



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

“POLÍTICA TECNOCIENTÍFICA: UN MODELO PARA EL
ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA”

ENSAYO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN CIENCIAS POLÍTICAS
Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

PRESENTA:
ALAN MALCO ESPINOZA CARRASCO

DIRECTOR:
DR. ANTONIO ARELLANO HERNÁNDEZ

Toluca de Lerdo, Estado de México

Mayo de 2014

POLÍTICA TECNOCIENTÍFICA: UN MODELO PARA EL ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Anaxágoras dice claramente que la propia naturaleza le condena a muerte, como si en realidad existiera un tribunal, afuera, y por lo tanto un derecho que somete a sus reglas esos dos tipos de leyes, los de las ciencias naturales y los de las ciencias sociales. Así pues, el derecho triunfa sobre la ciencia.

[...] los griegos, a pesar de ser matemáticos, no inventaron la física.

Michel Serres, *El contrato natural*.

ÍNDICE

Introducción	5
Capítulo 1. Política científica, tecnológica y de innovación	5
A) Política científica	6
Situación a nivel internacional	6
El caso mexicano	7
Definición de la política	11
B) Política tecnológica	13
Situación a nivel internacional	13
El caso mexicano	15
Definición de la política	17
C) Política de innovación	18
Situación a nivel internacional	18
El caso mexicano	20
Definición de la política	23
Capítulo 2. Política tecnocientífica: una alternativa	24
Tecnociencia	25
Ciencia y democracia	27
Desarrollo lineal de la ciencia	29
Cultura tecnocientífica	31
Actor ciudadanía	33
Modelo de cuatro vórtices	35
Capítulo 3. El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012	45
El modelo de cuatro vórtices vs SNCYT	60
Conclusiones	66
Tecnociencia	66
Cultura tecnocientífica	67
Ciencia y democracia	68
Desarrollo lineal de la ciencia	68
Ciudadanía	69
Modelo de cuatro vórtices	70
Bibliografía	72

INTRODUCCIÓN

El trabajo se propone dos objetivos principales. El primero es establecer un campo analítico que nos permita vislumbrar como el gobierno ha organizado las actividades vinculadas a la construcción, ejecución y evaluación de políticas en ciencia y tecnología; el segundo es analizar el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012 del gobierno federal a partir una propuesta de política a la que llamamos política tecnocientífica. Para cumplir con estos objetivos el trabajo se ha organizado en tres capítulos.

En el primer capítulo se abordarán las definiciones y características de los tres tipos de políticas científico-tecnológicas más visibles a nivel internacional. Estas son política científica, política tecnológica y política de innovación, las cuales han sido desarrolladas a partir del siglo XX y la primera década del siglo XXI. El objetivo de este capítulo es presentar el contexto donde se liga la propuesta conceptual del autor.

En el segundo capítulo se presentan los elementos teórico-metodológicos que se retoman de la sociología de la tecnociencia y de los estudios ciencia, tecnología y sociedad, para mostrar la base de la propuesta de la política tecnocientífica.

En el tercer capítulo se presentan las características del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECTI) el que introduce las formas convencionales de hacer política científica, tecnológica y de innovación, pero de manera separada. Con ello se elaborara un análisis de la factibilidad de la propuesta de la política tecnocientífica en el PECTI.

Finalmente están las conclusiones.

CAPÍTULO 1. POLÍTICA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN

En este capítulo nos proponemos analizar a grandes rasgos a las políticas que se han presentado en materia de ciencia y tecnología y que englobamos en política científica, política tecnológica, y

política de innovación. Para elaborar este análisis nos basaremos en un esquema en el que se desarrollaran tres aspectos fundamentales de cada una de las políticas en cuestión. Estos aspectos son: a) situación a nivel internacional en la que se exponen las influencias más sobresalientes, como lo son organismos internacionales, documentos, publicaciones y tendencias en general; b) el caso mexicano en el cual se expone el estado en cuestión del país; y c) definición de la política en la cual abordamos los elementos principales que componen a la política, tales como objetivos, actores, y principales instrumentos de actuación.

A) POLÍTICA CIENTÍFICA

Situación a nivel internacional

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial se produce una transformación radical de la percepción social sobre las posibilidades de la ciencia para el progreso y la construcción. Principalmente la culminación del proyecto Manhattan en Hiroshima y Nagasaki, mostró a la comunidad mundial que con el dinero suficiente y un grupo de científicos se podían resolver problemas que técnicamente eran insalvables (Barreiro y Davyt, 1999).

Para los promotores de la política científica la guerra fue el principal factor para formular políticas que promovieran la creación de conocimiento científico (Albornoz, 2001). De ello se viene a considerar que el documento elaborado por Vannevar Bush, *Ciencia, la frontera sin fin*, es el acta fundacional de las políticas en ciencia, documento que fue escrito bajo la petición hecha por el Presidente Roosevelt a Bush y que surge a razón de los logros científicos realizados durante la guerra, y como éstos podían ser utilizados para ganar otras batallas en tiempos de paz¹.

Por otra parte, si bien existe la concepción de que la ciencia es hija de la guerra, se debe considerar que mucho tiempo antes de las dos guerras mundiales ya existían vinculaciones entre la actividad científica y los intereses gubernamentales. Por ejemplo, con la *Royal Society* de

¹ Por otra parte se debe considerar que en 1941 se estaba reuniendo la Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia, que organizó la conferencia "La Ciencia en el Orden Mundial". En ella se dijo "que el gobierno debía llamar a los hombres de ciencia para que ayudaran en la causa por la que luchaban y que los necesitaría aún más en la causa por la que trabajarían en la paz". Un discurso idéntico al manejado en la conversación entre Roosevelt y Bush (Albornoz, 2001). Como este, existen otros antecedentes en los que el gobierno fomenta la institución científica.

Londres en 1662, la cual brindaba asesoría científica y su preocupación se centraba en la agricultura, la industria y la navegación; en Estados Unidos se crea la *American Philosophical Society* en el siglo XVIII que contribuyó en la investigación para el control de enfermedades, y posteriormente, en el siglo XIX se funda la *National Academy of Sciences*, cuyas investigaciones estuvieron dirigidas al desarrollo de la agricultura norteamericana; en Francia se crea en 1868 la “L’Ecole Pratique des Hautes Etudes” que tuvo la misión de coordinación de las investigaciones científicas (Casas, 1985), entre otros casos. Para éstos, los objetivos que inclinan al gobierno a estimular estas actividades fueron los adelantos en el orden social y el avance de la ciencia por ella misma (Casas, 1985: 12) y no la guerra.

Continuando, los países industrializados del momento siguieron el ejemplo de Estados Unidos al apoyar de manera decidida a la ciencia básica, la medicina, y la industria militar entre otros campos. Así mismo, con el apoyo de las oficinas regionales de la recién creada UNESCO se realizaron esfuerzos de coordinación regionales. Sin embargo, en diversas partes del mundo ya se venían desarrollando actividades en pro de generar más recursos científico-tecnológicos que pudieran contribuir a resolver problemas nacionales y generar adelantos sociales.

El caso mexicano

A diferencia de los países industrializados, donde las políticas de ciencia significarían fomentar más la transformación industrial, la cual se vería paulatinamente acompañada de un floreciente curso económico y un mayor bienestar social, para los países periféricos significó una de las principales estrategias para desarrollarse (Barreiro y Davyt, 1999; Albornoz, 2001).

Bajo la perspectiva de los beneficios de la ciencia a la humanidad y la necesidad de generar progreso y desarrollo en los países, se conjugaron los esfuerzos para implementar de manera general políticas científicas en todo el mundo. Siguiendo esta línea y de manera pionera, en 1948 se reúnen en Montevideo un grupo de científicos y expertos para definir las funciones que debía desempeñar la recién creada *Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el*

Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia, y la Cultura² (UNESCO por sus siglas en inglés), que inicialmente fue fundada como el *Centro de Cooperación Científica en América Latina*. En Latinoamérica éste sería el primer esfuerzo para formular políticas científicas nacionales y regionales.

Por otra parte, antes de iniciada la Segunda Guerra Mundial, México se encontraba diseñando planes para el fomento de la educación superior y de la investigación, junto con la creación de instituciones relativas. En México se crea el Consejo Nacional de la Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC) por decreto presidencial en el año 1935, cuyos objetivos eran la creación, transformación o supresión de los establecimientos de educación superior que funcionaran o debieran funcionar en el país, ya fuera bajo la dependencia del Gobierno federal o de los gobiernos de los estados. Asimismo, proyectaría la creación u organización de los institutos y otros establecimientos de jurisdicción federal o local, que tuvieran por objeto practicar investigaciones científicas o cualquier clase de estudios y observaciones de carácter general (Casas, 1985; Gutiérrez, 2009).

Uno de los argumentos principales para la creación del CONESIC fue que ninguna de las dependencias de la administración pública contaba con órganos capacitados para realizar la labor encomendada al CONESIC. Sin embargo, la visible composición de izquierda que conformó a ésta institución, y la recién reforma al artículo 3° constitucional que designo a la educación básica como socialista, dejó claro que las líneas de trabajo estarían encaminadas a que el sistema de educación superior respondiera a los intereses nacionales, tal como sucedía en la URSS (Casas, 1985). Para ello había que modificar y homologar los planes de estudio y carreras de las universidades e instituciones de educación superior, lo que para muchas universidades del país significaba transgredir su autonomía. En esta discusión estuvieron enfrascados amargamente la Universidad Nacional Autónoma de México y el CONESIC (Gutiérrez, 2009).

El CONESIC formuló varios proyectos de gran envergadura para la creación de instituciones de educación superior con diferentes matices. Por ejemplo, concibió el Instituto Nacional de

² Inicialmente llamada *Centro de Cooperación Científica de la UNESCO para América Latina*, desde 2003 la denominación es *Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe*.

Educación Superior para Trabajadores; Centros Universitarios, los cuales tendrían un carácter regional y buscarían homologar la educación superior en el país; y diversos proyectos relacionados mayormente con la creación de escuelas secundarias y preparatorias. Lamentablemente muchos de estos proyectos no pudieron ser realizados debido en buena medida a la falta de recursos materiales y financieros (Gutiérrez, 2009).

Finalmente, el CONESIC es clausurado en 1938. La influencia que había tenía fue escasa. Para 1936 se había creado el Instituto Politécnico Nacional y otras organizaciones de ciencia dentro de él (como la Escuela de Ciencias Biológicas y la Escuela Superior de Ingeniería Química); la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) había creado el Instituto Física y varias facultades relacionadas con la ciencia (la de Ciencias Físicas y Matemáticas, y la de Ciencias Médicas y Biológicas) (Casas, 1985). En ninguno de estos proyectos el CONESIC tuvo participación; cada institución estaba creando organismos propios que respondían a objetivos de cada institución en particular, por lo que la organización de la investigación científica y de la educación superior había escapado de las manos del CONESIC.

Para el año de 1942 el gobierno creó la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), institución que vino a separar los asuntos concernientes a la educación superior de los que se referían a las actividades científicas. El CICIC tuvo como objetivos principales el impulso y la investigación científica, el otorgamiento de becas y subsidios y el asesoramiento para el establecimientos de centros de investigación entre otros (Casas, 1985). El programa de acción elaborado por los miembros del CICIC se encontró dirigido principalmente a las ciencias naturales e ingenierías. Esta situación es comprensible en la medida de que la composición de los miembros del CICIC se conjugaban científicos e ingenieros, quienes coordinaban las cinco secciones de la comisión: Físico-matemáticas; biología; geología; química; y ciencias aplicadas (Casas, 1985).

Durante la vida del CICIC se repartieron becas para estudiar en el país, y un menor porcentaje para estudiar en el extranjero; también se apoyó a las universidades e instituciones para las publicaciones y compra de equipo, así como subsidios. Asimismo, se fundaron dos laboratorios, uno de radiactividad y otro de electromagnetismo, los cuales fueron coordinados por el Doctor Sandoval Vallarta (Casas, 1985).

Las funciones del CICIC en cuanto a cooperación con el sector y las universidades fueron cumplidas, sin embargo sus intenciones para generar un programa de investigación basado en las necesidades nacionales no pudo realizarse debido en parte al escaso apoyo económico, además de que la política económica se encontraba dispuesta a atender la demanda externa de bienes de manufactura, mientras que internamente no se generaba demandas al sector científico (Casas, 1985).

Finalmente, en 1950 es creado el Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC) que sustituyó al CICICI. Los objetivos proyectados del INIC sobrepasaban a los propios de los organismos anteriores (Casas, 1985). Por otra parte, aunque los objetivos del INIC eran más amplios, los recursos con los que contaba la institución no eran suficientes, por lo que la mayoría de los recursos terminaron por destinarse a becas. Otros apoyos proyectados, como subsidios a instituciones de investigación y difusión científica, se realizaron muy escasamente (Casas, 1985).

Posteriormente, ya en la década de los 60, el INIC entra en la dinámica internacional impulsada principalmente por la UNESCO. El INIC se adhiere a las principales conclusiones de la Declaración Conjunta de los Presidentes de América, celebrada en 1967 en Punta del Este, Uruguay (Casas, 1985). Esta declaración, junto con la Primera Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina (CASTALA), serían los principales acontecimientos que arrojarían a los países de América Latina a impulsar de manera explícita a la ciencia y la tecnología enfocada al desarrollo (Lemarchan, 2010).

Para 1970, el INIC presenta el documento “Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología”, el cual fue un instrumento formulado por primera vez en México. El objetivo del documento era conocer y valorar el estado de la ciencia y la tecnología del país y orientar la educación a objetivos que favorecían la educación, el crecimiento económico y la sustitución de importaciones de tecnologías extranjeras (Casas, 1985) etc. En suma, tenían la intención de relacionar la ciencia y la tecnología con el desarrollo del país. Este documento es importante, además, por la concurrenada participación de científicos e investigadores, y muchas de las instituciones de educación superior y de investigación del país (INIC, 1970).

Por último, el documento no fue puesto en práctica, a pesar de su relevancia tanto en los objetivos y planes presentados, como por la cantidad y diversidad de actores que se encontraron involucrados en su formulación. Sin embargo el mismo documento presentó un objetivo importantísimo para la política en México: se señala la creación de un organismo que defina las políticas y programas a nivel nacional, que coordine y fomente la investigación científica y tecnológica, lo que daría lugar al surgimiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Definición de la política

Los elementos que definen a este tipo de política vienen dados por la concepción tradicional de la ciencia, la cual indica que la investigación científica consiste en la generación de conocimientos sobre las leyes que rigen la naturaleza, las cuales son de carácter general y son eminentemente benéficas ya que contribuyen al conocimiento general de la humanidad. Sobre este punto, el ya citado documento de Bush, *Ciencia, la frontera sin fin*, expone claramente que

La responsabilidad por la creación de nuevos conocimientos científicos recae en ese pequeño grupo de hombres y mujeres que entienden las leyes fundamentales de la naturaleza y están capacitados en las técnicas de la investigación científica (Bush, 1999: 19).

En ese sentido, los esfuerzos necesarios debían estar concentrados primordialmente en la creación de personal capacitado, con la disponibilidad de recursos materiales, tecnológicos y financieros, que les facilitara la actividad de develar los misterios de la naturaleza.

De la misma manera, el pensamiento ascético que se tiene de la ciencia y de los científicos hace que la concepción sobre el desarrollo y aplicación científica se desenvuelva linealmente. De esta manera el curso que tendría la investigación para dirigirse a su aplicación concreta en cualquier sistema (llámese militar, económico o social) estaría dado por la generación de investigación fundamental, posteriormente investigación aplicada, desarrollo tecnológico, innovación y finalmente progresos económico y social, lo que se conoce como modelo lineal de innovación (Dagnino, Thomas, y Davyt, 1996) o modelo lineal de la ciencia (Lemarchan, 2010).

Esta concepción ascética sería la que convendría en decir que, en general, existía una fuerte separación de los científicos del grueso de la sociedad, donde la institución científica se encuentra desligada de toda responsabilidad respecto de las aplicaciones a que sus trabajos pudieran dar lugar (Salomon, 1999: 138), ya que el aislacionismo garantizaba la imparcialidad y objetividad de sus trabajos.

Por otra parte, la política científica tiene una amplia correspondencia con objetivos y metas de carácter nacional. Nuevamente, si bien la Segunda Guerra Mundial marca un hito en la formulación de políticas científicas con objetivos que definen el carácter nacional de los países (los más visibles son los militares), existen otros planteamientos, tales como el desarrollo de la industria y la salud, que fueron definidos como prioritarios. Por supuesto, la injerencia del gobierno sería amplia por varias razones, aunque las principales era que éste figuraba como la principal fuente de capital para la inversión así como de demandas hacia el sector científico.

Sobre este punto, las empresas, las cuales actualmente representan una fuerte inversión en ciencia y tecnología rebasando incluso a los gobiernos de varios países, aun no aparecían con toda fuerza. Mientras tanto, el factor representado por la sociedad se refería mayoritariamente a problemáticas que tenían que ser resueltas por el gobierno, el cual desplegó múltiples instituciones, planes y programas para resolver los problemas suscitados en ella.

Por último, no está por demás decir que la proyección de la política científica se dirigía eminentemente a las ciencias naturales. De esta manera es común encontrar ausencia en relación a las actividades en las que las ciencias sociales pudieran encontrarse involucradas. Éstas aun no eran definidas como elementos que contribuyeran de manera práctica en los objetivos proyectados.

B) POLÍTICA TECNOLÓGICA

Situación a nivel internacional

Al terminar la Segunda Guerra Mundial y como resultado de la aparición del mundo bipolar dominado por las superpotencias de los Estados Unidos y la URSS, los esfuerzos que relacionan a la ciencia y la tecnología se intensifican:

En el caso de los países más industrializados, en particular aquellos que se vieron envueltos en las escaladas de tensión entre Este y Oeste, los recursos destinados a las actividades de investigación para la defensa representaron las tres cuartas partes del gasto público en investigación y desarrollo, es decir sumas absolutamente colosales (Salomon, 2001: 187).

Por otra parte, los esfuerzos de industrialización de los países centrales también se agudizaron, dando surgimiento a nuevas formas de organización en la división internacional del trabajo y las empresas, esto es, la transnacionalización (Dagnino, Thomas, y Davyt, 1996). De esta manera, desde la década de los 50 en América Latina se genera una oleada de radicación de subsidiarias de empresas transnacionales, con motivo de transferencia tecnológica, industrialización, producción y creación de empleos.

El modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI), el cual de inicio incluye estrategias de protección del mercado interno y la participación del Estado como principal palanca en la inyección de capital para la industrialización, viene a ser la alternativa para el desarrollo de los países de la región. Este modelo comenzó con la industrialización de manera informal en la década de los 30 en los países con mayor infraestructura, y de manera formal en la década siguiente. Paulatinamente se fueron añadiendo otros países (Pinto, 1974; Casas, 1985). El modelo del ISI comienza a deteriorarse en la misma década al no lograr el desarrollo esperado y convertir a los países en importadores de tecnologías, las cuales no fue trasferidas, adaptadas e importadas bajo criterios locales y de mediano y largo plazo (Wionczek, 1974; Albornoz, 2001). De esta manera la política desarrollista auspiciada hasta ese momento no fue efectiva ya que el

ISI no logro producir y colocar productos y servicios en el mercado internacional, situación caracterizada por productividad, calidad y competitividad de los productos y procesos locales inferiores a la media mundial (Dagnino, Thomas, y Davyt, 1996), por lo tanto la idea de ciencia y tecnología para el desarrollo, apoyada y difundida por organismos como la UNESCO, la CEPAL y la OEA, la cual se encuadra en la política científica, resultaría ya inadecuada (Casas, 1985).

En ese sentido, para América Latina, el surgimiento de lo que denominamos política tecnológica se da en un contexto principalmente de crítica sobre el modo de ver y destinar el quehacer de la ciencia en la sociedad. El énfasis con que se impulsaron políticas científicas desde los años 40 y los escasos resultados generados dos décadas después, gestaron un ambiente de crítica en América Latina, cuyas características principales quedan plasmadas en lo que se ha llamado Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad (PLACTS) (Dagnino, Thomas, y Davyt, 1996; Lemarchan, 2010). El grupo del PLACTS tuvo en común señalar la necesidad de una política tecnológica que responda a interrogantes propias de las naciones de manera integral. A diferencia de los planteamientos dados por hecho en las políticas científicas anteriores (principalmente el que la ciencia es benéfica igualmente para todos), los autores del PLACTS se inscriben en el carácter relativo de los adelantos científico-tecnológico (las investigaciones científicas y sus aplicaciones técnicas tienen diferentes cursos de desarrollo y sus impactos son distintos en cada país); rechazan del modelo lineal de innovación y por su parte asumen que nada es correctamente pensado fuera de su marco social, por ello se tiene al “escenario social actual” como elemento fundamental para la política; la condición de dominio y uso de la tecnología es dada por la configuración del "mix tecnológico"³ más adecuado a las condiciones locales; y la visión de que la dependencia económica y política de los países en desarrollo podía ser limitada mediante una política tecnológica de corte nacional (Dagnino, Thomas, y Davyt, 1996).

La debilidad principal sobre el modelo de política del momento recayó en que los conocimientos desarrollados localmente no llegasen a aplicarse en la producción o los servicios (Albornoz, 2001),

³ Hemos encontrado que en Dagnino, Thomas, y Davyt (1996) el mix tecnológico es definido como la selección de tecnologías que respondieran más adecuadamente a la estrategia de adaptación local y su desarrollo, la cual no corresponden necesariamente a las importaciones de las tecnologías más avanzadas o al desarrollo de estas en las economías locales.

sin embargo es razonable decir que incluso la producción de estos fue escasa debido a una lógica adversa involucrada en la estrategia planteada. Esta lógica es comprensible bajo los elementos planteados por Dagnino, Thomas y Davyt (2000): ofertismo, vincucionismo, transferencia de tecnologías y autonomía restringida.

Como se ha dicho, a finales de la década de los 60 comienzan generarse consejos nacionales y ministerios de ciencia y tecnología en los países latinoamericanos como consecuencia de los impulsos realizados por la UNESCO y su Centro Regional. A estos impulsos se suman los intereses de Estados Unidos por introducir dentro de la planeación nacional los temas de ciencia y tecnología, los cuales deberían ser incluidos como elementos para el desarrollo económico. Estos objetivos se enmarcaron en la *Alianza para el Progreso*, y quedaron plasmados en la Declaración Conjunta de los Presidentes de América (Barreiro y Davyt, 1999) la cual fue, junto con CASTALA, las principales incitadoras para la creación de consejos nacionales de ciencia y tecnología en Latinoamérica (Casas, 1985; Barreiro y Davyt, 1999; Lemarchan, 2010).

El caso mexicano

Al igual que los demás países de América Latina, México experimentaba un importante estancamiento económico. A finales de la década de los 50, pero principalmente en la siguiente década, el panorama futuro de las economías nacionales se vislumbraba comprometido.

La política del ISI no había dado solución a la serie de problemas de orden interno y externo. Algunos de estos problemas son el atraso del sector agrícola tradicional y el escaso dinamismo del sector agrícola moderno; la dificultad para movilizar recursos necesarios para el fomento de la expansión de infraestructura; desempleo estructural; y desequilibrio de la cuenta corriente debido al lento crecimiento de las exportaciones y la rápidamente creciente de importaciones tanto de bienes de capital, como de consumo final (Wionczek, 1974). De hecho el programa elaborado por el INIC (1970) ya definía claramente varios de los problemas a los que México se enfrentaba, y éste, al igual que la comunidad científica, el sector público y miembros del sector

privado, afirmaban que la situación actual de escaso desarrollo se encontraba profundamente relacionada con la ausencia de una política tecnológico-científica (Wionczek, 1974).

Algunos datos sobre el estado de la ciencia y la tecnología de entonces son muy claros: se contaba con 0.64 investigadores por cada 10 000 habitantes; el sector educativo absorbía al 52.8% de los investigadores, mientras que el sector estatal y paraestatal el 42.7%, y finalmente el sector privado el 4.1%; y que el gasto dedicado a ciencia y tecnología se estimaba en 0.13% del PNB⁴, del cual únicamente el 5% era financiado por el sector privado (INIC, 1970; Wionczek, 1974).

Unos de los problemas que se observaban más importantes era la importación de bienes (alrededor de 200 millones de dólares anuales, con un crecimiento cercano al 20% (Wionczek, 1974)) lo cual, además de resultar costosos en sí mismos, trascendían en la incapacidad de rediseñarlos y adaptarlos a las necesidades que el país requería.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) surge entonces de la relación que se elabora sobre el escaso desarrollo científico-tecnológico y la endeble y pobremente diversificada economía mexicana (García, 2003). Éste tiene su fundación el 29 de diciembre de 1970. Como hemos dicho, su antecesor, el INIC, había elaborado el documento “Política Nacional y Programas de Ciencia y Tecnología”, en el que se solicita la creación del CONACYT, cuyas funciones principales fueron las siguientes: planear, programar, fomentar, coordinar y evaluar las actividades científicas y tecnológicas; canalizar recursos para la ejecución de programas y proyectos; lograr la vinculación del sector privado con el científico; procurar la coordinación y comunicación de las instituciones de investigación y educación superior, así como con el Estado y los usuarios de la investigación; promover la creación de servicios generales de apoyo a la investigación; y formular y ejecutar un programa de becas (Wionczek, 1974).

A partir de este momento las políticas en materia de ciencia y tecnología se institucionalizan, dando una perspectiva positiva sobre la continuidad de los planes y programas en cuestión, bajo la óptica de desarrollo e industrialización mediante la relación de la investigación-industria, es

⁴ El Producto Nacional Bruto (PNB) corresponde al valor total de los bienes y servicios producidos durante un año en un país. A diferencia del Producto Interno Bruto (PIB), el PNB sólo considera los bienes y servicios devengados por nacionales, mientras que el PIB incluye a extranjeros. Suponemos que el uso del PNB corresponde principalmente al sentido nacionalista del momento, además de ello, aún no se integraban plenamente los mercados mundiales, por lo que existía cierta facilidad para hacer tal distinción.

decir, se tenía la perspectiva ya no solo de conocer mediante la investigación y esperar que los resultados de la ciencia básica fueran permeando en diversos rubros del país, sino de aplicar, y más aún, de transformar a la sociedad a través de la investigación.

Definición de la política

La política tecnológica se presenta, en primer lugar, como una política más definida en cuanto a la manera en que la ciencia y la tecnológica serian benéficas para las sociedades. A diferencia de la política científica donde la aplicación de recursos se enfoca en la generación de personal calificado para la producción de ciencia básica, así como de la infraestructura necesaria para tal fin, la política tecnológica establece la necesidad de cambiar el modelo económico mediante la tecnología para generar un desarrollo más dinámico y acelerado. Es decir, se espera que, tanto la ciencia como la tecnología, puedan aplicarse benéficamente en la sociedad, por lo que se resalta el papel instrumental de ambas.

Al igual que la política científica, la política tecnológica tiene como principal gestor e inversor al Estado, pero ahora éste dedica esfuerzos para que existan mayor participación del sector privado, así como mayor relación entre éste y universidades, centros de investigación e instituciones de fomento industrial. De esta manera, las actividades de ciencia y tecnología se encuentran evidentemente menos centralizadas que en la época anterior. Por otra parte, aun no se puede decir que la sociedad haya adquirido un rol participante en el desarrollo de la política, ya que el diseño de ésta continúa fuertemente ligado a la burocracia estatal y científica⁵ (si bien ya existía una preocupación explícita por la responsabilidad de la ciencia ante la sociedad). Sin embargo la participación de las empresas (tanto públicas como privadas) en su formulación incluyó una voz importante para la modelar la política, lo cual es evidente en la medida en que los discursos enrolaban principalmente temas de producción e industrialización.

⁵ La burocracia científica se refieren a las estructuras administrativas, personal y procesos que se encuentran relacionados plenamente con la ciencia y la tecnología de un país. Algunos de estos procesos son por ejemplo la requisición de materiales de laboratorio, la contratación de personal, el llenado de reportes etc.

Las políticas tecnológicas aún conservan un alto grado de nacionalismo, por lo que los planes y programas desarrollados de la época se encuentran dirigidos hacia la problemática nacional (en México fue planteado el programa *Política nacional y programas en ciencia y tecnología*) y particularmente, a resolver las complicaciones de la dependencia gestados durante la época anterior. Como hemos mencionado, los autores del PLACTS se insertan en esta etapa, teniendo alguna influencia en las políticas tecnológicas de varios países (en México Miguel Wionczek es nombrado director adjunto en el CONACYT y es muy marcada su tendencia hacia el rompimiento de la dependencia tecnológica y a las funciones sociales de la ciencia; mientras que en Brasil el “modelo de tres vértices” o “Triángulo Sábado” fue implementado en proyectos de gran escala, como la industria aeronáutica, computadoras y electrónicos (Etzkowitz, s/a)).

Por otra parte, la política tecnológica da un avance sobre la concepción del desarrollo científico y sus aplicaciones prácticas. En vez de sujetarse a la idea de desarrollo lineal de la ciencia, se proclama decididamente “que aunque la ciencia es universal, la que cada país desarrolle debe corresponder fundamentalmente a su problemática” (INIC, 1970: 29). En sí, no se estaba impulsando una forma nueva de concebir la producción de conocimiento científico, sino la manera en como éste podía ser de mayor utilidad para los países en cuestión, nuevamente, su instrumentalidad.

C) POLÍTICA DE INNOVACIÓN

Situación a nivel internacional

Las políticas de innovación surgen en el periodo en que los estados nacionales pasan del esquema de estado interventor al modelo neoliberal. El Estado interventor (cuyas características principales fueron la intervención directa y activa en la economía nacional; implementación de programas sociales y con claros tintes nacionales para paliar los grandes problemas sociales y económicos; un sistema de representación partidista; y un fuerte control de la estructuras sociales, entre otras particularidades) fue “desmantelándose”, principalmente durante de la década de los ochenta.

En América Latina, en el plano económico, el Estado interventor entró en crisis debido a su fuerte incidencia en la economía nacional, la cual subvencionaba una gran cantidad de programas de asistencia social y de empresas estatales y privadas. De esta manera, en el periodo anterior, situaciones como la explosión demográfica y los conflictos sociales eran manejables porque el crecimiento económico era superior al de la población (Sagasti, 2000).

Entonces las políticas de innovación surgen en un periodo en que la reducción del Estado se presenta en su mayor auge, por lo que sus repercusiones en la ciencia y la tecnología también tuvieron efectos negativos primordialmente para los países en desarrollo. Según Sagasti (2000), los años que comprenden desde el final de la Segunda Guerra Mundial hasta la década de los 80 o “década perdida” los esfuerzos de América Latina para crear conocimiento de base científica, y empalmarlo con la fuerza productiva, fueron arduos y constantes, pero las crisis económicas de esos años impidieron continuar con los programas en la materia.

Por otro lado, como caso particular, en los Estado Unidos se promulga el *Bayh-Dole act* en 1980, el cual sentó las bases que otros países seguirían. Esta ley tiene como finalidad dirigir de manera más decidida la investigación científica a fines comerciales, mediante el otorgamiento de patentes a los beneficiarios de fondos de fondos federales para actividades de Investigación y Desarrollo (I+D), los cuales ahora tendrían derecho a patentar invenciones, y a su vez, conceder licencias a empresas (Cervantes, s/a). El giro que representa esta ley es interesante en la medida en que propicia un cambio en la concepción de los hombres de ciencia, los cuales pasarían de ser investigadores a inventores e incluso empresarios.

Ahora bien, las políticas de innovación surgen en este periodo en que se espera que la investigación científica pueda ser redirigida a la generación de innovaciones, es decir, en la inserción de productos y servicios en el mercado. Bajo ese tenor, economistas principalmente neoshumpeterianos, arrojaron conceptos y esquemas bajo los cuales es plausible analizar el fenómeno de la innovación. A partir de ahí éstos fueron retomados por los *policy makers*⁶ para darle un carácter operacional (Casas, 2001).

⁶ En este documento entendemos por *policy makers* a los encargados de formular políticas sobre asuntos de interés público, los cuales pueden ser actores gubernamentales, científicos, empresarios o de otras especies. En ese sentido queremos remarcar que tanto científicos, tecnólogos,

Continuando, existe una tendencia general por parte de los gobiernos que elaboran políticas de innovación, así como de académicos, por involucrar fuertemente los esfuerzos por realizar investigación a la innovación en sí, o bien, a la solución de problemas concretos de determinados grupos sociales. A esta nueva vinculación ciencia-tecnología-innovación se le conoce como *modo 2 de producción*, la cual se caracteriza por la producción de conocimiento de manera inter y multidisciplinar, justificando su pertinencia o no en tanto logra resolver problemas en un contexto de aplicación (Gibbons, 1998; Soto, 2011). En ello es importante resaltar que, precisamente, la generación de conocimiento novedoso ya no es una premisa, sino más bien el uso del ya existente para resolver los problemas planteados (Gibbons, 1998).

El caso mexicano

Para este punto del documento es posible afirmar que la orientación de la política científica en México ha estado guiada principalmente por dos tendencias: la primera que abarca desde la creación del CONESIC en 1935, pasando por el CICIC y el INIC, en la que se aprecia una constante científica y tecnológica en los discursos oficiales para desarrollar la industria y la agricultura nacional (Casas, 1985), y la segunda que se caracteriza por una reorientación a objetivos de mercado que se puede encontrar en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 y en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1990-1994, en el que se intenta, por medio de la ciencia y la tecnología, atender las demandas de bienestar de la población y promover el financiamiento principalmente privado de la ciencia, donde los grandes emprendimientos reservados al Estado y sus empresas son remplazadas por pequeñas empresas-laboratorio con fines productivos más específicos que los anteriores (Casalet, 1995; Dagnino, Thomas, y Davyt, 1996).

Este cambio es importante en comparación de la extrema injerencia del Estado en la economía anterior a estos periodos. Por otro lado, la baja eficiencia de las instituciones e instrumentos de ciencia y tecnología heredadas del periodo de sustitución de importaciones y los requerimientos tecnológicos del nuevo patrón industrial, la globalización y la regionalización de mercados

académicos y demás han fungido en diversas ocasiones como *policy makers*, sin embargo es común que también se les tipifique bajo los términos de “expertos” o “asistentes”, lo que ha desviado la atención hacia éstos dándoles un carácter inadecuado de neutralidad e imparcialidad.

(condensados en el Acuerdo General de Tarifas y Comercio (GATT) al que ingresó México en 1986) y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994, fueron, al parecer, los elementos que mayor relevancia tuvieron para que tal cambio surgiera (Casalet, 1995). Sin embargo los actores que participaron en la elaboración de estos planes y programas fueron primordialmente gubernamentales (Peña y Archundia, 2006). Es hasta el año de 1999 cuando se abre un proceso de consulta a diversos actores, fecha en la que fue aprobada la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica. En el proceso de consulta de esa ley participó la comunidad científica y tecnológica, funcionarios públicos y legisladores, así como diversos organismos como la Académica Mexicana de Ciencias, el propio CONACYT y el Consejo Consultivo de Ciencias de la presidencia de la República. A pesar de los esfuerzos realizados la toma de decisiones, la asignación de presupuestos y la definición de programas continuaron fuertemente centralizados.

La Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica no llegó a implementarse. El motivo más evidente es que su promulgación tuvo lugar al final del gobierno que la elaboró, sin embargo esta ya contenía claramente los objetivos de la política de invocación, pues incluyó el tema de la innovación (capítulo IV de dicha ley), la necesidad de vincular el progreso científico con la empresa y la sociedad, y la preocupación por la regionalización de la ciencia y la tecnología. Estos elementos serían retomados en la posterior ley con una mayor cantidad de actores involucrados.

