

## MARCO DE REFERENCIA PARA EL ESTADO UNIVERSIDAD—EMPRESA EN AMERICA LATINA

Jorge Vivas Reyna\*

### I. Naturaleza del problema

#### Introducción

El problema de las relaciones entre la universidad y la empresa es de gran complejidad, y a pesar de que ha sido discutido en numerosas oportunidades, todavía existe mucha ambigüedad al respecto. En efecto, aún es necesario realizar trabajos específicos de investigación que conduzcan a clarificar el problema.

Las notas que se presentan en estas páginas recogen los resultados de algunos trabajos sobre el tema realizados por el autor, y en ellas se reflejan algunas de las ideas más difundidas sobre el particular así como otras que apenas empiezan a abrirse camino en el debate académico e institucional.

Sin embargo, dado que el marco de referencia de las relaciones entre la universidad y la empresa es tan amplio, las ideas que aquí se exponen se refieren al campo de las ciencias y la ingeniería en su relación con los procesos de innovación tecnológica que tienen lugar en las unidades de producción del sector manufacturero. En este sentido el análisis del problema se enmarca dentro del contexto más amplio del desarrollo científico y tecnológico de los países de América Latina.

#### A. El Problema

El tema del desarrollo científico y tecnológico adquiere cada día más relevancia en América Latina. Se ha tomado conciencia del significado del cambio tecnológico sobre el proceso de crecimiento económico<sup>85</sup> y así lo indica la amplia bibliografía existente sobre el particular<sup>86</sup>, los esfuerzos institucionales realizados en los países de la región<sup>87</sup>, y las diversas actividades de apoyo e investigación que al respecto realizan distintos organismos nacionales e internacionales.

En rigor, este es un tema que preocupa tanto a los países en desarrollo como a los industrializados. En los primeros, la expresión institucional más importante en los últimos tiempos fue la realización de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo<sup>88</sup>. En el mundo industrializado la mayor preocupación se

---

\* Economista, U. Nacional, M.A. de Filosofía en Desarrollo Económico, U. de Sussex. Ph. D. U. de Sussex. Actualmente Director de Asuntos.

<sup>85</sup> Deninson, Edward. Las Fuentes del Crecimiento Económico en Estados Unidos y la Alternativa ante Nosotros. Monografías Económicas, Vol. 3, Buenos Aires, 1966.

<sup>86</sup> Para América Latina véase: Fuenzalida, E. y Ramos, J. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo en los Países del Pacto Andino - Una Bibliografía Comentada*, Ediciones CINDA, Santiago, 1973; Dilmus, D.J. "Bibliography on Science and Technology Policy in Latin America", *Latin America Research Review*, Vol. XII, No. 3, 1977.

<sup>87</sup> CEPAL, Consideraciones sobre Algunas Experiencias Recientes en la Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico de América Latina, ST/CEPAL/Conf. 53/L. 4, noviembre 1974.

<sup>88</sup> Naciones Unidas. *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*, Viena, 20 al 31 de agosto de 1979. A/Conf. 81/16.

manifiesta en Estados Unidos y en algunos de los países europeos con tradición científica y tecnológica.

En Estados Unidos el problema se ha concentrado en la discusión de la declinación ocurrida en la última década en la “tasa” de desarrollo de innovaciones tecnológicas, y sus consecuencias sobre la disminución de la productividad industrial<sup>89</sup>.

En Europa el debate se ha concentrado principalmente en las causas que determinaron el ensanchamiento de la brecha científico-tecnológica con Estados Unidos<sup>90</sup>. Las que se señalan en este debate como decisivas son: por un lado, las limitaciones académicas de las instituciones universitarias de algunos de los países europeos, expresados en la rigidez de la estructura organizacional de sus sistemas de educación superior, que les impiden adecuarse a la rápida evolución de la ciencia y la tecnología, y desarrollar intensamente investigación básica; y por otro, la relativa incapacidad del sistema productivo, particularmente el sector industrial, para utilizar los resultados de la investigación básica e interactuar en función de objetivos tecnológicos con las instituciones académicas.

Desde luego, el propósito no es el de profundizar en estos aspectos. Simplemente se quiere ubicar la discusión de algunos de los elementos del problema del desarrollo científico y tecnológico de América Latina en una perspectiva amplia que, si bien dista mucho de ser homogénea, permite arrojar luz sobre la manera de abordarlo y examinarlo.

En América Latina el tema de la ciencia y la tecnología ha sido objeto de amplios debates, y las acciones concretas que se realizan en este campo se llevan a cabo no solamente a nivel de cada país sino que comprenden programas que abarcan tanto a grupos de países<sup>91</sup>, como a la región en su conjunto<sup>92</sup>.

En este sentido, el problema ha sido enfocado desde distintos ángulos íntimamente vinculados con los debates más generales relacionados con el desarrollo económico y social de la región.

Así, el desarrollo científico-tecnológico ha sido objeto de análisis desde el punto de vista de la economía política<sup>93</sup> el empleo, desempleo y subempleo de mano de obra<sup>94</sup> el desarrollo de la capacidad científico-tecnológica institucional<sup>95</sup>; la transferencia, selección y comercialización de tecnologías<sup>96</sup> y en los últimos años se han realizados importantes

<sup>89</sup> The White House, Fact Sheet. *The President's Industrial Innovation Initiatives*, October 31. Washington 1979; Books, H., “Technology, Evolution and Purpose”. *DAEDALUS, Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, Winter 1980.

<sup>90</sup> Ben-David, J. *Fundamental Research and the Universities - Some Comments on international Differences*, OECD, París, 1968; y “The Universities and the Growth of Science in Germany and the United States”, *Minerva*, Vol. 7, Nos. 1-2. Autumn-Winter 1968-1969.

<sup>91</sup> Por ejemplo, las actividades que realiza la Comisión de Ciencia y Tecnología del Convenio Andrés Bello, entre los países miembros del Grupo Andino.

<sup>92</sup> Por ejemplo, las actividades que realiza el Departamento de Asuntos Científicos de la OEA y el Programa BID—CEPAL—PNUD—CIID de investigaciones sobre desarrollo científico y tecnológico.

<sup>93</sup> Véase por ejemplo: Dos Santos, T. *El Nuevo Carácter de La Dependencia*, Cuadernos de Estudios Socio-Económicos 10, Ceso, Universidad de Chile, Santiago, 1968; Cardoso F. y Faletto E. *Dependencia y Desarrollo*, ILPES, Santiago, 1967.

<sup>94</sup> Ver : Morawetz, D. “Employment Implications of Industrialization in Developing Countries”, *The Economic Journal*, Vol. 84, No. 335, September 1974.

<sup>95</sup> Ver. CPU Desarrollo Científico-Tecnológico y la Universidad, Santiago, 1973; y CEPAL, op cit.

<sup>96</sup> Vaitos, C. *Transfer of Resources and Preservation of Monopoly Rents*, Harvard University, Center fo International Affairs, Economic Development Report No. 168, Boston 1970; y Vaitos, C. “Patents Revisited: Their Function in Developing Countries”, en *Science, Technology and Development*, Editado por Cooper C., Franck Casa, Londres, 1973; Jenkins C., *An Annotated Bibliography of Empirical Studies on the Choice of Techniques*, Institute of Commonwealth Studies, Oxford, 1974.

trabajos en torno a la microeconomía del cambio tecnológico doméstico en los países relativamente más industrializados de la región<sup>97</sup>.

Progresivamente, los trabajos sobre el tema se fueron apoyando sobre el análisis de la evidencia empírica, y algunas conclusiones elaboradas sobre bases impresionistas han sido reformuladas en algunos aspectos fundamentales. En este sentido, son particularmente útiles los trabajos que se refieren a la transferencia de tecnologías y al estudio de la microeconomía del cambio tecnológico doméstico. Los primeros contribuyeron a una mejor comprensión de todos los mecanismos inherentes a los procesos de comercialización de tecnología, particularmente en lo que se refiere a las prácticas de las empresas multinacionales.

Los segundos tal vez constituyen el aporte más importante al conocimiento y comprensión de cambio tecnológico doméstico experimentado en la región. La contribución de estos trabajos no solamente se refiere a su producto final, sino al replanteamiento metodológico que ellos significan en términos de la investigación en ciencias sociales en América Latina. Elegir la unidad de producción, y dentro de ella componentes orgánicos o procesos específicos como sujeto de investigación, permitió avanzar significativamente en el examen e interrelación de variables económicas y tecnológicas cuya importancia no se valoraba adecuadamente en el análisis agregado a nivel macroeconómico.

En cuanto al desarrollo de la capacidad científico-tecnológica institucional, el esfuerzo analítico se ha concentrado en los aspectos atinentes a la política científica de los países. En este rubro se incluyen los estudios realizados sobre el potencial científico y tecnológico y la universidad<sup>98</sup> en diferentes países de la región<sup>99</sup> y la mayor parte de los trabajos que se refieren al desarrollo de la ingeniería<sup>100</sup>.

