsistir a la competencia, a pesar de la distorsión de la revaluación de la tasa de cambio presentada en la mayor parte de los noventa.

La industria de AT que presentó un mejor desempeño fue la industria farmacéutica, dicha industria aumentó su participación dentro de la industria manufacturera nacional en todas las variables analizadas. Al analizar el comportamiento de dichas variables, se evidencia que el impacto de la apertura en el corto plazo para esta industria fue positivo, sin embargo, en el largo plazo esta industria no logró mantener las tasas de crecimiento presentadas inmediatamente después de la apertura y mantuvo o empeoró la senda de crecimiento que traía antes de la apertura.. No hay que olvidar, que la industria farmacéutica depende de las importaciones de los principios activos de todos los medicamentos que produce. Este condicionamiento crea una relación directa entre los costos de producción y los precios internacionales y evita la generación de encadenamientos productivos internos e innovaciones tecnológicas.

El sector de maquinaria eléctrica, que junto con la industria farmacéutica era uno de los sectores más consolidados al momento de la apertura, vio afectada su producción bruta, su valor agregado y su productividad laboral inmediatamente después de la liberalización, posteriormente, logró hacer frente a la mayor competencia interna y regresó a las sendas de crecimiento que traía antes de la apertura, con excepción del número de trabajadores, que disminuyó producto de su recomposición productiva.

Los sectores aeroespacial y de electrónica y comunicaciones fueron los que mayor grado de inserción internacional presentaron, sin embargo, el impacto de la apertura sobre su aparato productivo fue diferente en cada uno. A pesar de que la industria aeroespacial, después de la apertura disminuyó las participaciones en la industria manufacturera nacional, del valor agregado, el empleo, los salarios y los activos fijos; inmediatamente después de la apertura y gracias a la recomposición factorial, sostuvo sendas de crecimiento superiores a las registradas en el periodo preapertura, posteriormente y con excepción del número de trabajadores y de la inversión neta, que registraron sendas de crecimiento negativas históricas, las variables analizadas regresaron a las sendas de crecimiento registradas antes de la apertura.

Contrario al sector aeroespacial, el sector de electrónica y comunicaciones, no logró hacer

frente a la competencia a los productos importados que implicó la liberalización de los mercados, y no sólo disminuyó su participación en la industria manufacturera nacional en todas las variables analizadas, sino que los comportamientos, para la producción bruta, el valor agregado, el empleo y la inversión, fueron negativos para la mayoría del periodo posterior a la apertura. Lo que indicaría que el aumento de las exportaciones se originó como resultado de una búsqueda de nuevos mercados y con menor competencia. Haciendo de este sector uno de los más perjudicados con la liberalización comercial.

Finalmente, el sector de instrumentos científicos cuyas participaciones en la industria son las menores, y que antes de la apertura venía en una senda acelerada de crecimiento, no logró continuarla después de la apertura.

Por otra parte, el comportamiento del comercio exterior de la industria de AT evidencia, que dada la alta competencia externa, esta industria fue una de las que más se insertó en el mercado internacional, sin embargo, al analizar la ventaja comparativa para esta industria se evidencia que existen grandes deterioros de competitividad. Muestra clara de ello es la balanza comercial relativa cercana a -1. El déficit comercial que existe en la industria AT es tan alto que las importaciones superan en gran proporción la producción de esta industria, lo que significa que para pensar en un superávit en esta industria debe existir toda una reestructuración productiva y tecnológica que permita el desarrollo de una base productiva más sólida y diversificada en estas industrias, o en su defecto un desarrollo productivo especializado pero mejor integrado al crecimiento del comercio mundial de AT.

La CAN es el principal mercado de destino de las exportaciones de AT colombianas, de ahí la importancia de la continuación y fortalecimiento de los acuerdos regionales que permitan que la industria de AT se fortalezca y pueda competir en otros mercados más exigentes, incluso se podría pensar en acuerdos por bloque de países que permitan integrar esfuerzos tecnológicos y de competitividad y un mayor poder de negociación.

De esta manera, es indudable que con la apertura la mayoría de sectores que componen la industria de AT se vieron enfrentados a crecientes dificultades y a un déficit de competitividad frente a los mercados internacionales. Por otra parte, los altibajos de la producción presentados en los últimos años podrían estar mostrando que aún los sectores de AT no han logrado consolidarse y su comportamiento sigue afectado por los choques de la economía

Con respecto a la utilización de los factores, la disminución del empleo y el incremento de los activos fijos que se presentó en todos los sectores, *“guarda relación con el desplazamiento hacia un patrón de acumulación más centrado en el capital y su gestión, y en el progresivo debilitamiento de las organizaciones sindicales de la industria manufacturera (...que) encuentran una explicación inicial en la interrupción del proceso de*

industrialización desde finales de los años 1970, evidente ante la falta de continuidad de la diversificación y profundización de las actividades y ante la escasa generación de efectos netos positivos de creación de nuevas actividades y empresas en el sector (...)" (García I., 2005; p. 47)