En el año 2000, con la entrada de una ideología nueva al poder, la política y la estructura que administra la ciencia y la tecnología en México se vio reformada. Si bien ya existía una visión de competitividad a inicios de los años 90 (Casalet, 1995) es a partir de la Ley de Ciencia y Tecnología promulgada en 2002 que ésta se vuelve explícita. Este cambio se condensa en la visión de competitividad que es mejorada y aumentada por medio de la ciencia y la tecnología. Podemos decir que es a partir de este momento que la política en el tema en México deja por completo los fines nacionales relacionados con la ciencia y la tecnología, y se enfoca en la vinculación empresa-universidad que contribuyen a la competitividad del país y retribuyen de manera económica; al mismo tiempo que rompe con las etapas anteriores de la política que se caracterizaban por una

noción de crecimiento natural del sector y una evaluación autorreferente, y la intercambia por una orientación a resultados con impacto en la competitividad (Peña y Archundia, 2006; Soto, 2011), cuestión que haya similitud con los países latinoamericanos al emular las experiencias exitosas de los países desarrollados, y al romper con su historia (al menos en materia de política científica y tecnológica) como un pasado malogrado (Dagnino et al 2000).

La promulgación de la Ley de Ciencia y Tecnología trajo consigo reformas en la estructura administrativa del sector científico y tecnológico. Peña y Archundia consideran las siguientes:

- Otorga a la ciencia el carácter de “política de Estado”.
- Consolida un nuevo sector exclusivo para la atención de los temas de ciencia y tecnología, otorgándole al CONACYT el carácter de órgano coordinador del sector.
- Creó un ramo presupuestal especial para la ciencia y la tecnología (Ramo 38).
- Constituyó varios cuerpos colegiados con la participación formal de diversos actores en el diseño de la política científica y tecnológica (Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico; Comité Intersecretarial de Presupuesto; Comités Interinstitucionales; Foro Consultivo Científico Tecnológico; Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología, entre otros).
- Estableció el mandato legal de elevar al 1% del PIB la inversión en investigación y desarrollo (GIDE).
- Asignó recursos mediante fondos concursales a través de convocatorias públicas administradas por fideicomisos, para garantizar la continuidad de los mecanismos de apoyo a estas actividades (Peña y Archundia, 2006: 143).

Buena parte del apoyo a la actividad científico-tecnológica en México se encuentra contemplada en varios programas que están compuestos de diversas maneras, sin embargo la mayor parte de sus objetivos persiguen impactos en la economía. Usando las características diseñadas por Peña y Archundia (2006) podemos ubicar a los programas científico-tecnológicos en México de la siguiente manera:

- Instrumentos tradicionales: cuyos instrumentos principales se formularon durante la primera etapa del CONACYT (creación del Sistema Nacional de Investigadores y becas).
- Instrumentos reformados: cuyos componentes se han reformado con los cambios en la administración (Programa Nacional de Posgrado, Estímulos Fiscales, y otros instrumentos de incentivos a la tecnología en general).
- Instrumentos nuevos: cuyos componentes se corresponden al objetivo actual de la política de ciencia y tecnología (Fondos Sectoriales, Mixtos e Institucionales, el Programa Avance y el Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica) (Peña y Archundia, 2006, véase en especial 144-145).

Aunque con algunas modificaciones, actualmente todos estos programas siguen vigentes, por lo que la estructura que muestran Peña y Archundia sigue siendo útil para entender la programática más importante en el sector. De ahí que por un lado los instrumentos tradicionales mantengan la base científica del país (investigadores e investigaciones); los instrumentos reformados contribuyan a la formación de posgraduados y fomento a la investigación en las empresas por medio de estímulos fiscales; y que los instrumentos nuevos estén compuestos de diversos fondos intersectoriales y mixtos cuyo objetivo es el apoyo a la vinculación universidad-empresa para la innovación y la competitividad.

Definición de la política

La política de innovación viene a presentarse como un quiebre con las políticas anteriores por varios motivos. El primero de ellos es la liberalización, en sentido económico, de la concepción sobre la ciencia y la tecnología. Si bien ya existía interés porque los productos de la investigación pudieran comercializarse, es en esta etapa donde se dejan atrás los fines nacionalistas y de desarrollo a los que se habían enfocado anteriormente. En otras palabras, se deja atrás la relación ciencia-desarrollo para enfocarse a la relación ciencia-economía.

También surge la prioridad de integrar a los medios de producción, uso y comercialización de bienes relacionados con la ciencia y la tecnología en sistemas coherentes, los cuales pueden ser

modelados conforme a los intereses de los grupos en el poder del momento. Estos modelos son los así llamados Sistemas Nacionales de Innovación, y debido al amplio espectro en que pueden ser definidos (Nelson, 1993; Rincón Castillo, 2004) pueden ser utilizados también para justificar las actitudes preponderantes del momento.

Un rasgo característico muy importante de las políticas de innovación es el ímpetu por la participación del sector privado en cuanto a inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación sea cada vez mayor, mientras que la participación del Estado va siendo reducida. Este rasgo es vital para la comprensión de la política de innovación, pues a diferencia de los anteriores tipos de política (donde la dirección política del Estado era vital para marcar prioridades de investigación que contribuirían en la definición de sectores estratégicos, así mismo como la elaboración de problemáticas sociales de interés público y posibles soluciones) éste continua con el esquema neoliberalista en tanto que promueve la no intervención estatal en favor de mayor libertad de mercado. Por su parte, en este periodo se considera a la sociedad como consumidora y demandante de bienes y servicios de base científico-tecnológica, es decir, aun no se le incluye de manera activa en el diseño de la política.

En ese sentido, otro aspecto importante es la concepción sobre la función social de la ciencia, la cual es retomada del *modo 2*. Son varios aspectos los que conforman ésta concepción, pero se subraya la idea de que la ciencia se justifica o no por el impacto real en la sociedad, y no por su carácter teórico o especulativo. Esto es, en otras palabras, una ruptura con el cientificismo de las épocas anteriores, es decir, la ciencia justificada por sí misma. Por ello las políticas de innovación se interesan menos por la producción de nuevo conocimiento y más por los procesos de aprendizaje que dirijan a la innovación.

CAPÍTULO 2. POLÍTICA TECNOCIENTÍFICA: UNA ALTERNATIVA

Ahora que hemos hecho un esbozo que caracteriza a los tipos de política que han sido elaboradas por el gobierno para impulsar, fortalecer y consolidar el desarrollo de la investigación científica, tecnológica, la innovación y las relaciones de estas con la sociedad, nos es posible continuar con

la elaboración de una propuesta más integral de política. Utilizaremos cuatro elementos-nociones que inscriben nuestra postura desde un punto de vista analítico y dinámico de la ciencia y la tecnología. Estos elementos son: el concepto tecnociencia, ciencia y democracia, desarrollo lineal de la ciencia y cultura tecnocientífica. Estas nociones han sido desarrolladas por diversos autores y han tenido como finalidad común la de vincular el desarrollo científico-tecnológico con la sociedad desde un enfoque dinámico.

En este apartado también abordamos un actor que será incluido en nuestro modelo. Este es la ciudadanía. Como veremos, estos elementos no han sido inscritos plenamente en el cuerpo de lo que hemos definido como política científica, política tecnológica y política de innovación, y que de acuerdo a nuestra argumentación, son de vital importancia para dar un giro en las políticas en el tema por elaborarse.

Tecnociencia

En primer lugar, retomamos el término de *tecnociencia*, el cual es un término que corresponde a los estudios ciencia, tecnología y sociedad (CTS), y que ha sido definida ampliamente en múltiples trabajos (Arellano, 1999; Arellano y Morales, 2005; Latour, 1992; Latour, 2001). El concepto tiene un carácter activo y vinculatorio, el cual se expresa en asumir la labor científica y tecnológica de forma no separada, el cual tiene un carácter dinámico que se conforma por la internación de múltiples entes tanto técnico-científicos como de otras especies, por lo que su desarrollo se encuentra inextricablemente ligado al de la sociedad. En ese sentido, la concepción que nos guía sobre la ciencia y la tecnología no es la que obedece a la separación ontológica del quehacer especulativo, por un parte, y el práctico por otro, para lo cual el primero estaría vinculado a la elaboración teórica, el cual trazaría las pautas que regulan el universo (relacionado con la ciencia moderna o la *episteme* de la Grecia clásica); mientras que el segundo se vincularía a la aplicación y transformación del mundo mediante la *techne* (o la tecnología moderna) (Arellano y Morales, 2005; Arellano, 1999). Pues bien, para nosotros la separación ciencia/técnica, o bien, el saber-decir/saber-hacer, teoría/práctica, *episteme/techne*, no son más que muestras de intereses de quienes quieren ser reconocidos como teóricos, o bien como técnicos (Callon en Arellano, 1999),

pues como explica Barone “[...] en la medida que el momento de la verificación experimental es indispensable a la vida misma de una teoría científica y que el momento de la verificación teórica se consolida como momento técnico, en esa medida la experiencia técnica adquiere la dignidad de ciencia” (Barone en Hernández y Morales Navarro, 2005: 75).

La tecnociencia no se define por los aspectos puramente científicos o técnicos, sino por todas aquellas actividades que hacen posible el desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como de las maneras en que éstas tienen empuje en la sociedad. De este modo *tecnociencia* serían todos los aspectos involucrados con el quehacer científico-tecnológico, mientras que los términos ciencia y tecnología por separado harían referencia a todas aquellas actividades que ya han sido juzgadas y clasificadas, las cuales son resultado de la tecnociencia:

(...) la palabra **tecnociencia**, que describe todos los elementos vinculados a contenidos científicos, sin que importe lo sucios, inesperados o extraños que parezcan, y la expresión “**ciencia y tecnología**”, entre comillas, para designar lo que se mantiene de la tecnociencia una vez establecidos todos los juicios de responsabilidad (Latour, 1992: 169).

Como vemos, la tecnociencia es un esfuerzo de traducción de intereses científicos, tecnológicos y de gente de lo más variada (burócratas, industriales, militares, políticos, periodistas, granjeros, colegas, usuarios etc.). Todos ellos tienen interés en permitir o impedir que la tecnociencia se desarrolle, y en su conjunto contribuyen a definir los resultados finales de las investigaciones. Por ello es que desde el punto de vista de la tecnociencia se deben de tener en cuenta no solo a los científicos, sino al conjunto de elementos involucrados con la investigación. Por tal motivo, como dice Sábato y Bonata, la ciencia y la tecnología “son efecto y causa del desarrollo, lo impulsan pero también se alimentan de él” (Sábato y Botana, 1968: 1). En síntesis, la tecnociencia no es el inicio o el fin de la investigación y sus aplicaciones, sino todo su transcurso⁷.

⁷ A partir de este momento, cuando nos refiramos a los términos de ciencia y tecnología por separado estaremos entendiendo a estas en sentido moderno. Por otra parte, cuando refiramos tecnociencia lo haremos bajo la propuesta de síntesis de los elementos científicos, tecnológicos y sociales que proponemos.

Bajo ese tenor, los desarrollos de la política científica, política tecnológica y política de innovación obedecen en gran medida a éste pensamiento separatista en las que han sido privilegiados las concepciones, por una parte, de la ciencia básica (aquellas que no tienen una finalidad concreta más que la de incrementar el conocimiento), o por otra parte la ciencia aplicada e ingenierías (que se dirigen a la aplicación específica de conocimientos y tecnologías para solución de problemas). El fin de esta escalada sería el reacomodo para que la investigación ya producida sea de utilidad social mediante la innovación, dejando de producir nuevo conocimiento.

Estas discusiones han sido planteadas en su momento por los *policy makers* al elaborar reacomodos que justifiquen las inversiones en ciencia y tecnología y su impacto en los países. Siendo así, vislumbramos que la disyuntiva entre apoyar ciencia básica o bien, ciencias aplicadas, que ofrece la separación ontológica entre ciencia/técnica, acarrea problemas que son apriorísticos e innecesarios, ya que los *policy makers*, además de encontrarse ante los problemas para definir cómo y para qué deberán establecerse políticas en ciencia, tecnología e innovación, tendrían que lidiar con la problemática de dilucidar si se requiere mejorar las técnicas y tecnologías, o bien, los recursos ligados a las ciencias básicas en general, cuando la preocupación principal debería girar en torno a la definición de proyectos concretos donde la investigación científico-tecnológica estuviera claramente enrolada con la sociedad.

Ciencia y democracia

La separación entre la ciencia y la tecnología también ha acarreado otros problemas que son de orden político-democrático. Esto es que, en la medida en que se ha definido a la ciencia y la tecnología como un campo aislado de la sociedad, conformado por personal experto y tecnologías especializadas, entre los cuales han consolidado a la investigación como reveladora de verdades universales, y por tanto a la tecnología como el medio más eficaz para dominar las fuerzas de la naturaleza, se ha tendido a expulsar a grandes capas de la sociedad de la discusión en la conformación de hechos científicos y aparatos técnicos, los cuales en conjunto con las jerarquías científicas, tecnológicas, económicas y políticas, van definiendo el rumbo de la civilización (Feenberg, 2000; Latour, 2001; Arellano, 2007), ya que la ciencia y la tecnología se han constituido

como las principales fuentes de creación del mundo. En palabras de Habermas “El progreso casi autónomo de la ciencia y la tecnología aparece, pues, como una variable independiente de la que dependen las variables más importantes del Sistema, es decir, el crecimiento económico” (Habermas en Arellano, 1999: 29).

Esta situación es bien explicada por Arellano (2007) y Latour (2001), y consiste en la concepción absolutizada de que la ciencia, tiene la capacidad de acceder a la realidad tal cual es, de representarla y hacerla aparecer ante nuestros aparatos cognitivos y encausarla a través de leyes universales. Por otra parte, la política se relativiza no solamente a cada pueblo, comunidad, sociedad o Estado, sino que adquiere un matiz cambiante e inestable por encontrarse envuelta en pasiones de todo tipo y por no poder establecer métodos seguros y efectivos para poder controlarla y predecirla. Antonio Arellano resume este escenario claramente:

El tema de la representación de la naturaleza y de la sociedad como una configuración epistemológica paradójica. Por un lado, la ambición de los numerosos científicos y amplias capas del público suponen que las verdades objetivas representan la naturaleza o la sociedad, lo que les ha conducido a suponer que la objetividad científica es el último eslabón en la evolución del conocimiento de la realidad y que la ciencia consiste en revelar verdades universales.

[...]

Ahora bien, en el asunto de la representación de la política moderna, todos los temas son discutibles, rebatibles, sometidos al escrutinio de los actores. En política no hay punto de vista privilegiado, y las ideas con pretensiones de validez universal sucumben ante el reclamo del irreductible relativismo ideológico (Arellano, 2007: 62).

Uno de los principales problemas que se tienen al abordar las políticas en el tema deviene principalmente de la concepción desigual de la relación entre la ciencia universalizada y de la política relativizada (Arellano, 2007), ya que la primera no se discute, se da por hecho; mientras

que la política es siempre vista con recelo, puesta irremediabilmente sobre tela de juicio. Esta dinámica se ve difundida y ampliada por las instituciones políticas debido a las atribuciones que disponen, puesto que estas tienen la capacidad de apoyar, fomentar y moldear los aspectos científico-tecnológicos que consideren necesarios para los países (como ya lo hemos expuesto en el primer capítulo del trabajo) y por lo tanto, definir uno u otro tipo de ciencia y tecnología.

En ese orden de ideas, con el concepto de tecnociencia nos sería posible conformar una política que propicie que la elaboración tecnocientífica adquiera visos democráticos cada vez claros: la propuesta consiste “en integrar la actividad científica en el juego normal de la sociedad y de la política en la integración progresiva de un mundo común, dicho de otra manera, otorgar democracia a las ciencias” (Arellano, 2007: 71).

Desarrollo lineal de la ciencia

Bajo esa línea de ideas, las políticas científicas, tecnológicas y de innovación han incurrido en el problema de considerar a la ciencia y la tecnología desprovista de valores y orientaciones, las cuales son desarrolladas mediante procesos lógicos, racionales y sin mayores contratiempos que los referentes a la inversión para su desarrollo. En suma como una fuente de soluciones y no como generadora de nuevas problemáticas.

La constitución del desarrollo lineal de la ciencia y la tecnología ha recaído en la generación de diversas problemáticas, varias de ellas de orden político. Andrew Feenberg (2000) por ejemplo ha criticado la concepción que tienen los gobiernos, particularmente sobre la tecnología, ya que la conciben en un esquema de desarrollo lineal, neutral, único y uniforme, que amplía y expande las capacidades de las naciones que opten por adquirirla y desarrollarla. Según Feenberg, los gobiernos trabajan bajo la noción de una ciencia y una tecnología neutrales, donde éstas se desarrollan y funcionan de la misma manera en todo lugar, y por ello mismo, el traslado y difusión de la misma se facilita.

Feenberg critica las ideas que indican que el progreso científico-tecnológico viaja a través un curso eminentemente racional, de configuraciones simples a más avanzadas, por lo cual las naciones

menos aventajadas deberían seguir el ejemplo de aquellas que se encuentran en etapas más adelantadas. Siendo así, las naciones pueden ir rápido o lento, sin embargo el camino a seguir se encuentra dispuesto (Feenberg, 1999). Esa misma idea es la que sugiere que, en todo caso, lo que hace falta son más bien los recursos económicos necesarios para poder desarrollar o importar las tecnologías útiles para cumplir los objetivos establecidos por uno u otro régimen. En este punto resulta necesario atribuir a la ciencia, la tecnología y sus productos la idea de autonomía, es decir, sin referencia a la sociedad, y por tal motivo descontextualiza.

Estas posturas han sido ampliamente compartidas y desarrolladas en las políticas científicas, tecnológicas y las más recientes políticas de innovación⁸, y pueden ser abarcadas sin mayores contratiempos a través del denominado modelo lineal de innovación, en el cual se extiende un proceso continuo de producción que va desde la elaboración de ciencia básica hasta la puesta en escena de las innovaciones, de las cuales se presume son eminentemente benéficas, principalmente desde el punto de vista económico.

Para Feenberg (2000) este es un determinismo tecnológico que ha tendido a crear prácticas tecnológicas antidemocráticas, ya que la tecnología fue rediseñada desde las cúpulas políticas y económicas para responder a esta forma de control, que en la industria ha permitido “el remplazo de la mano de obra calificada por la más maleable mano de obra sin calificación” (Feenberg, 2000: 12), lo que ha dado como resultado una incapacidad de crítica a la misma tecnología que viene acompañada de la degradación del trabajo. Sin embargo esta cuestión no termina en el ámbito laboral: se extiende a la vida cultural y social como un todo.