Estos trabajos, en particular los que se refieren al potencial científico, han contribuido directa o indirectamente a la formulación de políticas científicas y tecnológicas en los países de la región. Sin embargo, por sus alcances, y dado el conocimiento adicional existente sobre el complejo de relaciones que identifican el avance científico-tecnológico, sería conveniente actualizarlos y ampliarlos incorporando a ellos objetivos más precisos y nuevas metodologías de investigación.

En efecto, las limitaciones más comunes de los trabajos y documentos sobre política científica y tecnológica en América Latina, corresponde a su excesivo nivel de generalidad y a la perspectiva metodológica desde la cual se enfocan.

En este sentido, las conclusiones de los estudios correspondientes al grupo denominado microeconomía del cambio tecnológico doméstico son bastante ilustrativas. En cuanto al nivel de generalidad, indican que los fenómenos tecnológicos que tienen lugar en las unidades de producción adquieren características específicas de acuerdo al grado de influencia que tienen sobre ellas las circunstancias económicas, tecnológicas e

---

<sup>97</sup> Katz, J. Importación de Tecnología, Aprendizaje e Industrialización Dependiente, Fondo de Cultura Económica, México, 1976 ; Katz, J. y Cibotti, R. Marco de Referencia para un Programa de Investigación en Temas de Ciencia y Tecnología en América Latina, BID-CEPAL/BA/10, noviembre de 1976; y Cibotti R., y Lucangeli, J. El Fenómeno Tecnológico Doméstico, BID-CEPAL/BA/49, distribución restringida, marzo, 1979.

<sup>98</sup> Por ejemplo ver: Argentina, Presidencia de la Nación. Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, *Potencial Científico y Técnico Nacional*, Buenos Aires, 1971.

<sup>99</sup> C.P.U. *op. cit.*

<sup>100</sup> UNESCO, *La Formación de Ingenieros y La Industria en América Latina*, Montevideo, 1973.

institucionales en que se desenvuelven. Por tanto, una política científico-tecnológica con un nivel alto de generalidad corre el riesgo de ignorar los hechos reales que definen la estructura de los fenómenos tecnológicos. Y en cuanto a la perspectiva metodológica, indican que la complejidad y variedad de alternativas de cambio tecnológico que se registran en las unidades de producción de los distintos sectores de actividad económica, sugieren la necesidad de elaborar las políticas científico-tecnológicas de los países atendiendo a criterios que conduzcan de lo particular a lo general, y no al contrario.

En la temática que se refiere al desarrollo de la capacidad científico-tecnológica institucional se destacan dos temas: la universidad en calidad de agente de cambio en dicho campo; y la división del trabajo científico-tecnológico en su forma más general.

Por tanto, la universidad como institución se convierte en objeto directo de la discusión de los analistas de la política científica. Pero su preocupación se concentra en la capacidad de la universidad para realizar investigación y la posibilidad de que los resultados de dicha investigación sean utilizados por las unidades de producción. En otras palabras, desde el punto de vista de la política científica, se asigna a la universidad una función utilitaria cuyos resultados se miden por uno de los productos (investigación) de su actividad.

La anterior aclaración es importante puesto que esa visión de la universidad, y de la función que en ella cumple la investigación, es la que aparentemente ha prevalecido en la literatura sobre el tema en América Latina. Esta perspectiva difiere de la que se podría denominar educacionalista la cual considera la investigación en la universidad no en su calidad de producto final, sino de proceso (pedagógico) de formación académica.

El caso ideal con respecto a dichas tendencias, una de política científica y otra educacionalista, sería su perfecta complementación. Sin embargo el predominio de la primera ha introducido en América Latina un considerable grado de ambigüedad a la función académica de la universidad para la formación de recursos humanos, y a la ubicación de ésta en la estructura funcional de la división del trabajo científico-tecnológico. En este sentido este es un campo de investigación y análisis que requiere estudios específicos ajustados a las condiciones de cada país en particular.

Por otra parte, no se puede afirmar que el análisis de la división institucional del trabajo científico-tecnológico haya sido un tema explícito en la discusión general de la política científica.

Su estudio ha sido más bien un resultado indirecto de la discusión de las funciones específicas que se le asignan a determinados agentes del sistema científico-tecnológico. Sin embargo, este es un tema de vital importancia cuyo relativo desconocimiento puede haber inducido a formulaciones teóricas sobre la distribución de funciones científico-tecnológicas en los países de la región, que en muchas ocasiones pueden no ser funcionales para su desarrollo.

## **II. Recursos Humanos para Ciencia y Tecnología**

Las investigaciones empíricas realizadas en torno a los procesos de desarrollo de innovaciones tecnológicas, muestran que los niveles de calificación de los recursos humanos que intervienen en ellas dependen del tipo de innovación de que se trate, y de la definición de innovación que se adopte. Esto es particularmente cierto en lo que se refiere a América Latina.

En efecto, los trabajos realizados al respecto, sobre todo los que se refieren a la economía del cambio tecnológico<sup>101</sup>, han reelaborado el concepto tradicional shumpeteriano de innovación tecnológica, adaptándolo a las características del proceso de industrialización de la región.

Desde el ángulo de la teoría económica se trata fundamentalmente de la superación del modelo tradicional de inspiración neoclásica, en el que el cambio tecnológico se definía básicamente en términos de un avance en la frontera tecnológica por innovaciones mayores en el conjunto de la función de producción<sup>102</sup>. Este desplazamiento conceptual y teórico implica recuperar el tipo de innovación denominada “menor” o “localizada” que se define por “cualquier tipo de transformación no rutinaria de las reglas de ingeniería y **management** seguidas por una determinada unidad productiva; al margen de si las mismas son novedosas o no a escala de la rama industrial en que opera dicha unidad”<sup>103</sup>.

Por tanto, en esta perspectiva de cambio tecnológico se incluyen la estrategia tecnológica explícita de innovaciones mayores, y el tipo de innovación que surge como subproducto de la actividad productiva cotidiana.

De esta manera, el concepto de innovación tecnológica adquiere una gran flexibilidad, lo que a su vez implica un amplio margen de variación en cuanto al nivel y características de la calificación académica de las personas que intervienen en ellas.

Sin embargo, como se indicó en el capítulo primero, el alcance de este trabajo se limita exclusivamente a la formación universitaria de recursos humanos en ciencia e ingeniería. En otras palabras, se supone que si bien es cierto que de acuerdo con la amplitud del concepto económico de innovación adoptado en América Latina, ésta no es una actividad en que sólo participan científicos e ingenieros, ellos constituyen realmente la base sobre la cual se desarrollan esas actividades.

En consecuencia los objetivos de este capítulo son:

1. Examinar algunos de los determinantes más importantes que explican las características de la formación académica de los ingenieros y científicos en América Latina; y
2. Analizar sus implicaciones desde el punto de vista del desarrollo de la capacidad científico-tecnológica en la región.

### **A. Acerca de los Determinantes de la Formación Académica**

Es lugar común en la literatura sobre universidad en América Latina el señalar el carácter profesionalista de la formación universitaria. Este carácter generalmente se explica, implícita o explícitamente, recurriendo a dos enfoques interpretativos: uno de tipo política científica<sup>19α</sup> y otro educacionalista.

---

<sup>101</sup> Una buena síntesis de estos trabajos aparece en: Cibotti, R. y Lucangeli, J. *El Fenómeno Tecnológico Interno*, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de investigaciones sobre desarrollo científico y tecnológico en América Latina, Buenos Aires, 1979.

<sup>102</sup> Katz, J. *Importación de Tecnología, Aprendizaje e Industrialización Dependiente*, Fondo de Cultura Económica, México, 1978.

<sup>103</sup> *Ibidem*.

<sup>19α</sup> Por tipo de política científica se entiende todos aquellos planteamientos sobre la educación superior que le atribuyen a ésta una determinada funcionalidad con respecto a las unidades de producción y los servicios. Formulaciones de esta naturaleza se encuentran con frecuencia en los planes de desarrollo, en los documentos de los institutos y consejos de ciencia y tecnología, y en los trabajos de planificación de recursos humanos.

El primer enfoque se elabora sobre la base del análisis retrospectivo del proceso de desarrollo económico de la región en general y del proceso de expansión industrial en particular, y sus implicaciones sobre la formación de recursos humanos. Este enfoque presupone un trasfondo tecnológico mediante el cual se asigna a la estructura de la demanda de conocimiento, originada en los sectores de la producción, la definición de las características de la estructura académica de la formación en ciencias e ingeniería.

Para el otro enfoque el elemento determinante de la estructura académica de la formación de ingenieros y científicos no es de carácter tecnológico, sino que se encuentra en el origen de la estructura institucional que alimenta el estilo o los estilos de universidad que existen en los distintos países de la región<sup>19B</sup>. Contrariamente a la investigación de política científica, desde esta óptica se considera que el factor decisivo en el establecimiento de la estructura académica de las carreras universitarias se apoya estrictamente en la oferta de conocimiento.