Con el fin de fortalecer empíricamente estas conclusiones, se desarrolló una metodología empírica que permitió calcular, con base en la estimación de una función de producción, un índice de productividad agregado, para luego relacionarlo con la apertura comercial y la orientación comercial de los sectores que pertenecen a la industria. Los principales resultados sugieren 1) se evidencia que con la exposición a una mayor competencia externa las empresas se vieron enfrentadas a serias dificultades, y en el periodo inmediatamente después de la apertura el índice de productividad presentó un descenso, sin embargo, la recuperación del dicho índice a partir de 1994 evidencia que los diferentes sectores, lograron adaptarse a los desafíos tecnológicos gracias a la reestructuración productiva presentada en la industria; 2) cerca del 90% de las variaciones en nivel de productividad agregado de la industria de AT se explican gracias a los cambios en la productividad de cada sector, mientras que sólo el 10% obedece a las redistribuciones de los recursos y participaciones en el mercado entre los sectores que pertenecen a dicha industria.; 3) la apertura tuvo un impacto positivo especialmente sobre el nivel de productividad de los sectores cuya orientación comercial está enfocada a importar

De esta manera, los empresarios se han enfrentado a dificultades en su capacidad productiva y tecnológica, que les ha implicado esfuerzos de modernización, los cuales, se han concentrado en procesos de sustitución del trabajo de baja calificación por capital físico y humano, que corresponden a esquemas de acumulación industrial sustentados en reestructuración productiva, ganancias de productividad y creciente cambio técnico. Dado que este tipo de cambio productivo no se ha acompañado de inversiones e innovaciones, y de procesos de aprendizaje que permitan sustituir los insumos importados por producción interna, no se ha logrado generar en la industria de AT, un patrón de crecimiento basado principalmente en el mercado interno.

Es así como, al tratar de responder las preguntas planteadas en la introducción: ¿Tuvo la liberalización comercial el impacto que se esperaba sobre la industria de alta tecnología?, ¿Se ha fortalecido la industria de Alta Tecnología? ¿Se han afectado los niveles de competitividad y de productividad de la industria de AT?, se podría decir que los efectos esperados en cuanto a modernización, productividad, competitividad se consiguieron parcialmente, como producto de una adaptación defensiva por parte de los empresarios de la industria de AT, ya que, aunque se evidencian esfuerzos de modernización y de reestructuración productiva, los sectores de AT no han logrado consolidarse como una industria fuerte al interior de la industria manufacturera, a pesar de que este sector ha aumentado considerablemente su dinamismo a nivel mundial. De esta manera, en el largo plazo los mecanismos de crecimiento industrial de AT no han mejorado frente a la

situación de preapertura y las fluctuaciones de la demanda interna junto con los choques en los precios externos siguen condicionando su dinamismo.

En estos sectores, donde podría haber eslabones importantes para una especialización virtuosa²³ y un crecimiento sostenido de la economía, no se ven avances importantes. La apertura forzó a sector a orientarse al sector externo y a una recomposición en la estructura de los factores, sin embargo, no tuvo efectos estructurales que le permitieran cambiar su trayectoria de crecimiento, y su desarrollo productivo. La industria de AT se adaptó defensivamente y mantuvo un deterioro en sus niveles de crecimiento, no se adaptó de acuerdo con el escenario de crecimiento mundial. De acuerdo con, Cimoli & Correa (2005) *“La principal razón de la dificultad para aprovechar los beneficios del aumento de la participación en el comercio internacional radica en la estructura del sistema de producción y en los modelos existentes de producción y difusión del cambio tecnológico”* (Cimoli & Correa, 2005; p.73)

Finalmente, es necesario aclarar y reafirmar que a pesar de que la industria de alta tecnología se asocie a mayores crecimientos de la economía, para que este crecimiento sea sostenido no debe basarse en economías de maquila y ensamble, tal y como le ha ocurrido a países como México y Costa Rica; para un buen desempeño, es necesario que se creen capacidades locales con encadenamientos con la economía interna, y con una estructura articulada que permita difundir la capacidad tecnológica a nivel local.

Es importante que se reconozca que la liberalización en sí no conlleva a un buen desempeño de las industrias y a un aumento en su nivel de productividad. Para esto es necesario un cambio estructural en la política industrial, con adecuados incentivos para la I+D y una visión a largo plazo, *“el mercado siempre se desarrolla en un contexto institucional (... y) las políticas orientadas a promover el aumento de las interacciones de mercado no siempre garantizan el entorno más apropiado para las dinámicas de crecimiento y transformación competitiva”* (García I., 2005; p. 34)

Para poder solucionar los problemas estructurales de la industria de alta tecnología, primero es importante conocer en detalle cómo y el porqué de su comportamiento. Para esto se requieren investigaciones más exhaustivas y técnicas a nivel microeconómico que puedan determinar los múltiples factores que determinan, las decisiones e incentivos para un mayor nivel de inversión e investigación de los empresarios de esta industria. Uno de los grandes retos para los sectores académico y gubernamental es la construcción de una clasificación propia de AT, que identifique las dinámicas propias de I+D al interior de las empresas de este sector.