En tal caso, el desarrollo científico-tecnológico del modelo lineal ha contribuido a que exista un déficit de participación ciudadana en la conformación de una sociedad más igualitaria, más libre, con un rango más amplio de participación en temas de interés común, como lo son los aspectos científico-tecnológicos. La propuesta que elaboramos tiene que responder a esta problemática, de tal forma que se brinde democracia a la política, abriendo espacios de participación a la sociedad en general, de manera en que esta pueda estar involucrada en todo el proceso de la

⁸ A estas posturas que atribuyen a la tecnología el carácter más eficaz para dominar a la naturaleza, y al mismo tiempo le otorgan la característica de aplicación universal (la tecnología funciona de la misma manera en todo lugar y momento) son consideradas como deterministas tecnológicos.

política (conformación del problema, toma de decisiones, implementación y evaluación); pero también brindando democracia a las ciencias (Latour, 2001; Arellano, 2007) y a la tecnología (Feenberg, 2000), lo cual quiere decir que la sociedad se encuentre en posibilidad de adquirirla, pero esencialmente, de criticarla y de adaptarla a sus necesidades.

La propuesta entonces giraría en torno a conjugar los elementos científico-tecnológicos con los políticos, de manera en que se pueda democratizar la ciencia y la tecnología, pero también la forma de elaboración y aplicación de la política.

Cultura tecnocientífica

Este último aspecto en el cual la sociedad se encontraría en posibilidad de adquirir las ciencias y las tecnologías necesarias para solucionar sus problemas, así como las capacidades de crítica y adaptación, son de carácter esencialmente cultural. Estos aspectos culturales han venido desarrollándose bajo la perspectiva de que la tecnociencia es el nodo que vincula los principales aspectos que propician o limitan el desarrollo de los pueblos. Bajo ese tenor, León Olivé ha hecho hincapié en la necesidad de reorientar las políticas en la materia para que den un giro hacia la cultura:

[las políticas] han de orientarse hacia el desarrollo del conocimiento y hacia el aprovechamiento social de la ciencia y la tecnología, lo que es distinto a orientar la ciencia a la resolución de problemas sociales. Para lograr este aprovechamiento social, como se verá, se requiere coordinar las políticas de ciencia, tecnología e innovación con políticas educativas y culturales... (Olivé, 2008: 38).

Los argumentos de Olivé versan en términos de cultura tecnológica incorporada y no incorporada, la cual se explica básicamente en la medida en que la cultura incorporada son las habilidades, conocimientos, destrezas etc. necesarios para operar un sistema tecnológico. Por su parte, la cultura tecnológica no incorporada son las creencias, actitudes, pautas de comportamiento y valores que son relacionadas con un sistema tecnológico. Ambos tipos de cultura, aunados a los

valores y prácticas de otros actores como empresarios, científicos, tecnólogos, servidores públicos etc. conforman lo que él denomina cultura tecnocientífica, y estas son indispensables para operar y desarrollar la innovación en espacios concretos, como por ejemplo, en las comunidades autóctonas.

A pesar que nos encontramos en desacuerdo con las posturas de Olivé relacionadas con la vuelta a las orientaciones lineales de las políticas científicas y tecnológicas, y las tendencias separatistas entre ciencia, tecnología y sociedad, sobresalen las explicaciones sobre la necesidad de que tanto la sociedad en su conjunto, así como las diversas culturas que la integran estén en condiciones de apropiarse del conocimiento científico y tecnológico de una manera crítica, y de esta forma, resolver sus problemas de manera participativa. Este punto es importante puesto que en la medida en que se ha considerado a la ciencia y la tecnología como solucionadora de problemas sociales, se continúa concibiendo a estos como objetos, sin posibilidad de que puedan ser debatidos, criticados y puestos en escena pública para su discusión. En ese sentido, las propuestas culturales de Olivé se encuentran hermanadas en la urgencia de brindar democracia a la ciencia (Latour, 2001) y a la tecnología (Feenberg, 2000) desde la base social.

Las propuestas de Feenberg y Olivé introducen perspectivas interesantes para la formulación de políticas en el tema, ya que, en primer lugar, ambos desechan la idea de neutralidad de los aspectos técnico-científicos, argumentan que estos se encuentran imbuidos de valores, creencias y orientaciones culturales, y por lo tanto es posible modificar la manera que la ciencia y la tecnología son desarrolladas. En este punto ambos autores inciden en que son necesarias nuevas actitudes por parte de los responsables de la política para que ésta se desenvuelva democráticamente, lo que de inicio incluye ampliar el espectro de actores que elaboran e implementan los programas tecnocientíficos. Por otra parte también es necesario enfocar los esfuerzos para que la sociedad se encuentre en posibilidades de adquirir los conocimientos y habilidades para que la participación en la política sea pertinente. Estas propuestas son prudentes pues si en la actualidad la ciencia y la tecnología han devenido en las principales generadoras de problemáticas, de la misma manera en que estas se han constituido como las principales constructoras de nuestro mundo ¿no resulta necesario que los esfuerzos actuales que involucren

programáticamente el desarrollo y aplicación tecnocientífica deben de contar con la más amplia participación ciudadana, puesto que las consecuencias tecnocientíficas son de interés general? Para nosotros la respuesta es afirmativa y nuestra propuesta de política tecnocientífica se ciñe a ella.

Actor ciudadanía

El modelo que proponemos incluye a un actor más: la ciudadanía. Como se ha repasado a lo largo del texto, la sociedad ha estado presente de diversas maneras durante las etapas de política científica, política tecnológica y política de innovación, pero su participación se ha ido definiendo más bien por los actores ya consolidados, recluyendo a la sociedad a un papel secundario y esencialmente de espectador.

Por otro lado, la actual dinámica de la sociedad ha ido adquiriendo mayor fuerza en temas relacionados con la ciencia y la tecnología, dándole a estos un carácter plenamente público. Temas de actualidad como lo son la energía nuclear, la liberación de cultivos transgénicos al aire libre, el calentamiento global etc. han sido definidos ya no simplemente en términos de eficiencia o de solución de problemas, sino por la aceptación o no, por las creencias y orientaciones de la ciudadanía. De esta manera la sociedad vuelta en ciudadanía se ha ido incorporando en las políticas que incluyen temas científico-tecnológicos, ya no de manera pasiva y consumista, sino exigiendo derechos y atribuyéndose la competencia de discutir sobre otros.

La ciudadanía tiene sus orígenes en la Grecia clásica, que concedía el estatus de ciudadano a los hombres pertenecientes a la ciudad, los cuales podían participar en los asuntos públicos, ser electos como gobernantes, así como tener bienes, esclavos y otros derechos. La ciudadanía radicaba principalmente en la pertenencia (de raza, ética, cultural, lingüística etc.) y en las actividades del ciudadano en la *politeia*, donde se encontraban fundidos los quehaceres sociales con los políticos (Parada, 2009). Posteriormente se tiene un largo periodo de reposo que se prolonga durante la edad media. La ciudadanía surge nuevamente ligada a la concepción moderna del Estado-nación, donde son separados los aspectos políticos de los sociales (Bobbio, 1989; Harto, 2005) remitiendo a la ciudadanía a aquellos derechos devenidos del Estado hacia las

personas que cumplieran con cierto estatus jurídico (como contar con una edad requerida, tener pertenencias etc.) y que las vuelve pertinentes para participar en los asuntos públicos. De esta manera la ciudadanía a partir de la modernidad se concibe con un estatus eminentemente político que establece las relaciones Estado-ciudadano. Así mismo, si la ciudadanía se adquiere una vez cumplidos ciertos requisitos, es plausible de perderse o suspenderse si existen conductas de carácter punible, por falta de libertad, encontrarse fuera del territorio nacional, o por no gozar de facultades mentales (Parada, 2009).

Por otro lado, el actual concepto de ciudadanía articula procesos de emancipación social junto con la pertinencia para generar derechos. La ciudadanía sería entendida como una praxis emancipadora de la sociedad, siendo ésta el resultado de luchas sociales que definen a las personas que participan en ella como miembros competentes de la sociedad (Ramírez, 1998: 95-96). Esta es una diferencia esencial con la concepción anterior de ciudadanía, la cual es definida a partir del Estado, y que ha sido catalogada con los términos de “ciudadanía desde arriba” (haciendo alusión a los derechos y obligaciones devenidos y/o elaborados por los gobernantes), y ciudadanía desde abajo (parte de la sociedad que asume el derecho de formular derechos) (Valente, 1999). Esta última formulación es la que reconoce que la ciudadanía es más que el goce pasivo de derechos (Ramírez, 1998) y por lo tanto posee cierta autonomía con relación al Estado para poder influir en la elaboración de problemas de interés común y sus posibles soluciones.

La ciudadanía ha venido representándose a través de agrupaciones y movimientos sociales en pro de incidir y definir las problemáticas y temas que le son de interés, problemas y agrupaciones que sobrepasan las fronteras del Estado (Valente, 1999; Parada, 2009) ya que éste se va viendo impotente para agotar dentro de sus límites la política (Harto, 2005: 62). En ese sentido, la ciudadanía ya no hace referencia simplemente al estatus devenido del Estado, sino a las personas que toman conciencia de su rol en la sociedad. En esa línea cabe decir que la ciudadanía representa la unión nuevamente de la política con la sociedad, por ello se dice que la obligación de la ciudadanía es la participación en la sociedad civil (Parada, 2009), obligación de agruparse, organizarse y actuar, ejerciendo el derecho primordial de moldear la sociedad a la que pertenecen.

Desde hace ya varias décadas el optimismo sobre los beneficios de la ciencia y la tecnología se ha visto gradualmente desplazado por la desconfianza y el recelo hacia sus posibles riesgos (Salomon, 2001), cuestión que ha contribuido a que la ciudadanía haya permeado en los asuntos relacionados con la tecnociencia, espacios anteriormente remitidos a expertos y especialistas (Cuevas, 2008). En ese sentido se ha venido vislumbrando que el desarrollo científico-tecnológico tiene repercusiones cotidianas que afectan a los ciudadanos, empujándoles a éstos a iniciar debates sobre la pertinencia del desarrollo y puesta en escena de los adelantos surgidos de la investigación.

En ese sentido la ciudadanía es una fuente importante para la política tecnocientífica, ya que si por una parte se piensa que el ciudadano no tiene el conocimiento especializado para poder opinar, decidir y en suma participar en la política, se tiene que considerar que los científicos y tecnólogos, los cuales han alcanzado un cierto grado de especialización, pueden ser unos legos al participar en controversias que estén ligados con cuestiones políticas (Latour, 2001; Cuevas, 2008). En tal caso, bajo la incertidumbre de saber quiénes son los mejores para decidir sobre los asuntos que han de afectar a una sociedad, es prudente recurrir a formas democráticas de participación para que estas decisiones sean elaboradas de manera colectiva.

Por otra parte, la diversidad e importancia de los actores relacionados con la tecnociencia hacen necesaria su inserción formal dentro de la política tecnocientífica, pues aunque informalmente varios de ellos ya se encuentren incluidos, la formalidad otorga responsabilidad y al mismo tiempo autoridad para abordar el tema en los espacios destinados para tal fin. Es por ello que la ciudadanía debería ser incluida en la conformación de la política tecnocientífica puesto que, además de que el logro o fracaso de la política depende en buena medida de su inclusión o no, es previsible que, en palabras de Feenberg, devolviendo el centro de control tecnológico a la sociedad pueda surgir un nuevo y original sendero (2000).

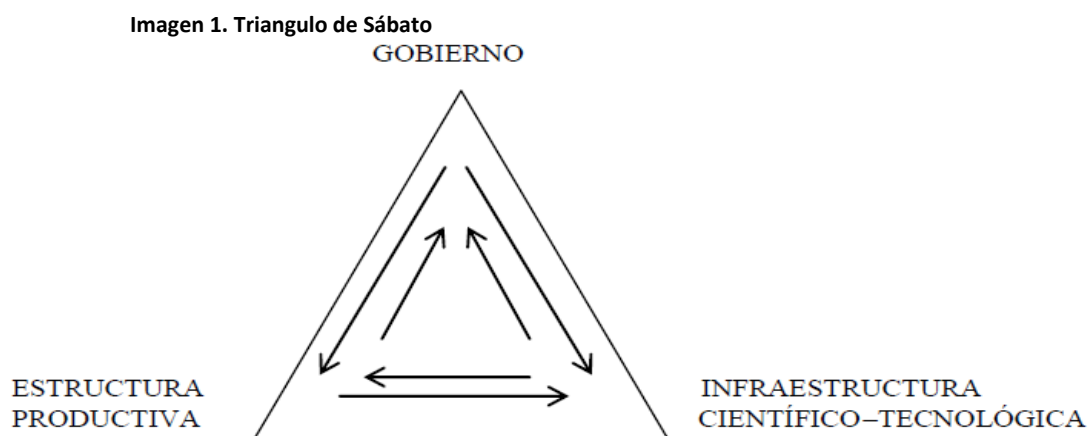
Modelo de cuatro vórtices

A continuación desarrollaremos tres modelos que han sido elaborados para representar a los principales actores que contribuyen en el desarrollo tecnocientífico. Estos modelos tienen como

finalidad relacionar la ciencia y la tecnología con la sociedad, ya sea a través del desarrollo económico, la solución de problemas sociales, o bien, mapeando las incursiones a que tienen lugar el desarrollo tecnocientífico. Estos modelos nos serán de utilidad para construir uno propio, el cual servirá para desarrollar nuestra propuesta de política tecnocientífica.

TRIANGULO DE SÁBATO

En la década de los 60 Jorge Sábato (Sábato y Botana, 1968) elaboró un modelo que llamó “Triángulo de relaciones”, el cual venía a definir a las principales estructuras que influyen en la producción de tecnología y su acoplamiento en los procesos de desarrollo. Este triángulo de relaciones se constituye por los vértices gobierno, estructura productiva e infraestructura científico-tecnológica. Según Sábato, cada uno de estos vértices tiene una lógica relativamente autónoma, pero se encuentran relacionados por las demandas y apoyos que de uno y otro vértice surjan. Sábato argumenta que un adecuado desarrollo de las intra-relaciones y una efectiva cooperación entre los vértices (inter-relaciones), darán como resultado un proceso de innovación, y al mismo tiempo permitirán una relación más competitiva y menos subordinada con los triángulos de otros países (extra-relaciones). Actualmente se conoce a este modelo como “Triángulo de Sábato”.

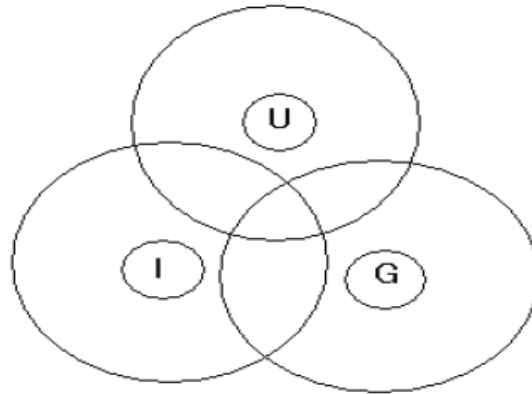


Fuente: Sábato y Botana, 1968.

Por otra parte, investigaciones más recientes han retomado aspectos similares a los planteados por Sábato en su momento. Henry Etzkowitz (Etzkowitz, s/a) ha propuesto el modelo de “Triple hélice” (*triple helix*), el cual se compone de los actores gobierno, universidad y empresa. Este modelo tiene como finalidad generar una innovación sostenida, la cual surgirá de las relaciones de competencia entre los actores.

El modelo desarrollado por Etzkowitz muestra tres configuraciones distintas de los actores en cuestión que son definidas por otros dos modelos (modelo estatista y modelo laissez-faire). Al modelo ideal lo denomina Triple hélice, el cual se inclina al equilibrio y la sostenibilidad de la innovación entre los tres actores. Para alcanzar esta innovación los actores deben lograr una interacción y una reciprocidad que les permita traspasar los roles propios y adquirir, en parte, los de sus compañeros. La innovación entonces se entendería como la capacidad de adquirir de manera efectiva capacidades de los otros actores. En ese caso, la universidad, además de la tarea de guardar, socializar y generar conocimiento, adquiriría el rol emprendedor, por ejemplo, a partir de incubadoras de empresas e inversiones en capitales de riesgo; la empresa, además de ser el principal promotor en la producción de bienes y servicios, crearía personal altamente calificado y realizaría investigación; y por su parte, el gobierno no sólo sería el principal y último generador de reglas de convivencia y control social, también haría posible que las empresas pudieran acceder a capitales de riesgo patrocinados por él (Etzkowitz, s/a). El equilibrio y la estabilidad de la innovación se generaría por la adecuada participación de los actores en cada uno de sus roles, pero al mismo tiempo, en el desempeño de los roles del otro.

Imagen 2. Campo de acción de la Triple Hélice



Fuente: Etzkowitz, s/a. Las letras se refieren a la universidad (U), industria (I) y gobierno (G).

El modelo del *Triángulo de Sábato* y el de *Triple hélice* son muy similares. A pesar de que su integración no es exactamente la misma, el modo de funcionar de ambos es muy parecido. Por ejemplo, los actores tienen cierta autonomía uno del otro, pero se relacionan creando demandas entre sí (triángulo de Sábato), o generando cierta competencia entre ellos (Triple hélice); por otra parte, cada actor debe continuar generando innovaciones dentro de su propio ámbito. El resultado de estas intra e interrelaciones (triángulo de Sábato) o balances (Triple hélice), debe crear una innovación sostenida que debería influir determinadamente en el desarrollo económico del país.