Pero la importancia de distinguir las dos interpretaciones anotadas radica en que ellas constituyen dos formas diferentes de entender la función de la universidad en el proceso de desarrollo científico y tecnológico de la región, y que pueden llegar a ser antagónicos. Además, como se verá más adelante, de la revisión de la literatura existente en la región sobre las interpretaciones en referencia se desprende que aún se requiere clarificar las distintas posiciones teóricas existentes sobre la función de la universidad tanto en lo que se refiere a las tareas de formación académica como a las de investigación y desarrollo experimental.

## **1. Formación académica y demanda de conocimiento de los sectores de la producción.**

La interpretación tipo política científica de la formación universitaria de científicos e ingenieros, tiende por regla general a confundirse con la concepción de los recursos humanos que le asigna un papel económico a la educación. En realidad ambas se pueden yuxtaponer pero tienen orígenes y significados diferentes.

En efecto, la concepción económica de la educación, se confunde con la interpretación de política científica en la etapa de la programación de metas y objetivos de formación en los procesos de planificación, fase en la cual los supuestos teóricos de dicha concepción suponen el equilibrio entre la oferta y demanda de recursos humanos calificados. Esta, sin embargo, es solamente una instancia cuantitativa a partir de la cual se asume la “óptima” utilización y perfecta funcionalidad de los recursos humanos en términos de los objetivos de expansión de un sector económico o conjunto de ellos. Por su naturaleza, dicha fase —la de programación— no contempla los aspectos cualitativos de la formación, que pertenecen a la esfera de la política científica.

La visión de tipo política científica en materia de formación de recursos humanos para ciencia y tecnología es de índole dinámica. Como tal se asocia a las características de la evolución del proceso de industrialización que tuvo lugar en la mayoría de los países de América Latina. Desde luego, por su carácter dinámico, esta visión ha evolucionado en el tiempo, pero en general se puede decir que conserva sus rasgos fundamentales.

---

<sup>19B</sup> Vivas, J. “Ciencia, Tecnología y Estilos Académicos”, en *Revista Colombiana de Educación*, Universidad Pedagógica Nacional, Centro de Investigaciones, No. 6, Bogotá, 1980, pp.

Dentro de esta perspectiva, la articulación entre las distintas modalidades y niveles de formación y capacitación de recursos humanos y la demanda de conocimiento de los agentes de producción, se realiza por medio de la estructura tecnológica que adoptan las unidades de producción en el proceso de industrialización.

En lo que respecta al sistema educativo, dicha articulación se asocia en particular con la estructura académica de la formación universitaria en ciencias e ingeniería que se consolidó en la mayoría de los países de la región, casi simultáneamente con el desarrollo de expansión industrial por sustitución de importaciones.

En efecto, el proceso de sustitución de importaciones, que ha sido objeto específico de estudio de muchos autores, se caracterizó, en el plano de la tecnología por lo menos en sus comienzos, por el deseo de los empresarios de reproducir localmente, en la forma más exacta posible, las especificaciones técnicas de los productos que originalmente se importaban<sup>104</sup>.

En el plano tecnológico esa actitud relegaba la actividad creativa propia del diseño de productos y desarrollo de tecnologías a los centros de producción, investigación y desarrollo experimental de los centros de origen de este insumo.

Al respecto, es conveniente recordar que contrariamente a lo que ocumo en otros países<sup>105</sup>, en América Latina el proceso de sustitución de importaciones estuvo acompañado de una considerable protección arancelaria que solamente empezó a declinar significativamente a mediados de la década del setenta.

La discusión de los supuestos que animaron la política de sustitución de importaciones en la región no es tema de este trabajo. No obstante, al menos a manera de hipótesis, se puede afirmar (ex-post) que a pesar del aprendizaje tecnológico que se ha registrado en América Latina<sup>21α</sup> a partir de la tecnología inicialmente importada, dicha política al no establecer incentivos específicos para la innovación tecnológica y criterios temporales precisos sobre niveles de protección arancelaria y productividad de las empresas, pudo haber actuado como obstáculo para el desarrollo de una actitud creadora e innovadora generalizada en el sector empresarial; y por tanto limitando el flujo de actividad inventiva e innovativa en la región.

Desde luego en algunos países de la región existen en la actualidad, y con cierta trayectoria, casos de empresas de origen nacional y extranjero que configuran ejemplos de firmas innovadoras<sup>106</sup>. De acuerdo con los estudios que las han identificado, éstas se encuentran principalmente ubicadas en la Argentina, Brasil, México, Colombia y Chile<sup>22α</sup>, países estos que han alcanzado niveles relativos de

---

<sup>104</sup> Stewart, F. "Choice of Techniques in Developing Countries", en *Science, Technology and Development*. Edited by C. Cooper, Frank Casa, London 1973. Sheahan, J. *Imports Substitution and Economic Policy: A Second Review*, Williams College, Center for Development Economics Research Memorandum No. 50, Williamstown, 1972.

<sup>105</sup> El caso de Australia es ilustrativo al respecto. Véase: Dieguez, H. *Argentina y Australia: Algunos Aspectos de su Desarrollo Económico Comparado*, Instituto Torcuato Di Tella, Centro de Investigaciones Económicas, Documento de Trabajo No. 38, Buenos Aires, 1968.

<sup>21α</sup> Katz, J. op. cit.

<sup>106</sup> CEPAL, Ciencia y Tecnología en América Latina: Diagnóstico Regional y Programa de Acción, E/CEPAL/L. 183/Rev. 2, Santiago, Noviembre, 1978.

<sup>22α</sup> Ibidem; Katz, J. *Cambio Tecnológico, Desarrollo Económico y las Relaciones Intra y Extrarregionales de América Latina*, Monografía de Trabajo No. 30 BID/CEPAL 136, Buenos Aires, agosto 1978. Katz, J. y Otros. *Productividad, Tecnología y Esfuerzos Locales de investigación y Desarrollo*, Programa BID/CEPAL de investigaciones en temas de ciencia y tecnología, BID/CEPAL/VA/23, Buenos Aires, marzo 1978. Katz, J. Ablin, E. De la Industria Incipiente a la Exportación de Tecnología: La Experiencia Argentina en la Venta Internacional de Plantas Industriales y Obras de Ingeniería, Programa BID/CEPAL de investigaciones en temas de ciencia y tecnología, Buenos Aires, abril de 1978.

industrialización considerables en el conjunto de América Latina. Sin embargo, es necesario anotar que esas empresas no son el común denominador del sector industrial de aquellos países, y el grueso de la tecnología que se utiliza en la región aún proviene del exterior.

En tal sentido, se afirma en la visión tipo política científica que la composición original de la estructura de la demanda de tecnología de las unidades de producción y la estructura orgánica de las firmas que se establecieron durante el período en referencia, definieron una composición de la estructura ocupacional del sector industrial de determinadas características, en los países de la región. De hecho en ese momento dicha estructura ocupacional no incluía todas las funciones científicos-tecnológicas que se referían al diseño de productos y procesos y el desarrollo de tecnologías que tenía lugar en las firmas de los países exportadores de tecnologías. Y como se verá en el numeral 3, aún hoy la participación de tales funciones en la estructura ocupacional del sector industrial de los países en América Latina es muy limitada. En consecuencia, se indica que en la medida en que la estructura ocupacional de las unidades de producción refleje la composición de la estructura de su demanda de conocimientos, asumiendo que no intervienen otros factores, la estructura de la oferta de conocimiento estará orientada por los límites que establece dicha demanda. Desde luego los límites a que se hace referencia no son de naturaleza cuantitativa y corresponden estrictamente al carácter cualitativo del conocimiento.

La anterior, se sugiere, es la pauta directriz que ha orientado el proceso de consolidación y evolución de las actividades de formación universitaria en ciencias e ingeniería en los países de América Latina.

En otras palabras, se asume que la formación académica en ciencias e ingeniería se hizo funcional a los requerimientos aparentes de conocimiento de los distintos sectores de la producción. Lo que es lo mismo, desde el punto de vista cualitativo, la formación universitaria se focalizó en aquellos aspectos del conocimiento que tienen relación con la administración, puesta en marcha, funcionamiento, mantenimiento y control de las tecnologías incorporadas a la producción<sup>107</sup>. De esta manera se asume que por las razones anotadas en los párrafos anteriores, aquellos aspectos de la formación académica en ciencias e ingeniería orientadas al desarrollo de la capacidad de investigación, base de las actividades científicas e innovativas fueron total o parcialmente desatendidas.

Sin embargo, estudios recientes realizados dentro de la órbita educacionalista<sup>108</sup>, muestran de manera general como se verá en numerales siguientes, que este tipo de interpretación presenta serias limitaciones no sólo en cuanto a su capacidad para explicar lo ocurrido históricamente en todos los países de la región, sino también en cuanto a la concepción de la funcionalidad de la formación académica universitaria con respecto a los requerimientos aparentes de conocimiento de las unidades de producción.