²³ Para Cimoli & Correa (2005), con la apertura, los países de América Latina entraron en una trampa de bajo crecimiento, que se ha traducido en una trayectoria viciosa de especialización internacional. Para los autores, *“una trayectoria virtuosa puede alcanzarse si el patrón de especialización cambia a favor de productos con mayor contenido tecnológico y si la brecha de productividad se reduce”* (Cimoli & Correa, 2005; p.72)

VI BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, C. (2001). Recursos humanos en alta tecnología. *V Taller Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Montevideo.
- Arango, J., Gracia, O., Hernández, G., & Ramírez, J. (2000). Reformas comerciales y competitividad industrial en los años noventa. En R. Rocha, & M. Olarreaga, *Las exportaciones colombianas en la apertura* (págs. 121-219). Bogotá D.C.: Centro Editorial Universidad del Rosario; Instituto del Banco Mundial.
- Arellano, M., & Stephen, B. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies* 58 , 277-297.
- Bardhan, A. D., Jaffee, D. M., & Kroll, C. A. (2004). *Globalization and a High-Tech Economy: California, the United States and Beyond*. Estados Unidos: Haas School of Business, University of California.
- Blundell, R., & Stephen, B. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models . *Journal of Econometrics* 87 , 115-143.
- Bond, S. (2002.). Dynamic panel data models: A guide to micro data methods and practice. *Working Paper 09/02. Institute for Fiscal Studies, London*.
- Bonilla, M. G. (1998). Apertura económica y transformación productiva en la industria manufacturera colombiana. *Planeación y Desarrollo Vol. XXIX No1 enero-marzo*, 73-116.
- Camara de Comercio de Bogotá. (Octubre de 2008). *Informe del sector externo de Bogotá Cundinamarca en el 2007 y en el primer semestre del 2008*. Recuperado el 23 de 02 de 2010, de http://camara.ccb.org.co/documentos/3435_informe_del_sector_externo_de_Bogot%C3%A1-Cundinamarca_parte2.pdf
- Carbaugh, R. J. (2004). *Economía Internacional- Novena Edición* . Thomson.
- CEPAL. (2008a). *Comisión Económica Para América Latina y el Caribe*. Recuperado el 13 de Abril de 2009, de <http://www.eclac.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/publicaciones/xml/7/33277/P33277.xml&xsl=/pses32/tpl/p9f.xsl&base=/pses32/tpl/top-bottom.xsl>
- CEPAL. (2008b). *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*. Naciones Unidas.
- CIAC, - Página WEB. Recuperado el 01 de 11 de 2010, de www.ciac.gov.co
- Cimoli, M. (2000). *Developing innovation systems Mexico in a global context* . London, New York.
- Cimoli, M., & Correa, N. (2005). La apertura comercial y la brecha tecnológica en América Latina: una "trampa de bajo crecimiento". En J. A. Ocampo, *Más allá de las reformas: dinámica estructural y vulnerabilidad macroeconómica* (págs. 51-79). Bogotá, D.C.: CEPAL / ALFAOMEGA.
- Cimoli, M., Porcile, G., Primi, A., & Vergara, S. (2005). Cambio Estructural, Heterogeneidad productiva y Tecnología en

América Latina. En M. (. Cimoli, *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina* (págs. p. 9-38). Santiago de Chile: CEPAL-BID.

Cleredis, S., Lach, S., & Tybout, J. (1998). Is "Learning-by-Exporting" Important?. Micro-dynamic Evidence from Colombia, Mexico and Morocco. *The Quarterly Journal of Economics* Vol. 113 No.3 , 903–947 .

COLCIENCIAS. (2006). Transformación productiva y social de Colombia hacia una sociedad y una economía de conocimiento. <http://zulia.colciencias.gov.co:8098/portaicol/downloads/archivosContenido/391.pdf>. Compensar junio 2006.

Colombia, B. B. (s.f.). *Banco de la República, Series estadísticas, Tasas de Cambio*. Recuperado el 27 de Mayo de 2010, de http://www.banrep.gov.co/series-estadisticas/see_ts_cam.htm#itcr

DANE -Departamento Administrativo Nacional de Estadística-. (1976-2007). *EAM-Encuesta Anual Manufacturera*.