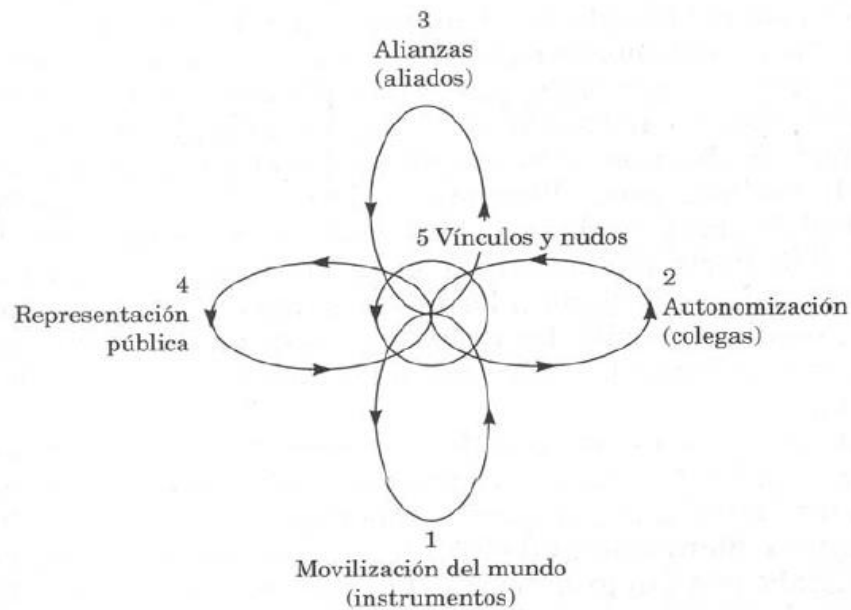
No es nuestra intención confrontar las propuestas de los autores, sino más bien manifestar, por una parte, que en las políticas tecnológicas ya eran abordados temas y modelos que han sido recurrentes en las más recientes políticas de innovación; y por otra parte, que las instituciones enunciadas en uno y otro modelo conforman a los principales actores que inciden la elaboración tecnocientífica y en la innovación. Por esto último los modelos son útiles para la elaboración de nuestra propuesta de política tecnocientífica.

MODELO CIRCULATORIO DE HECHOS CIENTÍFICOS

Por otra parte, Bruno Latour (2001) describe el desarrollo y conformación de los hechos científicos mediante un modelo que denomina *Modelo Circulatorio de Hechos Científicos*. Este modelo se

conforma de cinco bucles: *movilización del mundo* que consiste en el transporte de un lugar a otro de los elementos importantes de una investigación o práctica tecnocientífica. Se trata de hacer móvil al mundo para que éste pueda ser manejable; *autonomización* o *colegas*, que es la conformación de un grupo o grupos de especialistas interesados sobre un tema específico que incide en hacer notar la importancia de éste. Sin colegas no hay temas de interés; *alianzas* o *aliados*, se trata de las agrupaciones y actores (como empresarios, industriales, militares y gobiernos), de sus intereses concretos y sus colaboraciones para promover la investigación. Sin aliados la investigación no sería tan cara, pero tampoco valdría tanto; *representación pública*, es el intento de socializar los objetos y hechos surgidos de la investigación e incluirlos en el colectivo. Cualquier información surgida de los tres bucles anteriores no viaja simplemente hacia este cuarto bucle, sino que éste también participa en la definición de los presupuestos de la investigación; finalmente se encuentra el bucle de *vínculos y nudos*, es el centro de una red que viene a conformar los hechos científicos. El quinto bucle va adquiriendo sentido y sujetando a los otros bucles a medida que va consolidándose un hecho científico, el cual se concretiza con la ayuda de los otros bucles.

Imagen 3. Modelo Circulatorio de Hechos Científicos.



Fuente: Latour, 2001:121.

El *Modelo Circulatorio de Hechos Científicos* es interesante en la medida que agrupa a los actores señalados en los modelos de Triángulo de Sábato y Triple hélice. Estos actores son agrupados en el *bucle de alianzas*, que sería dado por los actores gobierno, universidad y empresa y otras agrupaciones que brindan apoyo al desarrollo tecnocientífico. Por otra parte, si bien el *Modelo Circulatorio de Hechos Científicos* es elaborado para mapear la redes que consolidan los hechos científicos, el mismo muestra como los actores que retomaremos en el modelo de cuatro vórtices son importantes en la elaboración cotidiana de tecnociencia.

Finalmente es importante aclarar que el modelo circulatorio es un modelo desarrollado para seguir los cursos que tienen los desarrollos tecnocientíficos, mientras que los modelos anteriores, y también el nuestro, son modelos propuestos para el análisis, y en su caso elaboración, de políticas en el tema: política tecnológica para el modelo de triángulo de Sábato; política de innovación para el modelo de Triple hélice, y política tecnocientífica para el modelo que propondremos. Nuestro modelo retomará además un bucle más del *Modelo Circulatorio de Hechos Científicos*: este es el de representación pública, ya que como hemos explicado al final del capítulo dos, es necesaria la inclusión del actor ciudadanía en la elaboración de la política tecnocientífica.

PROPUESTA: MODELO DE CUATRO VÓRTICES

En este apartado elaboraremos la propuesta de política tecnocientífica utilizando las nociones y modelos utilizados hasta ahora, así como al actor ciudadanía. Nuestra propuesta estará compuesta de dos partes principales: un modelo al que llamamos modelo de cuatro vórtices y un concepto de política tecnocientífica. Iniciaremos conjugando los elementos que hemos desarrollado para construir el modelo y concluiremos con el concepto de política tecnocientífica.

El modelo que proponemos se encuentra basado en los propios de Sábato (Triángulo de Sábato) y Etzkowitz (Triple hélice), por lo que incluimos a los actores propuestos por ellos. Por otra parte se debe considerar que estos modelos adolecen de dos problemas importantes que sí son considerados en *Modelo Circulatorio de Hechos Científicos*. Al primero de ellos lo podemos

identificar con la idea generalizada y asimétrica de que los productos tecnocientíficos o los productos y servicios que se hayan relacionados con la investigación son eminentemente benéficos. Esta idea deja sin crítica las contrariedades ya comunes en que la ciencia y la tecnología se encuentran involucradas. La trabazón científico-tecnológica en el mundo contemporáneo es cada vez mayor y así como posibles beneficios, también se encuentran peligros de distintos órdenes (políticos, ambientales, éticos, económicos, militares etc.).

El segundo de estos problemas es la disociación de la sociedad en general, y en particular de la ciudadanía, en el diseño tecnocientífico. El desarrollo científico-tecnológico debería ser entendido como un ámbito más de participación ciudadana. Es importante esta propuesta ya que la ciencia y la tecnología van convirtiéndose cada vez más en nuestro ambiente común: “El tema no es que las maquinas “dominen”, sino que al elegir utilizarla también hacemos muchas elecciones culturales solapadas. La tecnología no es simplemente un medio, sino que se ha convertido en nuestro ambiente y en un modo de vida: este es su impacto sustantivo” (Feenberg, 2000: 5). Bajo ese tenor, la política en el tema debería fomentar la cultura tecnocientífica, lo cual quiere decir por una parte y en términos de León Olivé (2009), que la sociedad estuviera en condiciones de una apropiación tecnocientífica para aprovechar los recursos científico-tecnológicos de acuerdo a sus creencias, valores y costumbres (lo cual es distinto a orientar la ciencia a la resolución de problemas sociales); y por otra parte la apertura de la política en el tema para que la ciudadana participe en su proceso de elaboración e implementación (Cuevas, 2008). De la cultura tecnocientífica y de la apertura de la política surgiría una verdadera participación de la ciudadanía en la política tecnocientífica.

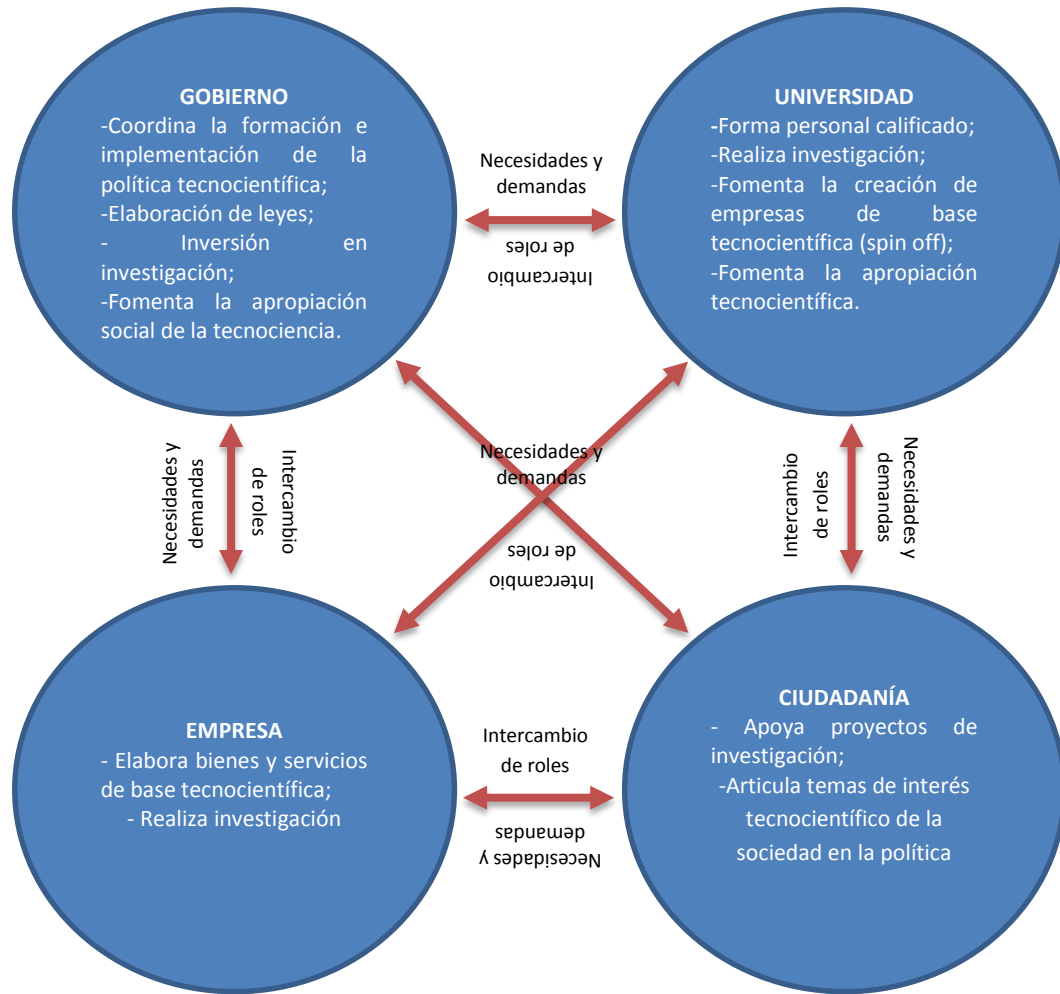
El termino *tecnociencia* y la inclusión de la ciudadanía vendrían a ser la principal novedad en la instauración de una nueva política al permitir que la participación fluyera de manera más libre, principalmente con relación a la ciudadanía, pero también con los otros actores. Al mismo tiempo esta propuesta permitirá crear nuevas relaciones entre los actores, en la medida en que éstos, junto con la ciencia y la tecnología, se encontrarían entrelazados y en condiciones más equitativas de involucrase, y no supeditados entre sí.

Continuando, el modelo que proponemos incluye a los tres actores enunciados más arriba (gobierno, universidad y empresa) junto con sus roles debido a que estos han sido los principales propulsores de la ciencia y la tecnología. En ese sentido, la dinámica del modelo de cuatro vértices espera que los actores gobierno, universidad y empresa, continúen desempeñando su roles cotidianos en cuanto a tecnociencia e innovación se refiere, esto es, el actor gobierno debería continuar apoyando la investigación científico-tecnológica financiando proyectos de investigación, así como apoyando la creación de laboratorios, estableciendo áreas de interés para el país, fomentando la ciencia y la tecnología en la cultura general de la población etc.; por su parte las universidades continuarían preservando el conocimiento generado previamente, así como instruyendo a las nuevas generaciones en los procesos de investigación; finalmente se espera que la empresa innove con base en la investigación y desarrollos tecnológicos novedosos.

Especificando más los roles de los actores gobierno, empresa y universidad de nuestro modelo, podemos agregar que por el gobierno se entiende, por una parte, la administración pública la cual es su responsabilidad y el medio por el cual se ejecutan las políticas, y por otra parte, la actividad política que consiste en los procesos de deliberación de los cursos de acción posibles para solucionar problemas de interés público. De esta manera, el gobierno tiene tres responsabilidades principales: la de elaborar la política en conjunto con otros actores; la de ser el principal canal, mediante la administración pública, para la aplicación de la política diseñada; y la de fomentar el ambiente más adecuado para que los otros actores se encuentren en mejores condiciones de desempeñar sus roles. A la empresa le corresponde el rol de ser el principal actor que genera innovación, es decir, incorporar servicios y productos novedosos al mercado, los cuales idealmente serían de base tecnocientífica. A la universidad se le entiende en sentido amplio: en ella se clasifica la educación superior así como a los institutos y centros de investigación, a los cuales les correspondería desempeñar los roles principales de generar nuevo conocimiento surgido de la investigación tecnocientífica, de resguardar los conocimientos generados previamente y de instruir a las nuevas generaciones en éstos.

El modelo de la política tecnocientífica sería el siguiente:

Imagen 4: Modelo de cuatro vórtices.



Fuente: Elaboración propia en base a los modelos de Triángulo de Sábato, Triple hélice y Modelo Circulatorio de Hechos Científicos.

Nuestra propuesta tiene un carácter interactivo en el cual los actores en cuestión se encuentran en posibilidad de intercambiar los roles y propiedades entre sí, puesto que tienen intereses en común así como necesidades y demandas de uno y otro que ayudan a dinamizar al modelo. Esta dinámica ayuda a volver recíproco al mismo en la medida en que las responsabilidades se encuentran distribuidas y no-monopolizadas por uno u otro actor. De esta manera, el modelo representa idealmente un equilibrio donde el gobierno, la universidad, la empresa y la ciudadanía trabajan con cierta autonomía entre sí y de manera horizontal, sin que permee la visión ni el trabajo de un actor en particular.

Ahora bien, sintetizando los elementos que hemos repasado podemos sugerir una definición de política tecnocientífica. Podemos decir que la política tecnocientífica es la actividad del gobierno (planeación, marco jurídico, y una organización institucional) que junto con la ciudadanía, empresas e instituciones educativas acuerda, planea, difunde y lleva a cabo las acciones y proyectos que serán realizados para el desarrollo y apropiación social de la tecnociencia. La política tecnocientífica continúa siendo una actividad del Estado ya que involucra a instituciones que lo componen (dependencias de gobierno y de la administración pública, así como un marco legal específico), pero también es una política integrada por actores sociales y privados (partidos políticos, empresas, ONG's, agrupaciones de científicos, movimientos sociales etc.).

Como vemos, nuestro modelo de política enfatiza la necesidad de la interacción de los actores descritos, de la misma manera destaca que la participación de éstos en su conjunto debe tender al equilibrio del modelo propuesto, por lo que una primera estrategia de la política debería radicar en fomentar la conjunción de estos actores y en el desarrollo de sus características.

La política tecnocientífica tiene como principales objetivos el desarrollo y democratización de la tecnociencia. En ese sentido se entiende un esquema participativo en el que la apropiación social de la tecnociencia indica un avance hacia la democratización de la ciencia y la tecnología en tanto que la sociedad se encontraría en posibilidad de adquirir la cultura tecnocientífica, pero más importante, de poder diseñar y modificar ésta de acuerdo a sus valores, creencias, necesidades y acuerdos; por otra parte, la política tecnocientífica así elaborada con la participación de los actores descritos, debe marcar claramente cuáles son los temas tecnocientíficos y proyectos de interés para el país en el momento. Esta pauta es importante ya que ningún Estado tiene la posibilidad de apoyar todos los temas tecnocientíficos y sus relaciones con la misma intensidad, por lo que la política tiene que decidir a qué aspectos se les dará prioridad y cuáles serán retomados en otro momento.

Finalmente cabe resaltar que la política tecnocientífica sólo es la parte explícita de la misma política, ya que ésta no puede incluir todas las aristas en las que se encuentran configuradas las actividades tecnocientíficas, políticas, sociales, su organización y su administración. La política tecnocientífica tampoco quiere decir que los criterios para su formulación sean excluyentes de

algún otro tipo de política (por ejemplo, aunque la política tecnocientífica contenga elementos de política económica, militar, educativa y otros, no los reemplaza), sin embargo es de suma importancia que encuentre eco en ellas. Esto es, en otras palabras, una reciprocidad entre varios tipos de política.

CAPÍTULO 3. EL PROGRAMA ESPECIAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2008-2012

En este apartado nos proponemos poner en práctica nuestro modelo de política tecnocientífica realizando un análisis del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012 presentado por el gobierno federal 2006-2012. En un primera parte presentamos al programa elaborado por el gobierno federal. Posteriormente definiremos ante qué tipo de política nos estamos enfrentando, por ello haremos uso de las características que señalamos en la primera parte de este documento. En la segunda parte del capítulo haremos uso de los elementos-nociones que describimos al inicio del capítulo 2 y que fueron de utilidad para construir nuestro modelo de cuatro vórtices así como nuestro concepto de política tecnocientífica. Finalmente utilizaremos nuestro modelo de cuatro vórtices para analizar el programa en cuestión.

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012 (PECTI) es presentado como la respuesta política del gobierno federal mexicano en materia de ciencia, tecnológica e innovación, al mismo tiempo que es el instrumento planificador por medio del cual la administración federal establece los objetivos en materia científica y tecnológica a cumplir, y dispone de instrumentos legales y administrativos para poder realizarlos. El PECTI está fundamentado en la Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación, creada en 2002 y reformada en 2007, año en el cual se incluye el tema de la innovación. Tal ley es la base jurídica de la política en México, al mismo tiempo que representa el marco organizacional de la ciencia en México y enuncia a los actores llamados a participar directamente en el diseño, implementación y evaluación de la política.

Anteriormente al PECTI se han elaborado varios programas que han sido presentados en su momento como la política del gobierno federal en la materia. De esta manera, desde el surgimiento del CONACYT en 1970 se han presentado planes y programas que han tenido como principal finalidad relacionar a la ciencia y la tecnología con el desarrollo del país⁹. Esta situación corresponde, como hemos visto en los primeros capítulos, a la tendencia posbélica que baso gran parte de sus esfuerzos en el desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología para lograr los objetivos de los países.

El PECTI está compuesto por una introducción y siete capítulos, además de tres mensajes iniciales de autoridades importantes en la política (presidente de la Republica; Presidente de la Junta de Gobierno del CONACYT; y Director General del CONACYT).