---

<sup>107</sup> Desde la Perspectiva de la Innovación Tecnológica, estos son los mismos aspectos que Jorge Katz considera conducen al aprendizaje doméstico, al dominio de la tecnología importada y al posterior o simultáneo desarrollo de innovaciones.

<sup>108</sup> Para el caso de Argentina, véase: Vivas, J. Carciofi, R., Filgueira, C. *Aprendizaje, Innovación Tecnológica y Recursos Humanos Universitarios Consideraciones sobre el Caso Argentino*, Proyecto UNESCO-CEPAL-PNUD. "Desarrollo y Educación en América Latina y el Caribe", DEALC 23, Buenos Aires, 1980.

## 2. Formación académica e instituciones universitarias.

Desde la perspectiva educacionalista, es relativamente poco lo que en América Latina se ha investigado acerca de la incidencia de la estructura interna y la orientación académica de las instituciones universitarias en la formación de científicos e ingenieros, y su impacto (negativo o positivo) en las actividades científicas y tecnológicas de los sectores de la producción.

Aparentemente la relativa poca atención que se le ha otorgado al tema mencionado en el párrafo anterior, puede haber sido consecuencia del predominio, en la literatura sobre el tema, de la interpretación de política científica sobre la educacionalista, y la naturaleza y características de la concepción económica de la educación que adquirió gran relevancia en la región a partir de la segunda mitad de la década del sesenta.

En este sentido es bien conocido que los modelos que han dominado el debate sobre la relación entre recursos humanos calificados y desarrollo económico y social tuvieron origen en la esfera de la economía, su poder explicativo es esencialmente cuantitativo y su utilidad de naturaleza programática. De hecho, los modelos en referencia se basan en el método de requerimientos de mano de obra (INPUT-OUTPUT) y en el de la tasa de rendimiento de inversiones en educación.

No es del caso entrar a discutir aquí los supuestos teóricos y las limitaciones de dichos modelos. Simplemente baste decir que en función de los objetivos de la planificación de recursos humanos, los modelos asumen un papel intermediario entre los indicadores educacionales y económicos, sin pretender procesar los aspectos cualitativos de la formación académica.

Sin embargo, la evidencia arrojada por estudios realizados para algunos países pertenecientes a la OCDE<sup>109</sup> y en la Argentina<sup>110</sup> y Colombia<sup>111</sup>, apuntan a señalar que independientemente de la estructura de la demanda de conocimiento de las unidades de producción; a) la estructura académica y la organización interna de las instituciones universitarias influye sustancialmente en la formación académica de los egresados; b) las características académicas de la formación universitaria tienen una incidencia significativa sobre las modalidades y dinámica de las actividades científico-tecnológicas que tienen lugar en el sector de la producción; y c) la estructura de la formación académica universitaria no necesariamente responde a los límites aparentes que establece la estructura de la demanda efectiva de conocimiento de las unidades de producción.

En América Latina la estructura académica y la organización interna de las instituciones universitarias está íntimamente ligada a la influencia extranjera que recibieron en sus orígenes. Y desde luego en la actualidad existe una gran heterogeneidad y diferencia de niveles y objetivos en el conjunto de las instituciones universitarias.

---

<sup>109</sup> Véase: Ben-David, J. *Fundamental Research and the Universities-Some Comments on International Differences*, OECD, París, 1968.

<sup>110</sup> Vivas, J., Carciofi, R., Filgueira, C. *op. cit.*

<sup>111</sup> Marulanda, O. *Participación y Características de la Formación de Recursos Humanos que Intervienen en Procesos de Innovación Tecnológica: La Ingeniería en Colombia*, COLCIENCIAS-Proyecto UNESCO-CEPAL-PNUD, Desarrollo y Educación en América Latina y el Caribe.

Pero en general se reconoce el origen europeo del sistema de facultades y cátedras que predominó en las universidades de la región por lo menos hasta mediados de la década del sesenta. A este sistema se le atribuye la influencia del sistema francés (napoleónico) de universidad, orientado a la formación de los profesionales y técnicos que requieren la administración pública y la sociedad. Dentro del mismo, la investigación científica no se realizaba en la universidad sino en institutos independientes de las entidades académicas; y la universidad se concentraba en los aspectos profesionales de la formación<sup>112</sup>.

Es importante anotar la influencia francesa en la estructuración de las universidades latinoamericanas dado que, contemporáneos del francés se reconocen otros sistemas de universidad, por ejemplo el alemán, a los cuales se les atribuye una orientación académica diferente, cuyo objetivo principal es el cultivo de la ciencia y el desarrollo de la capacidad científica del individuo.

Sin embargo, desde el punto de vista científico-tecnológico es conveniente hacer algunas precisiones sobre el sistema de universidad que se transfirió a América Latina.

En primer lugar, si bien es cierto que el sistema francés de universidad estuvo asociado a la estructuración de las universidades de la región, aparentemente dicha influencia no fue homogénea y en algunos países se cristalizó más en unas ramas del conocimiento que en otras<sup>113</sup>.

Y en segundo lugar, una primera aproximación al análisis de la estructura de la universidad francesa con respecto al sistema científico-tecnológico, muestra que aunque las instituciones universitarias no realizaban investigación, los titulares de las cátedras en general eran investigadores de las academias e institutos de investigación. De hecho el reconocimiento académico era una condición necesaria para acceder a una cátedra; de esta forma, aunque indirecta, la investigación y el sistema científico-tecnológico estaban vinculados a la universidad.

Lo expresado en el párrafo anterior indica que la transferencia del sistema francés de universidad de América Latina tuvo lugar de manera parcial. En efecto, resulta legítimo suponer que en Francia las academias científicas e institutos de investigación cumplían una función específica dentro de la división de trabajo científico-tecnológico, que le permitía a la universidad concentrarse en ciertos aspectos de la formación académica. En este sentido la universidad, las academias y los institutos constituían una unidad.

En otras palabras, la transferencia a América Latina del sistema francés de universidad se circunscribió a los aspectos formales de su estructura académica — facultades y cátedras—, dando como resultado la desintegración de la unidad científico-tecnológica que caracterizaba al sistema en su país de origen,

Por tanto, no resulta arriesgado suponer que la ruptura de la unidad mencionada en el párrafo precedente, constituye una explicación adicional de la desarticulación que se ha observado en América Latina entre la universidad y el resto del sistema científico-

---

<sup>112</sup> Ver: Bernal, J. *Historia Social de la Ciencia*, Tomo I, *La Ciencia en Historia*, Ediciones Península, Barcelona, 1967.

<sup>113</sup> Ver: Vivas, J., Carciofi, E., Filgueira, C. *op. cit.*

tecnológico, y la naturaleza profesionalista de la formación académica universitaria en la región.

Por consiguiente, considerando que en Francia la universidad y los institutos de investigación y academias científicas se complementaban, desde la perspectiva científico-tecnológica es posible agregar: a) que el nivel académico dé la docencia en las universidades estaba garantizado por las actividades de investigación que realizaban los catedráticos; b) que las academias e institutos de investigación ofrecían una posibilidad adicional de formación académica extrauniversitaria para aquellos inclinados a la investigación y el trabajo científico. En consecuencia, la universidad constituía solamente una parte de las posibilidades de formación académica ofrecidas por el sistema científico-tecnológico como un todo. Y si bien es cierto que se registraba una orientación profesionalista en la formación universitaria, existían los canales necesarios para acceder a la formación científica; y c) que existía una real división .del trabajo científico-tecnológico en la formación de recursos humanos.

Por otra parte, se tienen indicios sobre la influencia de otros sistemas universitarios en la orientación de la formación académica en ciencias y tecnología en la región. Efectivamente, se observan algunos de los rasgos que caracterizaron el sistema alemán de formación en ciencias, aunque no se dispone de evidencia suficiente para determinar su grado real de influencia. El ejemplo más sobresaliente en este sentido es el de Argentina en lo que se refiere a ciencias exactas y naturales<sup>114</sup>.

Comparada con la francesa esa influencia fue cualitativamente diferente. Esta última se concretó no tanto en la estructura académica de las universidades como en los objetivos de la formación académica.

De esta manera, la formación universitaria en las carreras de ciencias en la Argentina recibe una orientación hacia tareas de investigación. Así, en sus orígenes, y aún en la actualidad aunque en menor grado, la formación académica en ciencias estuvo muy por encima del nivel promedio de la demanda aparente de conocimiento de los distintos sectores de actividad económica y social. Igualmente, es preciso anotar que el surgimiento de la formación universitaria en este país, tanto en ciencias como en algunas ramas de la ingeniería, ocurre con alguna anterioridad al desarrollo y consolidación de las actividades que eventualmente las utilizarían<sup>115</sup>.

En este sentido se podría afirmar que el significado de la influencia de los objetivos científicos de la formación universitaria "alemana" en la Argentina, entre otras cosas se tradujo: a) en el desarrollo y expansión de un sistema universitario de formación en ciencias e ingeniería relativamente autónomo con respecto a los requerimientos de los distintos sectores de actividad económica; b) en el desarrollo de una capacidad que no tiene paralelo en ningún otro país de América Latina.