DANE -Departamento Administrativo Nacional de Estadística-. (2007). *EDIT III - Tercera Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico en la industria manufacturera colombiana*

DANE- -Departamento Administrativo Nacional de Estadística-. (2009). Metodología Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica. *Colección Documentos No. 60*

DNP - Departamento Nacional de Estadística-. (s.f.). Recuperado el 19 de 12 de 2008, de www.dnp.gov.co

DNP - Departamento Nacional de Estadística (2004) *Cadenas Productivas Estructura,*

comercio internacional y protección-

Garay, L. J. (1998). *Colombia: Estructura Industria e Internacionalización*. Bogotá D.C.: DNP-Colciencias.

García I., José Guillermo (2005). Tendencias estructurales y reforma neoliberal en la industria manufacturera colombiana: 1975-2000. *Cuaderno de Investigación N° 21, SUI, UAC*.

Hunt, J., & Tybout, J. (2000). ¿Puede la producción de alta tecnología estimular el desarrollo? En R. Rocha, & M. Olarreaga, *Las exportaciones colombianas en la apertura* (págs. 21-66). Bogotá D.C.: Centro Editorial Universidad del Rosario; Instituto del Banco Mundial.

INE- Instituto Nacional de Estadística de España. (15 al 18 , Montevideo de Octubre de de 2001.). *Recursos humanos en alta tecnología*. Recuperado el 10 de Febrero de 2009, de RICYT- V Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología: http://www.ricyt.org/interior/normalizacion/V_taller/anguloopt.pdf

Lall, S. (2000). The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-98. *Oxford Development studies*, 28 (3) , 337-690.

Liu, L., & Tybout, J. R. (1996). Productivity Growth in Chile and Colombia: The Role of Entry, Exit, and Learning. En M. J. Roberts, & T. J. (editors), *Industrial evolution in developing countries* (págs. 73-103). New York: World Bank- Oxford University Press.

Machinea, J. L. (2007). *Banco de la República*. Recuperado el 5 de 10 de 2008, de La página faltante en las reformas en las reformas estructurales de América Latina: una estrategia para agregar conocimiento las

exportaciones de recursos naturales:
http://www.banrep.gov.co/documentos/seminarios/2007/CAF/8_CAF_Machinea.pdf

MICIP - Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad y ONUDI- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial . (2004). *Competitividad Industrial del Ecuador*. Quito - Ecuador.

Misas, G. (2001). De la sustitución de importaciones a la apertura económica. La difícil consolidación económica". En U. N. Colombia, *Desarrollo económico y social en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

NACIONES UNIDAS DESA. (Junio de 2006). *Estrategias de desarrollo productivo*. Recuperado el 5 de 11 de 2007, de Colciencias:
<http://zulia.colciencias.gov.co:8098/portacol/downloads/archivosContenido/393.pdf>

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007). *OECD Science, Technology and Industry Technology and Industry Scoreboard. Innovation and performance in the Global Economy* .

ONUDI - Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2009). *Industrial Development Report 2009. Breaking In and Moving Up: New Industrial Challenges for the Bottom Billion and the Middle-Income Countries*.

Pavcnik, N. (2002). Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvement: Evidence from Chilean Plants. *Review of Economic Studies*, Blackwell Publishing, vol. 69(1) , 245-276.

Portafolio. (10 de 02 de 2009). Corporación de la Industria Aeronáutica Colombiana ensamblará aviones en alianza con Lancair y Sudair de E.U. *Portafolio.com.co*,

http://www.portafolio.com.co/negocios/empresas/2009-02-10/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-4804934.html

Rámirez, J. M., & Nuñez, L. (1998). Apertura y competitividad en la industria colombiana. *Coyuntura Económica*, Vol 28 No2 , 131-157.

Red Iberoamericana de indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). (s.f.). Recuperado el 2009 de Agosto de 10, de www.ricyt.org

Roberts, M. J. (1996). Colombia, 1977–85: producer turnover, margins, and trade exposure. En M. J. Roberts, & T. J. (editors), *Industrial evolution in developing countries* (págs. 227-259). New York: World Bank - Oxford University Press.

Rocha, R., & Sánchez, F. (2000). Las exportaciones colombianas en la apertura. En R. Rocha, & M. Olarreaga, *Las exportaciones colombianas en la apertura* (págs. 121-219). Bogotá D.C.: Centro Editorial Universidad del Rosario- Instituto del Banco Mundial.

Secretaría de Economía de México. (2002). *Programa para la Competitividad de la Industria Electrónica y de Alta Tecnología*. México.

UN COMTRADE. (s.f.). *United Nations Commodity Trade Statistics Database*. Recuperado el Enero-Abril de 2010, de United Nations: <http://comtrade.un.org/db/>

Van Biesebroeck, J. (2003). Revisiting some Productivity Debates. *NBER Research Working Paper 10065* .