Los mensajes iniciales son importantes en la medida en que, por una parte, resumen en buena medida las aspiraciones de la política que se encuentra en el PECTI; y que los actores citados se encuentran entre las principales autoridades que definen el rumbo del PECTI. Estos mensajes expresan en general confianza en el PECTI, pero principalmente en que la ciencia y la tecnología son las llaves para resolver los problemas más importantes que presenta México, las cuales son relacionadas con la falta de crecimiento económico y de competitividad, ambas situaciones derivadas de las carencias científico-tecnológicas y de su articulación con el sector empresarial. De la misma manera, existen afirmaciones y/o determinaciones que posteriormente son retomadas en el contenido del PECTI, por ejemplo, que la mayor fortaleza que tiene un país está en su capacidad para impulsar la investigación científica y promover la innovación tecnológica, la cual servirá para transformar a México a través del aumento de la productividad (PECTI: 4).

Los capítulos que conforman al PECTI son los siguientes:

- ⊕ Introducción
- ⊕ Capítulo 1. Diagnóstico del sector ciencia y tecnología

⁹ Son siete los programas: Plan Indicativo de Ciencia y Tecnología 1976; Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982; Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico 1984-1988; Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994; Programa de Ciencia y Tecnología 1995-2000; Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006; y Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012.

- ✦ Capítulo 2. Misión y visión
- ✦ Capítulo 3. Objetivos, indicadores y metas
- ✦ Capítulo 4. Estrategias y líneas de acción
- ✦ Capítulo 5. Estrategia transversal para las actividades científicas, tecnológicas y de innovación.
- ✦ Capítulo 6. Desarrollo científico y tecnológico regional
- ✦ Capítulo 7. Seguimiento y evaluación

En la introducción del PECTI se presenta un panorama general en el cual se destaca la importancia de apoyar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con tal de que estas se reflejen en la mejora de la competitividad. Bajo esa línea, se explica que el PECTI se adhiere al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), en específico de su *eje 2 Economía competitiva y generadora de empleos*, cuya estrategia 5.5 propone *profundizar y facilitar los procesos de investigación científica, adopción e innovación tecnológica para incrementar la productividad de la economía nacional*.

Por otro lado, se hace mención de la normatividad que sustenta al PECTI, a saber, la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación; el Plan Nacional de Desarrollo (PND); y la atención a las sugerencias y aportaciones formuladas por parte de la comunidad científica y tecnológica del país, las instituciones de educación superior, los centros de investigación, el sector empresarial y la sociedad en general (PECTI: 6).

El Capítulo 1, *Diagnóstico del sector ciencia y tecnología*, proporciona los principales argumentos que justifican la importancia de la ciencia y la tecnología. Se insiste en que “La experiencia internacional muestra que el desarrollo de los países se basa en la capacidad de sus sociedades para asimilar y generar conocimiento y transformar los bienes materiales a su disposición en otros de mayor valor”, para lo cual se requiere una apropiación social del conocimiento (PECTI: 9). Durante este capítulo es constante la alusión a la educación y a la socialización del conocimiento científico y tecnológico.

En este capítulo también se enuncian a los principales actores que participaran en aplicación de la política (sectores académicos y de investigación; empresas; tecnólogos e ingenieros; y la administración pública). De la misma manera se presentan un esquema que representa al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, el cual representa para el PECTI una visión integradora y coherente para la articulación de los actores y de la política. También se resalta la importancia de incrementar la inversión en ciencia y tecnología y la necesidad de que sea mayores los recursos destinados por el sector privado a estas actividades.

En el capítulo 2. *Misión y visión* se presenta de manera resumida las ideas elaboradas en los tres mensajes iniciales, lo cuales reflejan confianza en que la ciencia y la tecnología tienen la capacidad de solucionar los principales problemas de México. También son presentadas las fases por las que México tiene que atravesar para lograr la visión del PECTI de un país que integra culturalmente los valores de la ciencia, la tecnología y la innovación y presenta un desarrollo nacional y regional equilibrado (PECTI: 29). Las fases a las que se hace referencia son: Fase I. Fortalecimiento de capacidades en ciencia y tecnología; Fase II. Desarrollo rápido; Fase III. Consolidación competitiva; Fase IV. Madurez del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. En estas fases se hace énfasis en la inversión en ciencia y tecnología, para lo cual en la primera fase se tiene una inversión de menos del 1% del PIB, mientras que para la última fase se espera que la inversión haya ascendido al 3% del PIB.

En el Capítulo 3. *Objetivos, indicadores y metas*, se presentan los objetivos del PECTI, la manera en que será medido el alcance de estos y las metas esperadas para el año 2012. Los objetivos del PECTI son los siguientes:

Cuadro 1. Objetivos del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012.

1. Establecer políticas de Estado a corto, mediano y largo plazo que permitan fortalecer la cadena educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación, buscando generar condiciones para un desarrollo constante y una mejora en las condiciones de vida de los mexicanos. Un componente esencial es la articulación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, estableciendo un vínculo más estrecho entre los centros educativos y de investigación con el sector productivo, de forma que los recursos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía. Ello también contribuirá a definir de manera más clara las prioridades en materia de investigación.

2. Descentralizar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con el objeto de contribuir al desarrollo regional, al estudio de las necesidades locales, y al desarrollo y diseño de tecnologías adecuadas para potenciar la producción en las diferentes regiones del país.

3. Fomentar un mayor financiamiento de la ciencia básica y aplicada, la tecnología y la innovación. Para ello, es fundamental identificar mecanismos de financiamiento adicionales a los que hacen el Ejecutivo Federal, el Congreso de la Unión y las entidades federativas, incluyendo mayores recursos provenientes de las empresas.

4. Aumentar la inversión en infraestructura científica, tecnológica y de innovación. Para ello, es necesario diversificar las fuentes de financiamiento.

5. Evaluar la aplicación de los recursos públicos que se invertirán en la formación de recursos humanos de alta calidad (científicos y tecnólogos), y en las tareas de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, de tal manera que se canalicen a áreas prioritarias para el país, con el objetivo de que tengan el mayor impacto social y económico posible.

Fuente: PECTI, pág. 32.

En los objetivos del PECTI se encuentran significativamente las palabras competitividad, economía, financiamiento, producción e impacto, pero al mismo tiempo existe ausencia de temáticas referentes al Estado, la cultura o la sociedad. Esto nos indica que el sector privado será el eje de la política, pero resalta que la empresa estatal y otros emprendimiento nacionales relacionados con la ciencia y la tecnología no sean considerados.

El capítulo. 4 *estrategias y líneas de acción*, es particularmente interesante pues es hasta este capítulo donde se encuentran temas de interés tecnocientífico y los problemas que se pretenden resolver con ellos. También se encuentran varias ramas industriales que posiblemente funjan como enlace entre los problemas planteados y los temas de interés tecnocientífico. En el mismo capítulo se desarrollan las líneas de acción de los objetivos del capítulo 3.

El Capítulo 5. *Estrategia transversal en actividades científicas, tecnológicas y de innovación* relaciona varios programas sectoriales de la administración pública federal (del sector educativo, energético, agropecuario, salud, medio ambiente, economía, comunicaciones y transportes y marina). También se dice que es necesario relacionar a la administración pública con las instituciones que realizan investigación o imparten educación superior.

El Capítulo 6. *Desarrollo científico y tecnológico regional*, busca respaldar los sistemas estatales de ciencia y tecnología para promover un desarrollo equilibrado del país. Se mencionan dos instrumentos para que contribuyan al desarrollo local: la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología y los Fondos Mixtos, ambos desarrollados en la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Finalmente está el Capítulo 7. *Seguimiento y evaluación*, el cual indica que la evaluación a los programas se realizará en base a la evaluación del desempeño, así mismo se indica la realización de auditorías, efectuar evaluaciones de riesgos que obstaculicen el cumplimiento de los objetivos del PECTI, implementar el *Programa Operativo de Transparencia y Combate a la Corrupción*, entre otras actividades de seguimiento.

¿QUÉ TIPO DE POLÍTICA ES EL PECTI?

Ahora que hemos presentado al PECTI nos encontramos en posibilidad de definirlo de acuerdo a los tipos de política y características que elaboramos en la primera parte del documento. Recordemos que estos tipos son *política científica*, *política tecnológica* y *política de innovación*.

Primeramente, analizando los mensajes iniciales, encontramos que la visión de estos se concentra en cuestiones como la competitividad, producción, innovación, crecimiento económico, vinculación entre científicos y empresarios, prácticas internacionales etc. Bajo esa misma línea en los objetivos del PECTI encontramos igualmente las palabras competitividad, economía, financiamiento, producción e impacto. Por otra parte existe ausencia de temáticas referentes al Estado, la cultura, la sociedad, y en sí, al desarrollo científico-tecnológico. Todos estos puntos conllevan a considerar al PECTI como una política de innovación, en el sentido que se trabaja con cuestiones que competen principalmente a la economía.

Por otro lado, existen cuestiones un tanto confusas que guían a pensar que el PECTI contiene elementos de política científica y política tecnológica. De este modo, por una parte si bien el PECTI tiene una visión sistémica la cual es propia de las políticas de innovación, por otra parte la

combina con una visión elemental de la ciencia y la tecnología propia de las políticas científicas. De esta manera utiliza las palabras ciencia y tecnología para denominar a su cuerpo sistémico (al así llamado Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología), la cual no es una mero apelativo, sino la concepción inicial de las políticas científicas las cuales se basan en un esquema de apoyo a la oferta de conocimientos científicos y tecnológicos, lo cual es un esfuerzo de apegarse al modelo lineal de innovación. De la misma manera, el PECTI atribuye la responsabilidad de producción científica y tecnológica a la universidad y la académica sin exigir que esta sea compartida con el sector empresarial, la cual es una situación casi idéntica a las propuestas de política científica. Por otra parte, el PECTI no ve en el desarrollo científico-tecnológico mayores problemáticas que la falta de inversión. Este es otro distintivo de las políticas científicas al concebir a la ciencia y la tecnológica con características eminentemente benéficas y no como generadora de nuevas problemáticas.

Bajo esa línea, también existen aspectos de política tecnológica que retoma el PECTI. Tanto en los discursos iniciales, así como a lo largo del PECTI, el problema principal es de orden social: el escaso desarrollo económico que sufre el país. La manera de resolver este problema es haciendo uso de los instrumentos/herramientas provenientes de la ciencia y tecnología. En ese caso la ciencia y la tecnología serian vueltos útiles mediante la intervención de las empresas, aunque cabe aclarar que estas son principalmente privadas, contrariamente a las líneas generales de las políticas tecnológicas.

Como vemos, el PECTI contiene puntos que han sido presentados en los tres tipos de política que hemos tipificado. Concluimos en decir que el PECTI puede ser mejor definido como una política de innovación en tanto que los puntos que retoma corresponden en mayor medida a la competitividad del país relacionada con la innovación de base científico-tecnológica; además de ello, dentro de la trama del PECTI existe una fuerte filiación en considerar cuatro actores importantes, los cuales son parte fundamental en las políticas de innovación¹⁰; así mismo porque se retoma una concepción sistémica que relaciona a la ciencia y la tecnología con la innovación.

¹⁰ Estos son las instituciones de educación superior, empresas, tecnólogos y gobierno.

Bajo esa lógica pero en sentido negativo, existe ausencia de otros aspectos importantes que son contenidos en las políticas científicas y tecnológicas. Elementos de trascendencia como lo son el logro de objetivos nacionales o la consecución de la independencia tecnológica, no son incluidos en el PECTI. Por lo demás, los puntos correspondientes a las políticas científicas y políticas tecnológicas vendrían a ser elementos que apoyan la propuesta del PECTI, pero que no lo definen de la manera en que lo hacen los elementos que conforman a la política de innovación.

DESARROLLO LINEAL DE LA CIENCIA

A continuación emplearemos los elementos-nociones para analizar el estado en cuestión de estos dentro del PECTI. Recordemos que éstos nos han servido para definir nuestro modelo y nuestra política tecnocientífica. Son cuatro elementos: desarrollo lineal de innovación; tecnociencia; ciencia y democracia; y cultura tecnocientífica.

Como acabamos de ver en el apartado anterior, el PECTI se basa en una noción de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación y su impacto en el país que tiene varias décadas de iniciada. La noción de la que hablamos es la del modelo lineal de innovación o modelo lineal de la ciencia. Como comentamos en su momento, este modelo indica que el desarrollo científico tecnológico y su impacto en la sociedad siguen un camino lineal o de etapas en el cual se siguen los pasos de generación de investigación fundamental, posteriormente investigación aplicada, desarrollo tecnológico, innovación y finalmente progreso económico y social. El PECTI se adhiere a este modelo en la medida en que atribuye a los actores administración pública, instituciones de educación superior y empresa tareas específicas para el proceso de producción científico-tecnológico y su impacto en el país. De esta manera, la administración pública federal establece los objetivos de la política (crecimiento económico mediante el aumento de la productividad), mientras las universidades producen conocimiento de calidad y las empresas adaptan los productos científico-tecnológicos de éstas para generar innovaciones.

Es interesante el modelo lineal de innovación utilizado por el PECTI, pues este implica limitar la problemática que gira en torno al desarrollo científico-tecnológico y su puesta en escena; y por

otra parte, viene a considerar a la ciencia y la tecnología como herramientas que bien pueden ser comerciables en sí, o que son útiles para transformar materias en otras de mayor valor: “La experiencia internacional muestra que el desarrollo de los países se basa en la capacidad de sus sociedades para asimilar y generar conocimiento y transformar los bienes materiales a su disposición en otros de mayor valor” (PECTI: 9).

Sobre este punto, el PECTI enlista una serie de temas científico-tecnológicos, y por otra parte enlista una serie de problemas que serían resueltos mediante el fomento de la primera lista. De esta manera, si bien existen temas de investigación y problemas que serían resueltos mediante los primeros, no se desarrolla una relación entre problemas y prioridades tecnocientíficas. Esta situación es importante en la medida en que se está tratando con la política que representa las aspiraciones tecnocientíficas del gobierno federal, pero que no contempla ambiciones científico-tecnológicas concretas. Así mismo tampoco se establecen problemáticas a resolver, y menos aún se relacionan los temas de investigación con los problemas señalados. De la misma manera, tampoco se dice como fueron seleccionados esos temas y cuáles serán las instituciones que estarán involucradas en la implementación de ellos.

En ese sentido se puede plantear la pregunta ¿cómo se relaciona los objetivos del PECTI, que son principalmente económicos, con la tecnociencia? Existe una trama discursiva manejada en todo el PECTI sobre los beneficios de la ciencia y la tecnología en la economía, desgraciadamente no se habla de los mecanismos que hacen esto posible. En su lugar se propone que la ciencia y la tecnología benefician genéricamente a toda la sociedad, pero que son las empresas las que vuelven útil el conocimiento científico-tecnológico¹¹.

La simplicidad del modelo lineal trae consecuencias importantes, por ejemplo, que se entienda que es suficiente que el conocimiento científico-tecnológico sea aplicado para dar buenos resultados; que la adecuación hacia la mercantilización de las disposiciones científicas y tecnológicas sólo necesita la incentivación del sector privado; y que en todo caso, los problemas sociales pueden ser solucionados linealmente mediante la ciencia y la tecnología. Esta última

¹¹ Existen varias referencias de ellos, como “Se tienen evidencias de que los países son más competitivos y sus ingresos per cápita tienden a ser mayores, cuando invierten más en IDE y tienen al sector privado como su principal fuente de financiamiento” (PECTI: 19).

situación resulta en la idea de que el principal problema de México es la carencia y falta de aplicación de la ciencia y la tecnología. En ese tenor, el PECTI se revela como el instrumento donde se encuentran esas grandes soluciones que el país requiere¹².

TECNOCIENCIA

En este punto es importante hacer notar el control político que ejerce el gobierno a través de la administración pública federal. Ésta se encuentra fuertemente influenciada por la idea de que la ciencia y la tecnología son el resultado de un proceso bien definido, por lo que es la administración pública, y no el gobierno, la que debe remitirse a fomentar ciertos aspectos para que tal proceso sea promovido y tenga la menor cantidad de interferencias. Bajo esa lógica, en el PECTI la separación entre la ciencia y tecnología se encuentra en el centro de la problemática, ya que esto incurre no solo en pensar a la ciencia como un proceso de elaboración teórica y a la tecnología en la aplicación de este conocimiento, sino como aspectos separados de la sociedad.

Con el concepto de tecnociencia se vuelven evidentes los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología y por tanto se vuelve plausible la crítica y el rediseño tecnocientífico, pero si estos se ocultan se incurre a una concepción errónea de neutralidad de la ciencia y la tecnología que limita su transformación. Como hemos dicho, el PECTI se adhiere al modelo lineal de innovación. Esta concepción considera a los productos de la investigación como cosas que pueden ser movilizadas sin mayores problemas que los costos implícitos en su traslado, pero esto también implica que la investigación tecnocientífica es asocial, y por lo tanto, ésta última debe esperar de la ciencia y la tecnología la respuesta a sus problemas.

La idea de una ciencia y una tecnología neutral que es trabajada en el PECTI indica que éstas pueden ser utilizadas como instrumentos que dan los mismos resultados y funcionan de la misma manera en cualquier lugar. Por ello es común encontrar que los efectos de la ciencia y de los

¹² El PECTI se concibe como el programa del Ejecutivo Federal que permitirá avanzar hacia un desarrollo económico nacional más equilibrado, que fomentará las ventajas competitivas de cada región o entidad federativa con base en la formación de recursos humanos altamente calificados, que promoverá la investigación científica en instituciones de educación superior y centros de investigación, y que impulsará el desarrollo tecnológico y la innovación en las empresas, buscando la vinculación entre todos los agentes del sector ciencia y tecnología para lograr un mayor impacto social (PECTI: 6).

aparatos tecnológicos pueden ser movilizados simplemente como cosas de un lugar a otro, lo que sugiere en todo caso trabajos de logística e inversión pero no de investigación, adaptación, creación de capital humano y construcción de contextos. De ello se dice que:

Cada vez es mayor el convencimiento de la rentabilidad por invertir en CTI [ciencia, tecnología e innovación], y sus efectos multiplicadores en el crecimiento de la economía y la competitividad del país, sobre todo por las experiencias internacionales que muestran una activa participación de todos los actores del sistema y los beneficios sociales alcanzados en su economías (PECTI: 16).