Desde luego lo expresado hasta aquí en términos de las posibles influencias recibidas por las universidades en América Latina, no pretende desconocer experiencias universitarias autónomas u originadas en otras latitudes y momentos del tiempo.

---

<sup>114</sup> Ibidem.

<sup>115</sup> Ibidem.

De hecho a través de los años las universidades en cada país han modificado de una u otra forma sus objetivos y estructuras, introduciendo en ellas elementos originales<sup>116</sup> o tomados de experiencias foráneas consideradas exitosas. Lo que aquí se quiere hacer es tratar de ilustrar algunos de los aspectos que caracterizan los orígenes de los sistemas universitarios de los países de la región, los cuales han incidido con resultados opuestos en la orientación y definición de sus objetivos científicos y tecnológicos.

Por tanto, los puntos desarrollados a lo largo de esta sección tienden a mostrar que la estructura y alcances de la formación en ciencia e ingeniería en los distintos países de la región, sólo pueden ser parcialmente explicados a partir de la demanda de conocimiento originada en la estructura tecnológica de las unidades de producción. Las características institucionales que adoptan las entidades encargadas de la formación académica universitaria, aparentemente tienen un peso relativo importante en la explicación de dichos alcances.

### **B. Formación Académica y sus Implicaciones en la Unidad de Producción**

La distinción entre la concepción tipo político científica y la educacionista de la formación de ingenieros y científicos en América Latina, permite abordar el problema más general de las implicaciones de la formación académica en el desarrollo del sistema científico-tecnológico.

Si bien es cierto que, aunque por razones de distinta naturaleza, en términos generales, el punto de convergencia de ambas concepciones de la educación universitaria en ciencias e ingeniería ha sido la orientación profesionalista de la formación académica, es conveniente destacar que aunque sea en casos excepcionales la orientación autónoma de las instituciones universitarias ha trascendido la formación profesionalista, dando paso a la formación científica basada en el desarrollo sistemático de proyectos de investigación. Y este hecho ha permitido explorar las implicaciones de uno y otro tipo de formación con respecto a las actividades científicas y tecnológicas, específicamente las que se llevan a cabo en las unidades de producción.

En efecto, al comparar la estructura académica de las carreras universitarias en ciencias e ingeniería correspondiente a las concepciones profesionalista y científica respectivamente, se observa que en cada caso se distinguen dos componentes generales de la formación: uno científico y otro tecnológico de carácter profesional<sup>117</sup>. Sin embargo, para cada concepción, esos componentes poseen características intrínsecas que las hacen diferentes.

En primer lugar, la concepción científica se distingue por ofrecer al profesional una sólida formación básica tanto en lo que se refiere al componente científico de la carrera como en el tecnológico. En este sentido, la formación básica no se refiere a la parte inicial de la carrera, sino al conjunto de conocimientos de naturaleza no especializada, de carácter científico y utilización común en las distintas asignaturas que componen la estructura académica global de una carrera. En estos términos, su componente científico se refiere a: a) la formación en matemática, física y química que dota al profesional de las herramientas conceptuales necesarias para estudiar y comprender la naturaleza

---

<sup>116</sup> Ver: Franco Arbeláez, A. y Tunnemann, C. *La Educación Superior en Colombia*, Fundación para la Educación Superior, Cali, 1978.

<sup>117</sup> Vivas, J., Carciofi, R., Filgueira, C. *op. cit.*

intrínseca de los problemas teóricos y aplicados propios de las ciencias y la ingeniería; y b) la formación en investigación que contribuye a desarrollar en el individuo la capacidad para identificar, formular, desarrollar y solucionar problemas teóricos y prácticos propios de las ciencias y la ingeniería. Y el componente tecnológico, corresponde al conocimiento específico de la profesión propiamente dicha por medio del estudio y comprensión de los fenómenos físicos y (o) químicos de aplicación común en los diferentes campos de una especialidad.

En segundo lugar, en la concepción profesionalista se pueden identificar dos orientaciones. Una, que en términos generales es la misma concepción científica pero cuya estructura académica no incluye la formación en investigación. Y otra, en la cual además la noción de formación básica se aplica con una connotación de continuidad, en el sentido de que ésta se refiere a la parte inicial de la estructura académica de la carrera, y la formación tecnológica a la parte final. Por tanto, las dos orientaciones comparten el componente científico de la estructura académica de la formulación, pero en ésta, el componente tecnológico es especializado y se refiere al conocimiento específico de la profesión por medio del estudio de las formas de aplicación de los fenómenos físicos y (o) químicos propios de una especialidad.

Como se puede observar, existen diferencias cualitativas importantes en las concepciones científica y profesionalista de la formación universitaria en ciencias e ingeniería. Dichas diferencias se cristalizan en la estructura académica de las carreras, y se reflejan durante el ejercicio profesional de los egresados<sup>118</sup>.

## 1. Formación académica y aprendizaje en la firma

Es posible realizar una primera aproximación al análisis de las consecuencias de la formación académica de ingenieros y científicos sobre el sistema científico-tecnológico, a través del examen de la participación de este tipo de profesional en los procesos de innovación tecnológica que tienen lugar en la firma.

Los estudios realizados hasta el momento sobre el particular, muestran, entre otras cosas: a) que la formación académica universitaria es solamente una parte de la formación del profesional, y que en la firma se lleva a cabo un proceso complementario de aprendizaje que en algunos casos llega a constituir una verdadera especialización tecnológica; b) que dada la rápida evolución del cambio tecnológico que se constata en diversas ramas de la producción, a la universidad le resulta prácticamente imposible ofrecer una formación tecnológica especializada; y c) que el período de aprendizaje que el profesional realiza en la firma tiene una duración variable, dependiendo del tipo de firma y la rama de producción<sup>119</sup>.

En otras palabras, se constata que existe una verdadera división del trabajo entre la universidad y las unidades de producción, en la formación de recursos humanos.

Por consiguiente, la clase de aprendizaje y la calidad y rapidez con que el científico y el ingeniero lo adquieren dependerán en forma sustancial de la funcionalidad de la estructura académica de su formación en relación con las características de las funciones científico-tecnológicas que le corresponda desempeñar en la firma.

---

<sup>118</sup> Ibidem.

<sup>119</sup> Ver CEPAL, *op. cit.*

En este sentido, los mismos estudios conceden una gran importancia a las diferencias que implica la estructura de la formación académica, tanto en lo que se refiere al desempeño de una determinada función científico-tecnológica dentro de la estructura ocupacional de la firma, como en lo que atañe a la capacidad del individuo para adecuarse a situaciones tecnológicas u ocupacionales cambiantes.

Específicamente, se ha detectado que desde el ángulo del ejercicio profesional en la firma, el componente de formación básica no especializada de las carreras de ciencias e ingeniería comparado con el tecnológico especializado, confiere al individuo un rango más amplio de posibilidades en lo que se refiere a oportunidades de empleo y desarrollo profesional, y a la firma mayor flexibilidad para el ajuste de sus objetivos de productividad y eficiencia.

En efecto, dichos estudios, entre otras cosas, indican que: primero, la funcionalidad de la formación en ciencias e ingeniería en relación con las funciones científico-tecnológicas que tienen lugar en la firma, no se registra con respecto a una profesión como un todo, sino principalmente con respecto a los componentes de su estructura académica; segundo, la movilidad ocupacional del profesional a lo ancho del espectro de funciones científico-tecnológicas en la firma está altamente determinada por la estructura académica de su formación; y tercero, la funcionalidad y la combinación de conocimiento académico que corresponde a las actividades de producción de una firma es diferente según ésta sea de producto o de proceso<sup>120</sup>.

En estos términos, se distinguen principalmente dos tipos de aprendizaje en la firma, los cuales además de estar relacionados con la estructura de funciones que se realizan en ella se asocian a las características de la estructura académica de la formación del profesional que las desempeña. Estos tipos de aprendizaje se denominan tecnológico específico y científico-tecnológico<sup>121</sup>.

El primero está vinculado principalmente a las actividades de la firma que se refieren a la producción en planta, ingeniería de fábrica, control de calidad y apoyo técnico a producción. Y por sus características se refiere al conocimiento que a través del ejercicio profesional en la firma adquiere un ingeniero o un científico relativo al diseño, operación, mantenimiento y control de una planta de producción, y a la ingeniería de proceso o de producto de un bien de consumo final, intermedio o de capital.

Y en el segundo se asocia a las actividades de la firma que se refieren principalmente a investigación y desarrollo experimental, y tareas semejantes. Sin embargo, en este último, por tratarse de tareas que requieren ser programadas y sistematizadas, desaparece la informalidad que puede caracterizar al primero.

En estos términos, vista desde el ángulo de la firma, evidentemente la primera implicación de las características de la estructura académica de la formación universitaria de ingenieros y científicos en relación con el sistema científico-tecnológico, se refiere a la formación misma. Si se acepta que el trabajo de la universidad es solamente una parte de todo el proceso de formación profesional, la función de aquella será más efectiva en la medida en que contribuya a "maximizar" el proceso de aprendizaje que tiene lugar en la firma.