Wong, S. (2009). Productivity and trade openness in Ecuador's manufacturing industries. . *Journal of Business Research*, 2009, vol. 62, issue 9 , 868-875.

VII ANEXOS

VII.1 ANEXO. CLASIFICACIONES DE AT.

Tabla VII-1. Industria de AT de acuerdo con la CUCI Rev. 2 de diferentes trabajos.

CÓDIGO	LALL (2000)*	MICIP-ONU (2004)*	OCDE (2009)	BANCO MUNDIAL
524 - Otros productos químicos inorgánicos; compuestos orgánicos e inorgánicos de metales preciosos	x	x		
525 - Materiales radiactivos y conexos			x	x
541 - Productos medicinales y farmacéuticos, excepto los medicamentos del grupo 542	x	x	x	x ^a
542 - Medicamentos (incluso medicamentos veterinarios)		x	x	x ^b
591 - Productos químicos para el hogar y el jardín				x
712 - Turbinas de vapor de agua y de vapores de otras clases, y sus partes y piezas, n.e.p.	x	x		
714 - Máquinas y motores no eléctricos				x
716 - Aparatos eléctricos rotativos y sus partes y piezas, n.e.p.	x	x	x	
718 - Máquinas generadoras de potencia y sus partes y piezas, n.e.p.	x	x	x	
7311 Máquinas herramientas para el trabajo de láser/ etc.				x
751 - Máquinas de oficina	x	x	x	
752 - Maquinas de procesamiento automático de datos y sus unidades; lectores magnéticos u ópticos; máquinas para transcripción de datos sobre materiales de grabación en forma codificada y máquinas para el procesamiento de tales datos, n.e.p.	x	x	x	x
759 - Partes y piezas y accesorios (excepto cubiertas, cajas, de transporte y elementos análogos), adecuados para usar exclusiva o principalmente con máquinas de los grupos 751 y 752	x	x	x	
761 - Receptores de televisión (incluso monitores de televisión y proyectores de televisión), combinados o no en una misma unidad con radioreceptores o aparatos para la grabación o reproducción de señales sonoras o de televisión	x	x		
7763 Diodos, transistores y elementos semiconductores similares				x
764 - Equipos de telecomunicaciones, n.e.p., y sus partes y piezas n.e.p., y accesorios de los aparatos correspondientes al capítulo 76	x	x		x
771 - Aparatos de electricidad (excepto aparatos eléctricos rotativos del grupo 716) y sus partes y piezas	x	x	x	
774 - Aparatos eléctricos de diagnóstico para usos médicos, quirúrgicos, dentales o veterinarios, y aparatos radiológicos	x	x	x	x
776 - Válvulas y tubos termiónicos, con cátodo frío o con fotocátodo (por ejemplo, válvulas y tubos de vacío o con vapores o gases, válvulas y tubos rectificadores de arco de vapor de mercurio, tubos de rayos catódicos y tubos para cámaras de televisión); diodos, transistores y dispositivos semiconductores análogos; dispositivos semiconductores fotosensibles; diodos emisores de luz; cristales piezoeléctricos montados; circuitos electrónicos integrado y microconjuntos electrónicos; sus partes y piezas	x	x	x	x ^c
778 - Máquinas y aparatos eléctricos, n.e.p.	x	x		x ^d
792 - Aeronaves y equipo conexo; naves espaciales (incluso satélites) y vehículos de lanzamiento de naves espaciales; sus partes y piezas	x	x	x	x ^e
871 - Instrumentos y aparatos de óptica, n.e.p.	x	x	x	x ^f
874 - Instrumentos y aparatos de medición, verificación, análisis y control, n.e.p.	x	x	x	x
881 - Aparatos y equipos fotográficos, n.e.p.	x	x	x	
891 - Armas y municiones			x	x

*Sólo incluyen: 5113, 5315 y 5316; ^bSólo incluyen 5421 y 5422; ^cSólo incluyen 7763, 7764 y 7768; ^dSólo incluyen 7787; ^eSólo incluyen 7921; ^fSólo incluyen 8711 y 8713

Tabla VII-2. Clasificación OCDE de AT CIIU Rev. 2 (1970-1980) (1980-1995)