La concepción de neutralidad tiende a despolitizar a la tecnociencia, es decir, reducir al mínimo los participantes lo mismo que la discusión en torno suyo. Ello contribuye al aprisionamiento político de la tecnociencia. Este aprisionamiento político es una buena explicación de porqué en los países en desarrollo el impulso a la investigación científico-tecnológica es escaso, pues a pesar de los efusivos discursos, los planteamientos suelen girar en torno al impacto directo y eminentemente benéfico de la tecnociencia.

CIENCIA Y DEMOCRACIA

En pocas palabras, el problema de México en relación a la ciencia y la tecnología es principalmente un problema político, esto es, el aprisionamiento de la tecnociencia por las instituciones que hacen leyes, planes y programas en los que se alaban los adelantos tecnocientíficos, pero donde se dejan intactos los elementos que detienen su desarrollo. De manera inversa, las instituciones que consideran que la ciencia es neutral, universal, absoluta, apolítica y descontextualizada ha desembocado en un apisonamiento de la política, la cual tiene trabadas las discusiones en torno a la política en temas como la inversión, la transferencia tecnológica y el impacto económico, puntos que dejan intacto el problema del enrolamiento tecnocientífico en la trama social. Bajo esta perspectiva, el tema central sería como democratizar a la política y a la tecnociencia, pero estos puntos no son involucrados en el PECTI.

Evidentemente la tecnociencia tiene repercusiones en la economía y es muy deseable que las empresas y otras instituciones incorporen tecnociencia en sus procesos. El problema surge cuando no se apoya claramente el desarrollo tecnocientífico para que juegue múltiples roles en la sociedad, no solo roles económicos (principalmente para los países en desarrollo) o militares (principalmente para los países desarrollados); cuando no se tiene una preocupación explícita por los temas de intereses nacional reflejados en una agenda tecnocientífica; y cuando se abandona a la tecnociencia al dominio de la economía por creer que esta es un interfaz entre la ciencia y la tecnología con la sociedad.

La idea de neutralidad científica y tecnológica que se maneja en el PECTI sugiere que estas pueden ser importadas y utilizadas como instrumentos de bienestar económico, sin embargo la misma idea indica que los resultados de rentabilidad y bienestar que experimentan los países avanzados económica y tecnocientíficamente son igualmente transferibles. En ese sentido al PECTI le interesan principalmente los resultados que afecten positivamente en la economía, pero no se preocupa por los aspectos que hacen esto posible.

CULTURA TECNOCIENTÍFICA

Finalmente es particularmente importante que la política representada por el PECTI no contenga elementos sobre la creación de una cultura tecnocientífica en el país. Sobre este punto hemos entendido dos aspectos principales. El primero de ellos es la apropiación social de la ciencia y la tecnología; el segundo es referente a la participación de la sociedad en la elaboración de la política en sí. Estos dos aspectos conformarían la capacidad de la sociedad para participar en todo el trayecto de elaboración e implementación de la política tecnocientífica, así como el aprovechamiento social de los aspectos científico-tecnológicos que requiera cada grupo en particular para solucionar los problemas de la manera que mejor se inserte en su cultura. En ese sentido, la cultura tecnocientífica representa una condición democrática que daría vuelta a la perspectiva lineal de la ciencia y la tecnología, y al mismo tiempo sería de gran utilidad para la conformación de una política tecnocientífica.

Siguiendo en ese punto, son pocos los momentos que el PECTI dedica a hablar sobre los elementos que conformarían una cultura tecnocientífica. Por ejemplo, sobre la apropiación social de los elementos teóricos y técnicos, esto es, que la sociedad este en posibilidades de incorporarla a su cultura y de hacer uso de la tecnociencia como ella lo desee, solo se encuentran elementos tradicionales, esto es, la educación formal, y en particular, la educación superior:

Para que la ciencia, la tecnología y la innovación tengan efectos favorables en el país, es indispensable su apropiación social, es decir, que sectores amplios de la población les incorporen como parte de su cultura. La educación formal es la principal vía para el proceso de socialización del conocimiento. Por esta razón, la competitividad de los países está estrechamente vinculada con la amplitud y calidad de sus sistemas educativos, en particular los de educación superior (PECTI: 9).

La idea de que sea la educación formal la principal vía para socializar el conocimiento es importante pero no suficiente ya que esta ha sido la principal forma en que se ha recluido a la producción tecnocientífica a una parte de la sociedad sin que llegue a permear en el resto de ella.

Por otra parte, el PECTI tiene en cuenta que una de las debilidades de la nación en materia tecnocientífica es "(...) la baja capacidad de absorción tecnológica en la mayor parte de pequeñas y medianas empresas, así como a una pobre cultura de innovación, reflejada en la tendencia a privilegiar la compra de tecnologías, además de una visión de corto plazo que impide conceptualizar la importancia estratégica de generar tecnología propia, incluso para propósitos de asimilación" (PECTI, 20).

En ese sentido se maneja una argumentación que desemboca en resumir la apropiación social de la ciencia y la tecnología en dos actores: las universidades que son encargadas de socializar el conocimiento científico; y las empresas que absorben dicho conocimiento y lo convierten en innovaciones. Esta temática excluiría al resto de la sociedad que no pertenezca a estos dos sectores.

Por otra parte, el PECTI expresa en la estrategia 1.4 del objetivo 1 “Fomentar una cultura que contribuya a la mejor divulgación, percepción, apropiación y reconocimiento social de la ciencia, la tecnología y la innovación en la sociedad mexicana”. En un primer momento puede parecer plausible dicha estrategia, sin embargo, además de que no se argumenta más sobre el tema, dicha propuesta no es más que el esquema difusionista que es propio del modelo lineal de innovación, el cual consiste en la divulgación de los hechos terminados y sus efectos benéficos, y no así la diversidad de recursos que fueron involucrados en su elaboración y la diversidad de impactos.

Esto cobra mayor sentido cuando León Olivé (2009) resalta dos realidades del Estado mexicano en las que debería influir positivamente la tecnociencia: las diferentes culturas del Estado multicultural mexicano, y la separación generalizada de los sistemas tecnocientíficos de los problemas sociales a los que se enfrenta. Para el primero de estos casos resulta problemático que varias capas de la sociedad mexicana no puedan acceder al conocimiento científico ni a los instrumentos tecnológicos ya que su “cultura incorporada” es escasa como para poder comprender y manipular los dispositivos teóricos y tecnológicos, pero al mismo tiempo sería problemático introducir de lleno dichas culturas, ya que interferirían con el *ethos* de la comunidad. Para el segundo de los puntos, los sistemas tecnocientíficos se han encontrado monopolizados por los poderes económicos y políticos, cuyas finalidades no han beneficiado ni resuelto problemas de las comunidades donde se desarrollan, en gran parte porque estas últimas no han sido involucradas más que de manera pasiva y consumista.

En ese sentido, sobre la diversidad cultural, la apropiación de la ciencia y la tecnología y la inclusión de la sociedad en la elaboración y aplicación de la política, el PECTI omite mayores argumentos. Es posible indicar que tal omisión se debe a la concepción de neutralidad científico-tecnológica utilizada que impide vislumbrar las características singulares de cada pueblo, pero también de la sociedad en general, que permita introducir en sus culturas elementos tecnocientíficos que no contravengan con sus valores. Entonces resulta contradictorio que la moral del PECTI sea la de productividad empresarial, una visión que no se encuentra incluida en buena parte del *ethos* multicultural mexicano. De esta manera ¿los mexicanos tendrían que

adoptar una cultura empresarial para poder incorporar la tecnociencia en su cultura? La respuesta claramente es negativa.

CIUDADANÍA

Continuando, es muy importante notar la ausencia de un actor crucial en la política. Este es la ciudadanía. La verticalidad de la política representada por el PECTI y el SNCYT (la representación sistémica de éste que veremos en el siguiente apartado), la insistencia de que sea la administración pública y no el gobierno el que tenga el rol preponderante, que los temas de interés tecnocientífico no sean desarrollados a manera que se haga notar la importancia de estos, la forma en que serán apoyados y los resultados que se espera obtener, impiden que la ciudadanía se integre en el esquema presentado en el PECTI.

Esto indica que el PECTI se encuentre implicado en los supuestos que explicados en capítulos anteriores referentes en los cuales la sociedad se expresa en demandas de consumo de bienes, o en su caso, como generadora de problemas que requieren solución. Esto queda claro en líneas del PECTI como la siguiente en los cuales la sociedad, y más aún, la ciudadanía, no se encuentran contenidas: “El proceso de determinación de prioridades debe considerar los costos de oportunidad, el uso de recursos escasos y la capacidad de otros países o regiones para desarrollar esas mismas opciones” (PECTI: 12). En tal sentido, para el PECTI la ciudadanía, e incluso la sociedad, no juegan un rol importante en la elaboración tecnocientífica. Como se aprecia a lo largo del PECTI así SNCYT, no aparece el actor ciudadanía. Por otro lado, cuando buscamos alguna noción que aluda a la sociedad solo se encuentran elementos que la definen pasivamente.

Sin concebimos que la ciencia y la tecnología se desenvuelven en un esquema lineal, efectivamente la ciudadanía no tienen cabida. Por otra parte, si aceptamos que la sociedad se encuentra involucrada durante todo el proceso de elaboración tecnocientífica, que a este proceso junto con sus resultados los concebimos como problemático en sí, y que su inserción articula gran parte los cuestionamientos que son de trascendencia para la política, entonces veríamos que en efecto la sociedad y la ciudadanía son importantes en todo el transcurso de la política.

Si introduyéramos a amplias capas de la población tanto en la elaboración de la política en el tema, así como en el desarrollo tecnocientífico, en ese momento estaríamos hablando de una “ciudadanía tecnocientífica” que bien podría dinamizar los procesos de producción, adaptación y transferencia tecnocientífica mediante la recalificación de la fuerza de trabajo y de la calidad educativa, haciendo contrapeso a lo que Feenberg explica: “reducidos a pasivos robots en el trabajo, los miembros de la sociedad industrial improbablemente adquieran la calificación educacional y caracterológica para ejercer una ciudadanía activa” (Feenberg, 2000: 13).

Sin embargo, para ejercer esta ciudadanía es condición necesaria el desarrollo de la cultura tecnocientífica. Como hemos repasado, el PECTI reduce la apropiación social de la ciencia y la tecnología en los cuadros universitarios y empresariales, focalizándose en la instrumentalización tecnocientífica para el incremento de la productividad en las empresas. De esta manera los apoyos que se expiden por parte del gobierno federal se encuentran ampliamente dirigidos a las empresas, de ahí que adquirir y diseñar la tecnociencia se convierte principalmente en una cuestión de elite, a la que pocos grupos tienen acceso, y donde la mayoría de la población se verá involucrada de manera marginal. Esta misma lógica implica la reducción de actores que se verán involucrados en el diseño e implementación de la política, incluyendo a la ciudadanía.

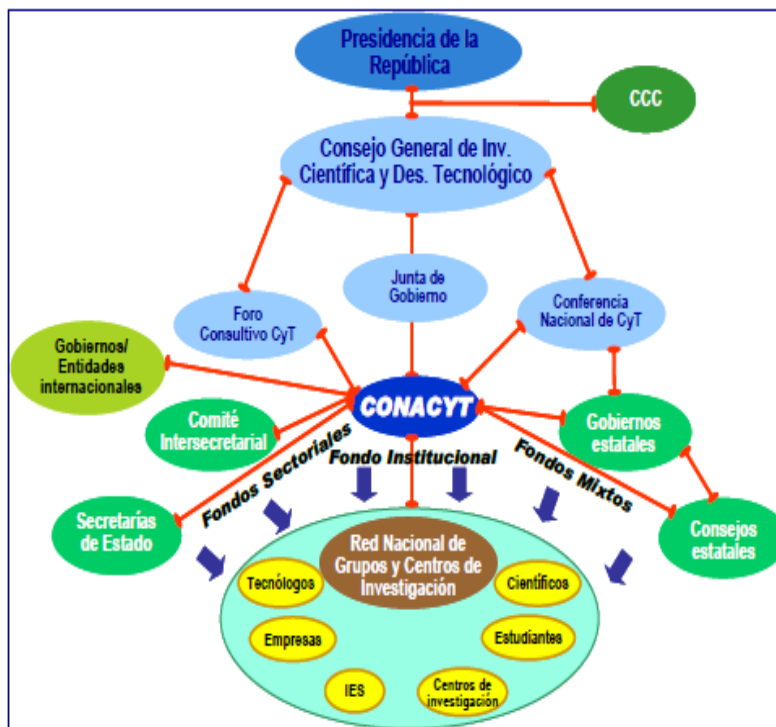
EL MODELO DE CUATRO VÓRTICES VS SNCYT

En el capítulo 2 desarrollamos una argumentación en torno a tres modelos que han sido elaborados para analizar algunas posibles maneras en que la ciencia y la tecnología se relacionan con la sociedad. Dos de ellos (triángulo de Sábato y Triple hélice) están enfocados a la solución problemas sociales, políticos y económicos; mientras que el tercero (Modelo Circulatorio de Hechos Científicos) está enfocado en el estudio del desarrollo de la tecnociencia. Estos modelos nos fueron de utilidad para desarrollar el modelo de cuatro vórtices, el cual se encuentra compuesto de cuatro actores: gobierno, universidad, empresa y ciudadanía. En su momento comentamos que este modelo se caracteriza por su enfoque interactivo en el cual los actores entran en relación entre sí sin que exista subordinación o preponderancia entre ellos. Así mismo mencionamos los roles que le corresponde a cada uno.

En este apartado usaremos el modelo de cuatro vórtices para analizar al PECTI. Por su parte, haremos uso del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCYT) que presenta el PECTI, ya que esta es la representación gráfica de los actores que participan en la política en cuestión. En el SNCYT también se cristalizan la concepción que se tiene de la ciencia y la tecnología para el gobierno federal, así como el funcionamiento que se prevé para que estos elementos tengan impacto en el desarrollo del país.

El SNCYT está definido en el artículo 3 la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (LCTI). El PECTI retoma al SNCYT y lo define gráficamente de la siguiente manera:

Imagen 5: Representación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología



Fuente: PECTI, pág. 11.

Como se observa en la imagen, para el PECTI el SNCYT se encuentra compuesto por actores de la administración pública federal y estatal, instituciones de educación superior, científicos,

estudiantes, tecnólogos, centros públicos de investigación y empresas, además de los fondos sectoriales, mixtos e institucionales, los cuales también están definidos en la LCTI¹³.

Una primera cuestión que resalta en la comparación del modelo de cuatro vórtices y el SNCYT es la disposición de los actores. En el modelo de cuatro vórtices existe equilibrio entre estos, lo cual se da en la medida en que cada uno de ellos no tiene un peso mayor que los otros. En ese sentido es muy interesante la disposición de los actores, ya que el SNCYT los agrupa en dos grandes apartados: por una parte está el gobierno y la administración pública en lo que parecería la parte más delgada y elevada en una escala piramidal o jerárquica; mientras que las instituciones científico-tecnológicas y empresas se encuentran en la parte inferior del esquema, dando la idea inicial de que estas son la base operativa de la política.

Es importante esta primera anotación, puesto que nuestro modelo presenta un esquema en el cual los actores se encuentran repartidos en cuatro vértices, mientras que en el SNCYT solo existen dos. Siendo así no hay lugar a dudas que el esquema presentado en el PECTI retoma una estructura vertical en la cual el gobierno federal se encuentra a la cabeza con algunos intermediarios que finalmente conectan los objetivos de la política con el quehacer operativo de ésta.

Es posible constatar estas ideas con varias argumentaciones que son encontradas en el PECTI. Por ejemplo, el PECTI establece quehaceres específicos a la empresa, la universidad, a los ingenieros y tecnólogos, pero en cuanto habla de las labores que le corresponden al gobierno estas se acotan a “difundir los resultados alcanzados como país, fomentar la creación de nuevos instrumentos de apoyo y buscar una mayor eficiencia en el uso de los recursos disponibles” (PECTI: 11). Bajo la perspectiva del modelo de cuatro vórtices, el gobierno acota las funciones que le corresponden ya que no asume varias de las responsabilidades de la política.

Bajo esa lógica también es interesante que el PECTI involucre a la administración pública pero no así al gobierno. Esta es otra diferencia con relación al modelo de cuatro vórtices ya que éste modelo contempla al gobierno, el cual contiene a la administración pública, pero también

¹³ Cabe resaltar que además de estos fondos la LCTI también prevé la creación de fondos de cooperación internacional y fondos de investigación científica y desarrollo tecnológico, estos últimos destinados a los centros públicos de investigación.

contempla la actividad política en cuanto establece cursos de acción posibles para solucionar problemas de interés público. Esta última parte es particularmente importante pues es ahí donde se encuentra la capacidad del gobierno para formular la política con la inclusión de los puntos de vista de los otros actores, y así generar un proceso deliberativo más integral. De esta manera, el PECTI desecha el papel político del gobierno, y en ese sentido enfatiza su intención de incorporar solamente a la administración pública, minimizando la posibilidad de que perspectivas de los otros actores sean incluidas.

Este último aspecto se aprecia claramente en el análisis elaborado por Peña y Archundia (2006, apartado IV), ya que la capacidad para influir en la política, ya sea en la conformación del problema, la toma de decisiones, la implementación o la evaluación, la administración pública federal acapara el mayor porcentaje de influencia (83%), dejando a las estancias estatales, al poder legislativo y el sector social el resto del porcentaje.

Bajo esa misma línea, la administración pública la situación encuentra problemas en la misma administración pública federal. En el capítulo 5 del PECTI. *estrategia transversal en actividades científicas, tecnológicas y de innovación* se encuentran los programas de varios sectores de la administración pública federal, pero estos no forman parte integral del PECTI. Como el mismo PECTI indica, estos programas fueron elaborados previamente, por lo que al CONACYT le corresponde dar seguimiento y evaluación de los compromisos asumidos (PECTI: 42). Esta situación indica un problema de la mayor importancia ya que, por un lado, el PECTI no presenta aspiraciones tecnocientíficas, y por otro lado, las dependencias de gobierno presentan ambiciones, temas, proyectos, objetivos etc. que han sido elaborados teniendo una perspectiva particular, atendiendo intereses de los sectores por separado. En ese sentido el PECTI no puede presentar por sí mismo la política del gobierno federal, ya que esta se encuentra dividida en varios sectores y dependencias que no necesariamente encontraran eco en el PECTI. La misma situación se presenta cuando se trata de relacionar a los gobiernos locales y municipales con la política (Peña y Archundia, 2006).