---

<sup>120</sup> Vivas, J., Carciofi, R., Filgueira, C. *op. cit.*

<sup>121</sup> *Ibidem.*

## 2. Formación académica, aprendizaje e innovación tecnológica

Coherentemente con lo expresado en la sección precedente, los procesos de innovación tecnológica que se desarrollan en las unidades de producción, en buena medida estarán definidos por las características de la combinación de conocimiento (formación académica más aprendizaje) que se registre en cada firma en particular.

En rigor, los procesos de innovación tecnológica que se desarrollan en las unidades de producción son heterogéneos y responden a distintas combinaciones de conocimiento científico-tecnológico - O sea, no se puede afirmar que los procesos de cambio tecnológico propios de las unidades de producción requieran estrictamente un tipo de profesional con determinada estructura de formación académica. Pero al mismo tiempo es posible afirmar que existen innovaciones tecnológicas que solamente se pueden llevar a término a través de complejas actividades sistemáticas de investigación y desarrollo experimental, las cuales sólo pueden ser dirigidas y ejecutadas por profesionales con rigurosa formación científica<sup>122</sup>.

En este sentido, desde la óptica de las unidades de producción en América Latina, aparentemente la orientación científica de la formación universitaria en ciencias e ingeniería no es un objetivo propio. De hecho dentro de la estructura ocupacional de las unidades de producción, la mayor parte de los cargos de nivel profesional no requieren formación científica para su desempeño. Sin embargo, los estudios citados indican que la disponibilidad de ese tipo de recurso humano en el mercado ocupacional, desde el punto de vista económico constituye un incentivo para encarar en la firma tareas de investigación y desarrollo experimental que de otra forma no se desarrollarían.

Por tanto, una segunda implicación de la formación de recursos humanos con respecto al sistema científico-tecnológico, es que las decisiones de la orientación de la formación universitaria en ciencias e ingeniería deberían ser tomadas autónomamente atendiendo principalmente a objetivos científico-tecnológicos globales, y no tanto a los indicadores directos originados en las unidades de producción.

### C. El Trabajo Científico-Tecnológico: La Universidad y la Firma

El tema de la división del trabajo científico-tecnológico es tal vez el que ha suscitado mayores desacuerdos en el plano de la política científica en América Latina.

En efecto, como se indicó anteriormente, desde el punto de vista del análisis económico en la región existe un conocimiento relativamente amplio sobre la naturaleza y alcances de las actividades que se refieren a la creación, transferencia, utilización, aprendizaje, adaptación y difusión de conocimiento científico-tecnológico.

Sin embargo, desde el ángulo de la política científica aparentemente aún existe considerable ambigüedad con respecto a la división del trabajo subyacente en dichas actividades.

Esa ambigüedad se expresa principalmente cuando se trata de determinar la distribución de funciones y actividades de los agentes institucionales y no institucionales que de una u otra forma participan en el trabajo científico y tecnológico. En este sentido

---

<sup>122</sup> Ibidem.

las opiniones de los distintos autores y especialistas en política científica son muy variadas y se fundamentan en argumentos diferentes.

Por esa razón, se considera importante indagar sobre las características de la estructura de la división del trabajo científico y tecnológico, ya que mientras en la región persista dicha ambigüedad será muy difícil definir políticas coherentes de formación de recursos humanos en ciencias e ingeniería, y formular objetivos realistas en materia de desarrollo científico y tecnológico. Desde luego el análisis de la división del trabajo científico y tecnológico considerado de manera global requeriría un largo y exhaustivo estudio. Por tanto, es importante recordar que el análisis que se desarrolla en las páginas siguientes está focalizado en los aspectos atinentes a la división del trabajo que corresponde a las actividades que conducen a la innovación tecnológica en el sector manufacturero industrial.

En este sentido, el tema en referencia se puede discutir básicamente desde cuatro puntos de vista: a) las funciones que se asignan a las instituciones que componen el sistema científico y tecnológico; b) la formación de recursos humanos y la investigación en la universidad; c) el problema metodológico; y d) la división del trabajo científico-tecnológico desde la perspectiva de la firma.

## 1. Funciones del Sistema Científico-Tecnológico

En el lenguaje utilizado en los escritos sobre política científica generalmente se distinguen tres funciones generales dentro de las cuales se agrupan las instituciones que realizan actividades científico-tecnológicas, a saber: funciones de orientación, funciones operacionales y funciones e interrelación<sup>123</sup>.

En estos términos, la función de orientación central agrupa las instituciones a las que les corresponde la definición de políticas, la planificación, coordinación y promoción de las actividades del sistema científico y tecnológico; la operacional, a las que ejecutan directamente las actividades científico-tecnológicas; y las de interrelación, a las que relacionan a los productores con los usuarios del conocimiento, y el sistema científico-tecnológico con las fuentes de recursos humanos calificados.

En verdad, la anterior es una clasificación que desde el punto de vista genérico permite ubicar, de acuerdo con su naturaleza, todas las entidades e instituciones que eventualmente pueden contribuir al desarrollo de actividades científicas y tecnológicas.

Sin embargo, dentro de esa clasificación no se incluye explícitamente la formación de recursos humanos en ciencias e ingeniería. En otras palabras, la función de la universidad dentro de la estructura del sistema científico-tecnológico se valora por su eventual contribución en unidades "producto-investigación" a las actividades científico-tecnológicas.

Vista de esa manera la función de la universidad dentro de la estructura del sistema científico-tecnológico, resulta evidente que no exista una razón especial para otorgarle un papel diferente al resto de instituciones que pertenecen al sistema.

Sin embargo, la no inclusión de la formación de recursos humanos para ciencias e ingeniería dentro de la estructura del sistema científico-tecnológico, constituye una

---

<sup>123</sup> Esta clasificación fue elaborada por Francisco Sagasti. Al respecto véase: Sagasti, F. "Subdesarrollo Ciencia y Tecnología — Una Apreciación del Rol de la Universidad Latinoamericana", en *Desarrollo Científico-Tecnológico y Universidad*, CPU, Santiago, 1973.

importante limitación de los esquemas sobre política científica, para el análisis de las funciones de la universidad dentro del sistema y para la discusión de la división del trabajo científico y tecnológico entre las instituciones que realizan funciones operacionales.

En efecto, dado que en última instancia las características y alcances reales de un sistema científico-tecnológico están determinados por las características de la estructura académica de la formación de los recursos humanos que lo componen, resulta un tanto artificial establecer una dicotomía entre la formación universitaria para ciencia y tecnología, y el sistema científico-tecnológico.

## **2. Formación Académica de Científicos e Ingenieros y la Investigación en la Universidad**

En realidad, la discusión sobre la función de la universidad dentro del sistema científico-tecnológico en América Latina y en los países industrializados es un tema de larga trayectoria. Por distintas razones históricas en años recientes esa discusión ha sido retomada nuevamente.

En ese sentido, el debate en los distintos países es cualitativamente diferente, y por ejemplo mientras en Europa el problema que se discute se focaliza en cómo lograr una mayor contribución de la universidad al desarrollo de la investigación básica, en América Latina el problema que se discute es mucho más amplio, y sus alcances abarcan aspectos más críticos.

En efecto, en la región el problema que aún se encuentra en discusión no es el de cómo lograr una mayor participación de la universidad en el desarrollo de la investigación básica, sino el de qué lugar y qué objetivos le corresponden a la investigación, y qué características académicas debe tener la formación universitaria en ciencias e ingeniería.

Por tanto, desde el punto de vista del análisis específico que se refiere a América Latina, en la discusión de la función de la universidad en el sistema científico y tecnológico, aparentemente se yuxtaponen los dos temas indicados en el párrafo anterior, los cuales, aunque complementarios, requieren ser tratados separadamente.

Por consiguiente, desde la perspectiva del desarrollo del debate en referencia, parece más conveniente considerar el proceso de formación de científicos e ingenieros como una función adicional del sistema científico-tecnológico, y discutir de manera separada la división del trabajo subyacente en cada una de las funciones que componen la estructura de este último.

En síntesis, pareciera que el problema fundamental que origina el desacuerdo en la discusión que ha tenido lugar en América Latina con respecto a la participación de la universidad en el sistema científico-tecnológico, estuviera derivado de la falta de una distinción clara entre su función académica en la formación de científicos e ingenieros, sus funciones operacionales y la división del trabajo dentro de la estructura del sistema científico-tecnológico como un todo.

En efecto, la naturaleza de dicho problema se refleja en forma nítida en la discusión de los especialistas en política científica sobre la función de la investigación en la universidad.