Clasificación CIIU revisión 2

Periodo 1970-1980	Periodo 1980-1995
Alta tecnología	Alta tecnología
1. Aeroespacial	1. Aeroespacial
2. Máquinas de oficina y ordenadores	2. Máquinas de oficina y ordenadores
3. Industria farmacéutica	3. Electrónica-comunicaciones
4. Electrónica-comunicaciones	4. Industria farmacéutica
5. Instrumentos científicos	
6. Maquinaria eléctrica	
Media tecnología	Media-alta tecnología
7. Industria del automóvil	5. Instrumentos científicos
8. Química	6. Maquinaria eléctrica
9. Maquinaria y equipo mecánico	7. Industria del automóvil
10. Caucho y plástico	8. Química
11. Otras industrias manufactureras	9. Maquinaria y equipo mecánico
Baja tecnología	Media-baja tecnología
12. Otro material de transporte	10. Construcción naval
13. Piedra, arcilla y vidrio	11. Caucho y plástico
14. Refino de petróleo	12. Otro material de transporte
15. Construcción naval	13. Piedra, arcilla y vidrio
16. Metales no férreos	14. Metales no férreos
17. Metales férreos	15. Otras industrias manufactureras
18. Productos metálicos	16. Productos metálicos
19. Papel, edición e impresión	
20. Alimentación, bebidas y tabaco	
21. Madera, corcho, muebles	
22. Textil, confección cuero	
	Baja tecnología
	17. Refino de petróleo
	18. Metales férreos
	19. Papel, edición e impresión
	20. Textil, confección, cuero
	21. Madera, corcho, muebles
	22. Alimentación, bebidas y tabaco

Fuente: Angulo, 2001

Tabla VII-3. Clasificación OCDE 2009 de AT CIIU Rev. 2. Vs Clasificación Propia

CIIU Rev. 2	ONUDI 2009	Clasificación Propia
3522: Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	x	x
3825*: Construcción de máquinas de oficina, calculo y contabilidad		x
3831: Construcción de máquinas y aparatos industriales eléctricos.		x
3832: Construcción de equipos y aparatos de radio, televisión y de comunicaciones.	x	x
3833: Construcción de aparatos y accesorios eléctricos de uso domestico.		x
3839: Construcción de aparatos y suministros eléctricos n.e.p		x
3845: Fabricación de aeronaves	x	x
3849: Construcción de material de transporte n.e.p	x	
3851*: Fabricación de equipo profesional y científico e instrumentos de medida y de control n.e.p.	x	x
3852*: Fabricación de aparatos fotográficos e instrumentos de óptica.	x	x
3853*: Fabricación de relojes	x	x

Tabla VII-4. Clasificación OCDE 2007 de AT CIIU Rev. 3 Vs Clasificación Propia

CIIU Rev. 3	OCDE (2007)	Clasificación Propia
2423 - Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	x	x
3000- Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática	x	x
3210 - Fabricación de tubos y válvulas electrónicos y de otros componentes electrónicos	x	x
3220 - Fabricación de transmisores de radio y televisión y de aparatos para telefonía y telegrafía con hilos	x	x
3230 - Fabricación de receptores de radio y televisión, aparatos de grabación y reproducción de sonido y vídeo, y productos conexos	x	x
3310 - Fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros	x	
3311 - Fabricación de equipo médico y quirúrgico y de aparatos ortésicos y protésicos		x
3312 - Fabricación de instrumentos y aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines, excepto equipo de control de procesos industriales.		x
3313 - Fabricación de equipo de control de procesos industriales.		x
3320 - Fabricación de instrumentos de óptica y equipo fotográfico	x	x
3330 - Fabricación de relojes	x	x
3530 - Fabricación de aeronaves y naves espaciales	x	x

VII.2 ANEXO. AJUSTES Y MODIFICACIONES EN LOS DATOS.

VII.2.1 Aeroespacial.

- Los activos fijos del año 1993 que eran 20 veces superiores al año anterior se modificaron de acuerdo con el valor de los activos al final del año 1992, teniendo en cuenta el ajuste entre el valor de los activos de comienzo y final de año, registrado en 1993.

VII.2.2 Instrumentos Científicos

- Debido a que, los códigos de la CIIU revisión 3, no empalmaban con los de la revisión 2, y a que la revisión 3 se acercaba con mayor precisión a la definición de instrumentos científicos considerados como de alta tecnología, se empalmaron los datos anteriores a 1997 con las tasas de crecimiento presentadas por los códigos de la Rev. 2 pero manteniendo como base los valores posteriores del año 1997.
- Para las series de importaciones y exportaciones cuya fuente era DNP, y en donde todos los datos se clasificaban con los códigos CIIU Rev. 2; para los años anteriores a 1997 el empalme se realizó calculando los porcentajes sobre la producción bruta de las exportaciones y las importaciones, y para los años posteriores a 1997 se tomó su tasa de crecimiento presentada.

VII.3 ANEXO. PRINCIPALES VARIABLES DE AT

Tabla VII-5. Participación por sectores de la industria de AT en el sector manufacturero nacional

INDUSTRIA AEROESPACIAL

Variable	1976	1990	2007
PIB	0,3%	0,3%	0,2%
Valor Agregado	0,3%	0,2%	0,2%
Empleos	0,6%	0,4%	0,1%
Remuneración de L	0,8%	0,5%	0,3%
Activos Fijos	0,5%	0,1%	0,0%
Número de empresas	0,2%	0,1%	0,1%

INDUSTRIA FARMACEUTICA

Variable	1976	1990	2007
PIB	2,7%	2,5%	2,5%
Valor Agregado	3,6%	3,1%	3,8%
Empleos	2,4%	2,3%	3,6%
Remuneración de L	4,1%	3,8%	6,1%
Activos Fijos	2,0%	1,4%	2,4%
Número de empresas	1,9%	1,6%	2,4%

INDUSTRIA DE ELECTRONICA COMUNICACIONES

Variable	1976	1990	2007
PIB	0,7%	0,6%	0,1%
Valor Agregado	0,7%	0,6%	0,1%
Empleos	1,0%	0,9%	0,2%
Remuneración de L	0,8%	0,8%	0,2%
Activos Fijos	0,5%	0,4%	0,1%
Número de empresas	0,8%	0,5%	0,2%

INDUSTRIA DE INSTRUMENTOS CIENTIFICOS

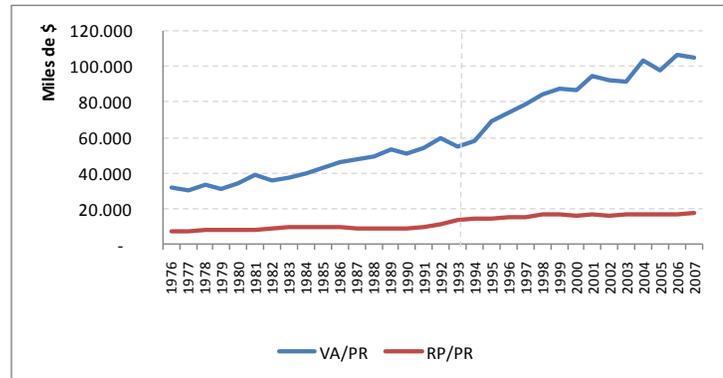
Variable	1976	1990	2007
PIB	0,1%	0,3%	0,2%
Valor Agregado	0,2%	0,4%	0,2%
Empleos	0,4%	0,6%	0,5%
Remuneración de L	0,1%	0,5%	0,5%
Activos Fijos	0,2%	0,6%	0,2%
Número de empresas	0,7%	0,7%	0,8%

INDUSTRIA DE MAQUINARIA ELECTRICA

Variable	1976	1990	2007
PIB	1,8%	2,5%	2,1%
Valor Agregado	2,0%	2,8%	1,6%
Empleos	2,1%	2,8%	2,5%
Remuneración de L	2,2%	3,3%	2,9%
Activos Fijos	1,6%	2,2%	1,4%
Número de empresas	2,1%	2,3%	2,2%

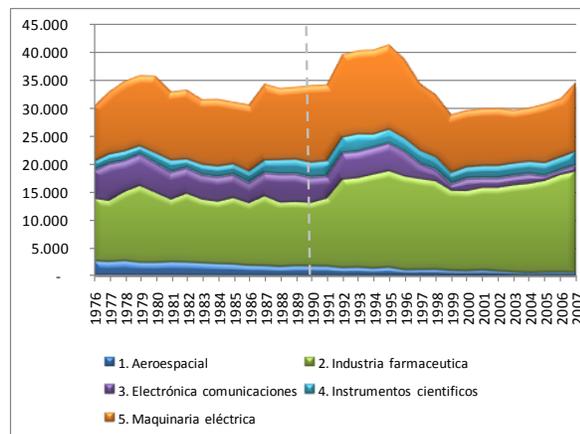
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Gráfico VII-1. Valor agregado y remuneración por trabajador permanente en la Industria de AT (miles de \$ de dic 2007)



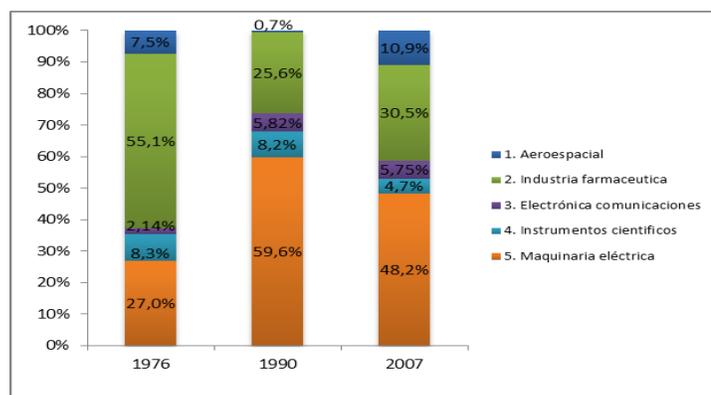
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Gráfico VII-2. Participación en el empleo de la industria de AT por secciones.