En general a la función de la investigación en la universidad se le asigna, como se indicó previamente, un sentido utilitario el cual se resume en el supuesto explícito —y algunas veces implícito— del cual parten muchos de los trabajos sobre investigación en las universidades de la región. Concretamente, se plantea la existencia de un círculo acumulativo en el que se afirma que la universidad no hace investigación porque el sector productivo (especialmente la industria manufacturera) no demanda investigación porque la tecnología que requiere se transfiere del exterior<sup>124</sup>.

Sin embargo, cualquiera que sea la actitud que se asuma en relación con la investigación en la universidad, al introducir la formación de científicos e ingenieros dentro de las funciones del sistema científico-tecnológico, resulta evidente en primer lugar, que si la estructura académica de las carreras en ciencias e ingeniería incluye formación en investigación, una tarea explícita de la universidad, independientemente de la existencia o no de demanda de investigación de las unidades de producción, es la de realizar actividades de investigación que permitan satisfacer las necesidades de la estructura académica de la formación profesional. Y en segundo lugar, de no considerarse el componente de investigación dentro de la estructura académica de la formación en ciencias e ingeniería, es legítimo suponer que la institución universitaria no disponga de medios y la capacidad para realizar investigación en sentido general.

En este último caso tampoco resulta plausible suponer que una institución universitaria que entre sus objetivos académicos no contempla la formación en investigación, pueda participar efectivamente en el desarrollo de funciones operacionales dentro del sistema científico-tecnológico. En estos términos, se asume que el desarrollo autónomo de la capacidad académica de investigación en la universidad es una condición previa necesaria, aunque no suficiente, para su vinculación activa a la división del trabajo científico-tecnológico.

En este sentido, varios estudios han apuntado a señalar que la demanda de investigación surge de personas e instituciones que poseen capacidad de investigación<sup>125</sup> en consecuencia, los centros de formación académica no contribuyen al desarrollo de esa capacidad en las personas que se vinculan a distintas posiciones directivas y operacionales de carácter científico y tecnológico en la estructura ocupacional de las unidades de producción y los servicios, difícilmente se puede esperar una actitud positiva en dichas unidades hacia la investigación en general, y los procesos de innovación que demanden actividades sistemáticas de investigación y desarrollo experimental.

### 3. El Problema Metodológico

De un detenido examen del problema tanto en sus aspectos generales como particulares, se infiere que en la base de la discusión de la función de la investigación en la universidad con respecto al sistema científico y tecnológico, subyace un problema metodológico en la manera de encarar el análisis de la división del trabajo científico-tecnológico en la formación académica de recursos humanos para ciencia y tecnología, y de las actividades tecnológicas rutinarias y las sistemáticas de investigación y desarrollo experimental.

---

<sup>124</sup> Ver: Ciapuscio, H. "Universidad e Investigación Científica", en *Autonomía Nacional o Dependencia: La Política Científico-Tecnológica*, Editado por Suárez, F. y otros, Paidós, Buenos Aires, 1975.

<sup>125</sup> Ben-David, J. "The Universities and the Growth of Science in Germany and the United States", *Minerva*, Vol. VII, Nos. 1-2; y Vivas, J.; Carciofi, R.; Filgueira, C. *op. cit.*

En este sentido, implícitamente se establece una contradicción en las líneas generales de la política científica, que evidentemente surge como se dijo del tipo de análisis de la división del trabajo que se realiza.

Por un lado generalmente se supone que dadas las características de la estructura de la demanda de conocimiento de las unidades de producción, la formación universitaria en ciencias e ingeniería debe ser de naturaleza tecnológica especializada, sin considerar la formación en investigación como un componente de la estructura académica de las carreras<sup>126</sup> y por otro, se demanda de la universidad la realización de investigaciones que contribuyan al cambio científico y tecnológico en la esfera de la producción.

Sin embargo, como ya se indicó, pareciera ser que una condición necesaria para que la universidad pueda participar efectivamente en tareas de investigación es el desarrollo previo de su capacidad académica autónoma para realizarla. No obstante, este paso intermedio generalmente no se tiene en cuenta en los escritos sobre política científica; y de hecho se elude en la concepción generalizada de la formación académica en ciencias e ingeniería.

Posiblemente uno de los factores que más decididamente han influido en el problema metodológico de la definición de las funciones de la universidad dentro del sistema científico-tecnológico, es el hecho de que por regla general los trabajos sobre política científica han sido realizados desde la perspectiva académica de las universidades o desde la posición de las agencias estatales encargadas de formular, planificar, y promover actividades en materia de educación, ciencia y tecnología.

Sin embargo, la postura metodológica es un tanto diferente cuando las actividades científico-tecnológicas en general, y de la división del trabajo científico-tecnológico en particular, se aprecian desde el ángulo de las unidades de producción; y específicamente con respecto a las actividades que conducen al cambio tecnológico en la firma.

#### **4. La Visión desde la Unidad de Producción**

En efecto, tal como se indicó en el capítulo primero, en los últimos años se han realizado en la región un número importante de investigaciones que han arrojado valiosa información sobre: la naturaleza y dirección del cambio tecnológico que tiene lugar en la firma; las características de la estructura de la demanda de conocimiento por parte de la firma y su relación con otras instituciones de investigación y servicios.

No obstante, dicha información aún no ha sido debidamente incorporada a los análisis de los especialistas en política científica; y en este sentido, no es arriesgado afirmar que en general existe una falta de correspondencia entre la realidad que se observa en la firma en materia de innovación y cambio tecnológico, y las recomendaciones, en la mayoría de los casos de carácter normativo, que se encuentran en los trabajos de política científica y tecnológica; o aún más, muchas de esas recomendaciones no guardan relación con las tendencias que se observan en la división del trabajo científico-tecnológico que se registra en la mayoría de los países industrializados con economía de mercado.

Así, la visión subyacente en la mayoría de los documentos de política científica respecto a las innovaciones tecnológicas que se introducen o se originan en las unidades

---

<sup>126</sup> Vivas, J.; Carciofi, E.; Filgueira, C., *op. cit.*  
Digitalizado por RED ACADEMICA

de producción, implícitamente supone que aquellas son exclusivamente el producto de las actividades sistemáticas de investigación y desarrollo experimental que se desarrollan en institutos de investigación o en las instituciones universitarias, y en menor medida en la firma.

En este sentido, ante la no existencia generalizada de este tipo de actividad en las unidades de producción en la región, se piensa que ese papel lo puede asumir las instituciones universitarias en forma relativamente autónoma.

Por tanto, al suponer que las instituciones universitarias pueden asumir el liderazgo en las actividades de investigación y desarrollo experimental conducentes a innovaciones tecnológicas, se sugiere que las decisiones de innovar son independientes de las características de la estructura de conocimiento implícita en la estructura ocupacional de la firma, y que los procesos intrínsecos propios del cambio tecnológico que tiene lugar en las unidades de producción son independientes de la dinámica interna de éstas, y de la racionalidad de la gestión empresarial.

Sin embargo, las estadísticas disponibles sobre empleo de ingenieros y científicos en actividades de investigación básica aplicada y desarrollo experimental en países industrializados, muestra que en general en la distribución de estas actividades entre el sector productivo, el sector servicios y las instituciones universitarias el mayor peso relativo no lo tienen las universidades sino los sectores de la producción y los servicios<sup>127</sup>. Así, por ejemplo, en 1976, en Estados Unidos las universidades solamente ocupaban el 16% de estas profesionales, en Japón el 38%, y en Alemania, en 1973, el 25%.

O sea en términos de la división del trabajo en actividades de investigación y desarrollo experimental, desde el punto de vista del empleo de científicos e ingenieros, en los países industrializados de economía de mercado, el trabajo de las universidades en este aspecto con respecto a los sectores de la producción, podría considerarse fundamentalmente de apoyo.

En América Latina, el mismo tipo de estadísticas indica una situación perfectamente opuesta a la de los países antes citados. Las universidades concentran el grueso de profesionales formados en ciencia e ingeniería que se emplean en trabajos de investigación y desarrollo experimental. Por ejemplo, en Chile, en 1975, el 84%; en Venezuela, en 1970, 72%; y en Argentina el. Pero, además las cifras absolutas muestran que en el conjunto de las universidades de la región no existe una masa crítica mínima de investigadores en las distintas áreas del conocimiento<sup>128</sup>.

Adicionalmente, distintos estudios realizados en Estados Unidos, los países de la OECD<sup>129</sup>, los ya mencionados de Argentina<sup>130</sup> y Colombia<sup>131</sup>, y entre otros países de la región muestran: primero, que la incorporación de instituciones y centros académicos universitarios en las actividades conducentes a innovaciones tecnológicas en las unidades de producción, está directamente vinculada a la capacidad empresarial y la calidad y

---

<sup>127</sup> Ver: Cuadro No. 1.

<sup>128</sup> Para América Latina ver Cuadro No. 2; para los países desarrollados el Cuadro No. 3.

<sup>129</sup> Ben-David, J. *Fundamental Research aral the Universities*, OLDE, París. 1968; y Hollander. S. *The Sources of Increased Efficiency*, Mit University Press, 1965.

<sup>130</sup> Vivas, J.; Carciofi, R. y Filgueira, C. *op. cit.*

<sup>131</sup> Marulanda, O. *Participación y Características de la Formación de Recursos Humanos que Intervienen en Procesos de Innovación Tecnológica: La Ingeniería en Colombia*, ponencia presentada al seminario regional "Papel de los Recusaos Humanos en la Innovación Tecnológica. Ciencia y Tecnología en el Desarrollo de América Latina", COLCIENCIAS-Proyecto RLA/79/007. UNESCO-CEPAL-PNUD.

combinación de conocimiento científico-tecnológico existente en la firma; y segundo, que los procesos de cambio tecnológico que se llevan a cabo tanto en firmas de países industrializados como en países en desarrollo, tienen características particulares que hacen que el trabajo sistemático que realizan los departamentos o divisiones de investigación y desarrollo sea solamente una de un conjunto de posibilidades de inducir y obtener innovaciones tecnológicas.

En primer lugar, el proceso de incorporación de la capacidad de investigación de las instituciones académicas a actividades conducentes a cambios tecnológicos en las unidades de producción, no fue un proceso realizado exclusivamente sobre la base de la capacidad de la universidad para realizar investigación. El caso más ilustrativo sobre el particular es el de Estados Unidos.

Los estudios realizados sobre las características de la experiencia de ese país en este sentido, indican que ante todo y a diferencia de lo que ocurre en otros países industrializados y en América Latina en particular, la base del desarrollo de dicho proceso de cooperación entre las unidades de producción y las unidades académicas, fue el alto nivel académico de la formación universitaria recibida por los ingenieros y científicos que se incorporan a las actividades de producción<sup>132</sup>. La vinculación a la firma de profesionales con sólida formación académica en investigación, tuvo un impacto importante sobre la orientación de la gestión empresarial e introdujo en la firma una visión precisa sobre la clase de apoyo científico y tecnológico que podría buscar en la universidad. Desde luego, este no fue el único factor que determinó la fluidez de las relaciones entre estos dos tipos de unidades, pero ha sido sugerido como el más relevante.

Igualmente, las investigaciones realizadas en Argentina y Colombia indican que solamente aquellas firmas que poseen grupos de ingenieros y científicos de elevado nivel académico que desarrollan actividades de investigación y desarrollo experimental o semejante, buscan explícitamente en determinados momentos el apoyo de la capacidad de investigación de las entidades académicas.

Pero lo que es importante destacar es que tanto en una experiencia (Estados Unidos) como en otra (Argentina y Colombia) la participación de la universidad en procesos de cambio tecnológico en la firma se origina en esta última; tiene carácter de apoyo; y se realiza en función de objetivos predeterminados.

Y en segundo lugar, se constata que las innovaciones tecnológicas que tienen lugar en las unidades de producción no son exclusivamente derivadas de las actividades de investigación y desarrollo, y que allá también interviene la calidad de la formación académica en ciencias e ingeniería.

En lo que se refiere a América Latina las investigaciones realizadas sobre economía y características del cambio tecnológico en la firma, indican que además de los departamentos de investigación y desarrollo, existen otras fuentes y modalidades de cambio tecnológico en las unidades de producción, las que en conjunto han sido denominadas por algunos autores "el fenómeno tecnológico interno"<sup>133</sup>.

---

<sup>132</sup> Ben-David, J. The Universities and... *op. cit.*

<sup>133</sup> Cibotti, R. y Lucangeli, J. *El Fenómeno Tecnológico Interno*, Programa BID/CEPAL/CIID/ PNUD de Investigación sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, 1979.

Esas fuentes alternativas de innovaciones tecnológicas están asociadas a: la puesta en marcha de equipos de producción; la introducción de modificaciones a los equipos orientados a reducir costos en la planta; las decisiones explícitas de los empresarios de renovar el equipo de capital o mejorar el existente; los cambios que se introducen en los equipos y procesos como respuesta a problemas que surgen del funcionamiento de la planta, ya en una etapa de actividad normal; y finalmente los cambios que plantea la demanda.

Como fácilmente se infiere del párrafo anterior, todas esas fuentes alternativas de cambio tecnológico están directamente articuladas a las decisiones empresariales, la dinámica del mercado, y la dinámica propia del proceso de producción.

Por tanto, desde la perspectiva de la división del trabajo científico-tecnológico, de la misma manera que resulta artificial separar el proceso de formación de recursos humanos en ciencias e ingeniería de la estructura del sistema científico-tecnológico, es igualmente artificial suponer que los procesos de innovación tecnológica se pueden considerar aisladamente de lo que ocurre en las unidades de producción.

## ANEXO

### CUADRO No.1

**8 Países desarrollados: Distribución relativa de los ingenieros y Científicos Empleados en Actividades de Investigación y Desarrollo Experimental en el Sector Productivo, en el de Servicios y en las Universidades.**

País	Sector	Todos los Sectores	Sector Productivo	Sector Servicios	Universidades
<b>Estados Unidos</b>					
1974		100.00	68.46	17.15	14.73
1976		100.00	67.36	16.80	15.84
<b>Alemania</b>					
1973		100.00	61.00	16.03	24.92
<b>Japón</b>					
1975		100.00	54.67	9.10	36.23
1976		100.00	53.27	8.93	37.80
<b>Suecia</b>					
1973		100.00	54.90	11.94	33.16
1975		100.00	48.86	13.30	37.84
<b>Bélgica</b>					
1969		100.00	43.64	10.60	45.74
1973		100.00	50.93	6.59	44.73
<b>Italia</b>					
1974		100.00	38.69	15.76	45.55
<b>España</b>					
1970		100.00	23.47	...	...
1974		100.00	33.03	37.75	29.22
<b>Australia</b>					
1973		100.00	37.84	12.56	49.60

Fuente: UNESCO, Statistical Yearbook, 1970, 1975, 1977

## CUADRO No.2

## 7 Países de América Latina: Número de Ingenieros y Científicos Empleados en Investigación y Desarrollo Experimental en Universidades según Esferas Seleccionadas de la Ciencia

Áreas de La ciencia	Total		Ingeniería y Tecnología		Ciencias exactas y Naturales		Agricultura		Otros	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
<b>País y año</b>										
<b>Argentina</b>										
1974	4.330	100.0	437	10.1	1.713	39.6	338	7.8	1.842	42.6
<b>Brasil</b>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>Colombia</b> <sup>a/ b/</sup>										
1971	285	100.0	60	21.1	43	15.1	25	8.8	157	55.9
<b>Chile</b>										
1975	4.975	100.0	808	16.2	1.758	35.3	211	4.3	2.199	44.2
<b>Cuba</b>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>México</b>										
1974	1.968	100.0	250	12.7	719	36.5	183	9.3	815	41.5
<b>Perú</b> <sup>c/</sup>										
1970	1.180	100.0	83	7.0	415	35.2	324	27.4	358	30.3

**Fuente:** UNESCO, Statistical Yearbook, 1970,1975, 1976

a/ Un estudio reciente sobre la investigación en la Universidad Colombiana, muestra que en 1977 el número total de investigadores asciende a 1.055

b/ No incluye información sobre Derecho, Educación y Humanidades.

c/ No incluye información sobre Ciencias Sociales.

## CUADRO No. 3

**8 Países Desarrollados: Número de Ingenieros y Científicos Empleados en Investigación y Desarrollo experimental en Universidades Según Áreas Seleccionadas de la Ciencia**

Áreas de La ciencia	Total Ingenieros y Científicos		Ingeniería Tecnológica		Ciencias Exactas Y Naturales		Agricultura		Otras	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
<b>Estados Unidos</b>										
1974	77.500	100.00	15.000	19.3	33.500	43.2	6.200	8.0	22.800	29.4
1976	85.800	100.00	16.000	18.6	37.900	44.2	6.800	7.9	25.100	29.2
<b>Alemania</b>										
1973	24.926	100.00	3.971	15.9	7.578	30.4	1.445	5.8	11.932	47.9
<b>Japón</b>										
1975	143.692	100.00	26.447	18.4	8.925	6.2	6.999	4.9	101.321	70.5
<b>Suecia</b>										
1973	3.900	100.00	1.030	26.4	940	24.1	450	11.5	1.480	37.90
1975	6.300	100.00	1.400	22.2	1.300	20.6	900	14.3	2.700	42.90
<b>Bélgica</b>										
1969	4.607	100.00	696	15.1	1.690	36.7	255	5.5	1.966	42.7
1973	5.784	100.00	503	8.7	2.584	44.7	220	3.8	2.477	42.8
<b>Italia</b>										
1974	15.625	100.00	1.960	12.5	4.320	27.1	727	4.7	13.708	55.7
<b>España</b>										
1974	2.316	100.00	287	12.4	817	35.3	86	3.7	1.125	48.5
<b>Australia</b>										
1973	12.769	100.00	1.476	11.6	4.310	33.7	715	5.6	6.263	49.1

**Fuente:** UNESCO, Statistical Yearbook, 1970, 1975, 1977.