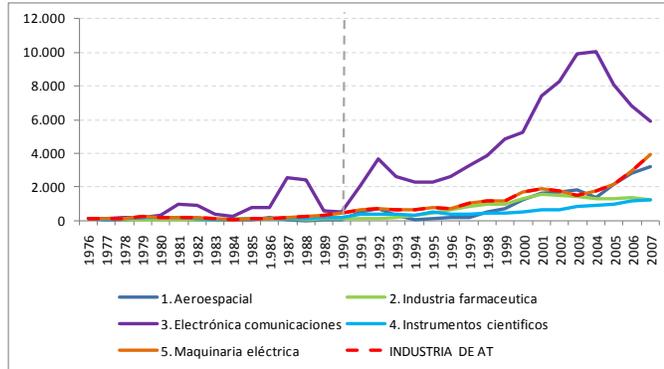
Fuente: Elaboración propia con datos de DANE-EAM

Gráfico VII-3. Composición de las exportaciones de AT. 1976, 1990, 2007.



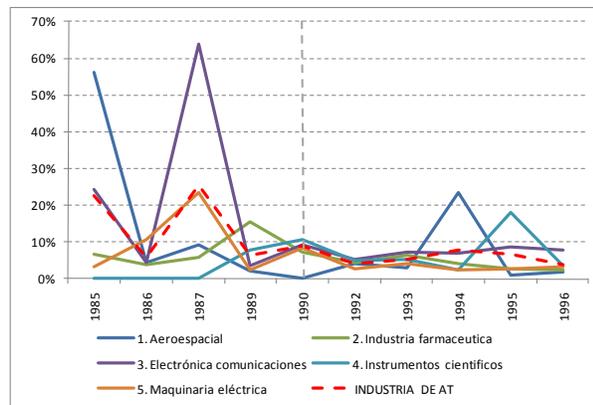
Fuente: Elaboración propia con datos DNP

Gráfico VII-4. Índice Real de las exportaciones. Sectores de AT



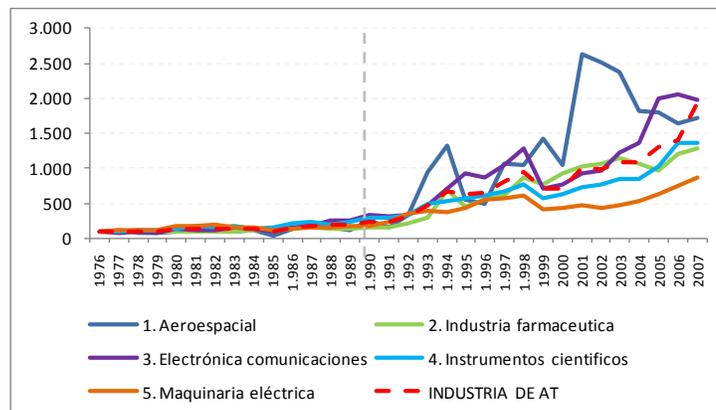
Fuente: Elaboración propia con datos DNP

Gráfico VII-5. Subsidio Implícito Plan Vallejo (1985-1996). Sectores de AT.



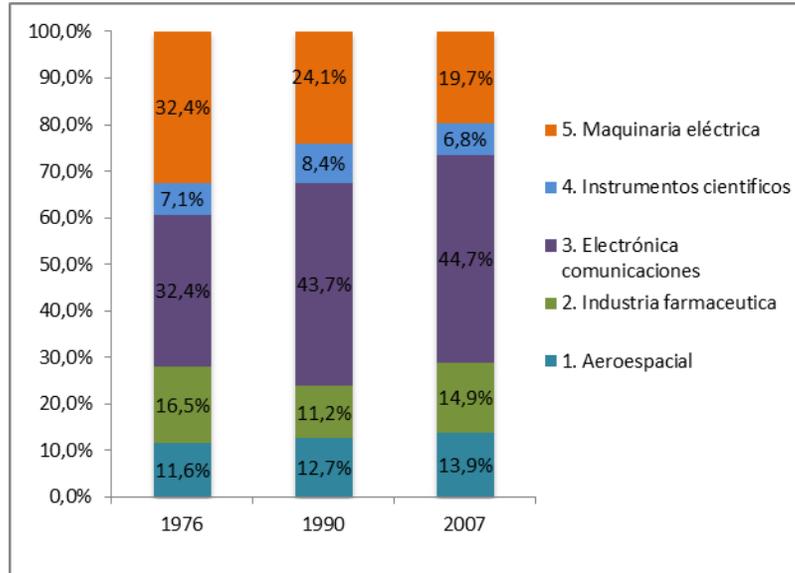
Fuente: Elaboración propia con datos Garay, 1998; cap 10.

Gráfico VII-6. Índice Real de las importaciones. Sectores de AT



Fuente: Elaboración propia con datos DNP

Gráfico VII-7. Composición de las Importaciones de AT.



Fuente: Elaboración propia con datos DNP