Continuando, de los actores que se presentan en la base del SNCYT dos se encuentran en nuestro modelo. Estos son las empresas y las instituciones de educación superior (IES)¹⁴. El PECTI también les atribuye tareas específicas, de tal modo que a las IES les corresponde la creación de conocimiento científico de calidad basado en las normas universalmente aceptadas; mientras que a la empresa le corresponde la rápida asimilación, adaptación y en su caso, generación de nuevo conocimiento e innovación (PECTI: 10).

Como vemos, los roles que marca el PECTI para estos dos actores son en parte similares a los que hemos descrito en su momento para los mismos. Por otro lado es importante resaltar que el PECTI no argumenta sobre las relaciones entre estos dos actores, y por lo tanto tampoco sobre el intercambio de roles entre ellos. Estos puntos son importantes puesto que el PECTI estaría concibiendo una transferencia de productos que irían de los insumos producidos por las universidades (conocimientos científicos) hacia las empresas, las cuales bajo esta concepción los adaptarían y generarían innovación con alto impacto en la economía.

Este es un esquema muy similar a la problemática de América Latina de las décadas de los 60 y 70 en la cual se desarrolló la política tecnológica, donde la transferencia tecnológica dañó a las economías nacionales en mayor medida a su beneficio, principalmente porque las transferencias se encontraban desligadas del contexto de aplicación y de los actores locales. Un estudio reciente elaborado por la OCDE concuerda con esta afirmación al decir que

A nivel sectorial y de empresa, la preferencia por importar tecnología sobre el desarrollo de la capacidad doméstica de innovación – y la falta de capacidad de absorción de las empresas mexicanas resultante - ha limitado la difusión y transferencia de tecnología a través de un aumento del comercio intra-industrial y los flujos de inversión extranjera directa. En México, las industrias clasificadas como de alta tecnología no invierten significativamente más en investigación y desarrollo (I+D) e innovación (en relación a su valor añadido) que aquellas en inferiores categorías de tecnología. En consecuencia, no juegan un papel dinámico en la difusión

¹⁴ Las IES engloban lo que en nuestro modelo desarrollan las universidades.

de conocimientos y tecnologías hacia el sector de negocios o en la formación de cadenas de valor basadas en tecnología (OCDE, 2009: 8).

En tal caso el PECTI no relaciona actores ni intereses. La contrapartida deseable sería la elaboración de proyectos en común con beneficios para las partes involucradas y principalmente, la adopción de los roles de uno y otro actor. En ese sentido, la universidad debería volverse al menos en parte productor y comercializador de los objetos materiales y de conocimiento que genera, adquiriendo una actitud emprendedora. Por otra parte, el sector productivo requeriría adquirir habilidades de investigación, situación que en muchos casos lo llevará a realizar investigación que no se encuentra directamente ligada con alguna utilidad inmediata, pero sin la cual otros emprendimientos no serían alcanzables. Estos factores deberían ser desarrollados más ampliamente, pero el PECTI no abona en ello.

CONCLUSIONES

A lo largo del documento hemos intentado establecer un marco analítico que nos ayude a definir un espectro en el cual identificar las políticas que acapararon los temas de ciencia y tecnología. En un primer momento delimitamos tres tipos de política. Estas son política científica, política de tecnológica y política de innovación.

Posteriormente procedimos a clarificar cuatro aspectos principales para la reformulación de la política en el tema científico-tecnológico, de manera que fueran incluidos temas que no se encuentran presentes en los tres tipos de política descritos. Estos temas fueron tecnociencia, ciencia y democracia, desarrollo lineal y cultura tecnocientífica.

Finalmente desarrollamos un modelo de política tecnocientífica en el cual incluimos a la ciudadanía como un actor que anteriormente no había sido considerado de manera activa. Inmediatamente después elaboramos un concepto de política tecnocientífica. A partir de este momento nuestro marco analítico se encontraba listo y procedimos a examinar con éste al PECTI.

TECNOCIENCIA

Analizando el PECTI hemos podido comprobar que éste separa las cuestiones científicas de las tecnológicas, así mismo asume la separación en el desarrollo de éstas de la sociedad. Una vez analizado el cuerpo del PECTI pudimos comprobar que el objetivo principal de éste es el desarrollo económico del país mediante el incremento de la productividad. Estos esfuerzos de delimitación desembocan, por una parte, en apoyar en mayor medida los procesos relacionados con I+D permitiendo una disparidad en relación al fomento de ciencia básica. Por otra parte, el mismo proceso de delimitación separa a la sociedad de cualquier proceso de investigación, segregando al resto de la sociedad que no se encuentre relacionada con la I+D. Estos dos puntos ya sugieren fuertes carencias en la política presentadas por el gobierno federal, ya que como explicamos, los procesos de investigación no reconocen fronteras entre especulación teórica y aplicaciones prácticas, y por otra parte, la incidencia de la sociedad en la tecnociencia, ya sea como usuarios,

consumidores o como ciudadanos activos es importante tanto en las fases iniciales de desarrollo como en su puesta en escena.

El PECTI maneja nociones de la ciencia y la tecnología que son muy elementales. Si bien los argumentos expresados son bastante básicos, estos se encuentran llenos de consecuencias importantes. Tal es el caso de no establecer proyectos tecnocientíficos dentro del PECTI, y por otra parte, da a entender que el proceso de definición de estos proyectos seguirá un curso autoreferenciado que esperará los resultados de las investigaciones. Es por esta razón que solo establece un listado de temas, pero no da cuenta de porqué son importantes para el país.

Por otra parte, si bien el hecho de que no se encuentren contenidos dentro del PECTI proyectos tecnocientíficos, esto no significa que no se estén realizando, sino que estos se encuentran al margen del interés público.

CULTURA TECNOCIENTÍFICA

También es importante hacer notar la exclusión de gran parte de la sociedad que no se encuentre relacionada con los procesos de investigación y de productividad. En ese sentido al PECTI no le resulta importante incluir al abanico multicultural mexicano dentro de la agenda tecnocientífica como un esfuerzo de integración nacional, ya que su fundamento moral es la productividad y el auge económico. Tampoco presenta ningún esfuerzo particular para que tanto comunidades autóctonas así como el resto de personas que habitan el país integren tecnociencia como parte de sus culturas. Desde esa perspectiva el PECTI debería de proponer al menos una visión de apropiación social de la tecnociencia y los elementos básicos para lograr que la sociedad mexicana en general se encuentre en posición no sólo de operar sistemas tecnocientíficos, sino de criticarlos, rediseñarlos y adaptarlos bajo los valores de las culturas que habitan en México.

CIENCIA Y DEMOCRACIA

También es evidente la existencia de un autoritarismo tecnocientífico en México y que se continúa propagando por medio del PECTI, ya que, por ejemplo, este no presta prácticamente ninguna atención a la participación activa de la sociedad, y particularmente de la ciudadanía. Contrariamente, se mantiene en una postura clientelar en relación a los requerimientos empresariales, bajo la concepción de que son ellas las que pueden volver útiles los adelantos científico-tecnológicos. Una concepción de tal índole espera que la sociedad contribuya de manera pasiva, consumiendo productos y operando sistemas de los cuales conoce poco, con ciudadanos que laboran en empleos que requieren poca destreza tecnocientífica, misma que va acompañada de escasas remuneraciones salariales y obstaculiza varias formas de innovación. Este es quizás uno de los temas más preocupantes, ya que a pesar de que se considera que la ciencia y la tecnología son los principales motores de bienestar, se busca principalmente que su desarrollo y manejo se concentre en las cúpulas científico-tecnológicas, políticas y económicas. En este punto es vital la democratización de la ciencia y la tecnología, pero también de la política¹⁵.

DESARROLLO LINEAL DE LA CIENCIA

El PECTI limita claramente la problemática para la generación y puesta en escena de los adelantos científico-tecnológicos a dos actores: IES y empresas. Esta limitación indica que desde el punto de vista del PECTI sólo estos actores se encontraran involucrados en la producción tecnocientífica. Esta situación también señala que la elaboración de proyectos tecnocientíficos seguirá siendo autorreferente, por lo que no se considera necesaria su discusión pública, así como la inclusión de más actores.

¹⁵ Sobre esa situación, el 7 de noviembre de 2012 se dio el banderazo de inicio de la agenda ciudadana de ciencia, tecnología e innovación, auspiciada por distintas instituciones de educación superior, organizaciones de investigadores y académicos. La participación cerró el 30 de enero de 2013 con una afluencia de 364 803 votantes. Este es un buen síntoma para la construcción de una política tecnocientífica en el que la sociedad mexicana se encuentre involucrada. Resultará una tarea continua indagar si esta agenda ciudadana se introduce con éxito en la agenda pública, la forma en que será encuadrada en los programas y la manera en que continuara participando la sociedad.

En el mismo sentido, existe un determinismo científico-tecnológico del PECTI que se encuentra en la idea de que las etapas cursadas por los países más desarrollados son las que deben seguirse para lograr los adelantos en la materia, los cuales son necesarios para lograr a su vez un mejor desempeño esencialmente en lo económico. Este determinismo impediría la afluencia de nuevas formas de innovación que fueran acordes con el contexto del país, y al mismo tiempo, indica que la ciencia y la tecnología son los principales elementos para solucionar los problemas que México presenta. Bajo esa lógica, dentro del PECTI sólo se enlistan temas científico-tecnológicos en función de problemas nacionales, pero no se dice cuál es la relación entre unos y otros. Esta desconexión sugiere realizar la pregunta ¿es necesario recurrir a la ciencia y la tecnología para resolver estos problemas, o son necesarias otras acciones? Esto quiere decir simplemente que la ciencia y la tecnología no son necesarias para resolver todos los problemas, si bien pueden contribuir a resolver buena cantidad de ellos. Por ello el PECTI vendría a considerar a la ciencia y la tecnología como una panacea que por sí sola resuelve prácticamente cualquier situación.

CIUDADANÍA

Finalmente el PECTI no introduce a la ciudadanía como un elemento importante para la construcción e implementación de la política. Por otro lado introduce términos como problemas o demandas sociales, lo cual reivindica el autoritarismo del PECTI así como rol pasivo de la sociedad. Bajo estos aspectos el involucramiento de la sociedad en la tecnociencia estaría esperando los productos de la investigación una vez terminados, reduciendo la capacidad de incidir tanto en la conformación de la política como en la elaboración de éstos. Un involucramiento marginal de esta índole, donde la capacidad de participación de la sociedad se reduce al consumo final de productos, implica reducir la capacidad de la sociedad para incidir en la resolución de problemas tan importantes como la degradación del trabajo o el deterioro del medio ambiente, los cuales se encuentran plenamente involucrados con la tecnociencia.

MODELO DE CUATRO VÓRTICES

Al contrastar al SNCYT con nuestro modelo de cuatro vórtices inmediatamente surgieron puntos importantes de análisis. En primer lugar constatamos que la disposición de los actores supedita a la mayoría de ellos al gobierno federal. También vimos que la responsabilidad de la política es delegada a dos actores: las IES y las empresas. De esta manera el gobierno federal minimiza su papel, pero subyace la influencia política de éste al definir competencias y responsabilidades en las IES y en las empresas principalmente, pero dejándose así mismo el rol elemental de auspiciador de recursos y evaluador de resultados.

En esa lógica también sobresale que el gobierno no haya optado por ejercer roles relacionados con la política, por ejemplo, para realizar ejercicios de deliberación pública y definir los objetivos de la política en conjunto con los otros actores; definir temas de interés tecnocientífico; y en suma, especificar las responsabilidades pero también los requerimientos de cada actor para lograr las metas planteadas.

Por otra parte también fue digno de resaltar el papel estático del SNCYT. A diferencia de éste, el modelo de cuatro vórtices se presenta como dinámico al relacionar y asumir parte de los roles entre cada uno de los actores citados. Sin embargo el SNCYT define roles estáticos y que se encuentran limitados al esquema de desarrollo lineal de la ciencia. Es por ello que a las IES les corresponde realizar ciencia y tecnología de calidad, mientras que a la empresa le corresponde actividades de adaptación de los productos científico-tecnológico para generar innovación. La única manera en que asume la introducción de competencias entre estos dos actores es mediante el intercambio de personal. De esta manera se aprecia que el SNCYT no es un modelo interactivo, sino de transferencia de productos, debido a la falta de relaciones e intercambio de roles entre los actores enunciados.

También es importante resaltar problemas que son de contenido en el actor gobierno. Como hemos dicho, el actor gobierno hace uso solo de su rol como administración pública, pero también en éste existen cuestiones generales que impiden que la política pueda realizarse con éxito, como lo son la inefectiva coordinación entre las tres diferentes esferas de gobierno que debería otorgar

coherencia a una política de alcance nacional, así mismo existe carencia de coordinación intersectorial, en donde los esfuerzos de las dependencias de gobierno involucrados confluyan en una sola acción encaminada a satisfacer los objetivos de la política.

Bajo ese tenor, el SNCYT es utilizado, más que como una herramienta que coordine los esfuerzos en la materia, como un actor que aglutina y legitima a la política desarrollada en el PECTI. Éste no presenta una discriminación de actores y roles importantes en la construcción y aplicación de la política. Por estas circunstancias es que en la práctica el SNCYT es inoperante, y más aún, disemina los esfuerzos de manera institucional.

Hace falta mucho por hacer para que la política en el tema pueda ser más integral, comenzando por la importancia de democratizar a la ciencia y a la tecnología, es decir, que la apropiación y participación de la ciudadanía sea abierta a capas más amplias de la población, para que ésta se encuentre en condiciones de enrolar tecnociencia al conjunto de conocimientos, creencias, valores y habilidades que ya poseen. Una manera de hacerlo y que contribuiría dramáticamente en la eficiencia y efectividad de la política es abandonando las premisas de ciencia-absoluta y de política-relativa, ya que estas desequilibran de fondo las relaciones con el resto de la sociedad; y en el mismo sentido, democratizar la política, abriendo espacios de participación para el diseño político, científico y tecnológico.

Se trata fundamentalmente de la reciprocidad de los términos ciencia y política: la ciencia se ha convertido en uno de los ejes de la construcción del mundo entero y de los países en particular; la política ha promovido y prohibido, legitimado y censurado la investigación científico-tecnológica y sus enrolamientos con la sociedad. La política tecnocientífica sería una herramienta para que en la praxis ambos términos se vean equilibrados mediante elementos democratizadores que acerquen ciudadanía, ciencia y política.

BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, M. (Septiembre-Diciembre de 2001). Política Científica y Tecnológica. Una visión desde América Latina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*(1).
- Arellano Hernández, A. (1999). *La producción social de los objetos técnicos agrícolas: antropología de la hibridación del maíz y de los agricultores de los valles altos de México*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Arellano Hernández, A. (2007). De la epistemología de la ecología política latouriana a una epistemología de sustento antropológico. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*(44), 59-79.
- Arellano Hernández, A., & Morales Navarro, L. M. (octubre de 2005). Ética e investigación. Hacia una política de integridad tecnocientífica. *Redes*, 75-114.
- Barreiro, A., & Davyt, A. (1999). *Cincuenta años de la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (ORCYT/UNESCO). Un análisis histórico de la cooperación en la región*. Documento en Línea.
- Bobbio, N. (1989). *Estado, gobierno y sociedad. Por una teoría general de la política*. Fondo de Cultura Económica.
- Bush, V. (1999). Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al presidente, julio de 1945. (U. N. Quilmes, Ed.) *Revista de Estudios Sociales de la Ciencia, REDES*(14), 89-137.
- Casalet, M. (1995). Una nueva orientación en la relación innovación-producción en México. (FLACSO, Ed.) *Revista Perfiles Latinoamericanos*, 4(7), 99-119.
- Casas, R. (1985). *El Estado y la política de la ciencia en México*. Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Casas, R. (2001). Introducción general. En R. C. (Coord.), *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México* (págs. 13-34). Atrophos. Instituto de Investigaciones Sociales. UNAM.
- Cervantes, M. (s/a). *Universidades y organismos públicos de investigación: utilización de la propiedad intelectual, concretamente las patentes, para promover la investigación y crear "start-ups" innovadoras*. Recuperado el 30 de septiembre de 2013, de OMPI: http://www.wipo.int/sme/es/documents/academic_patenting.htm
- Cuevas, A. (Enero de 2008). Conocimiento científico, ciudadanía y democracia. *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 4(10), 67-83. Obtenido de http://www.revistacts.net/index.php?option=com_sectionex&view=category&id=16&Itemid=57

- Dagnino, R., Thomas, H., & Davyt, A. (1996). El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica. Una interpretación política de su trayectoria. *REDES, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, 3(7), 13-51.
- Dini, M., & Stumpo, G. (2011). Introducción. En M. Dini, & G. Stumpo, *Políticas para la innovación en las pequeñas y medianas empresas en América Latina* (págs. 11-34). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Etzkowitz, H. (s/a). *University-Industry-Government: The Triple Helix Model of Innovation*. Documento en Línea.
- Feenberg, A. (1999). *Questioning technology*. New York: Routledge.
- Feenberg, A. (2000). *Teoría Crítica de la Tecnología*. (M. Banet, Trad.) Oxford University Press.
- García Santillán, P. G. (2003). *Políticas y acciones que implementa el CONACYT para la investigación y el desarrollo de la ciencia en México*. Toluca: Tesis presentada para obtener el título de Licenciada en Sociología.
- Gibbons, M. (1998). *Pertinencia de la educación superior en el siglo XXI*. UNESCO. Obtenido de [http://campusvirtual.deusto.es/archivos/usuario129/gibbons_PertinenciaES98\(4\).pdf](http://campusvirtual.deusto.es/archivos/usuario129/gibbons_PertinenciaES98(4).pdf)
- Gobierno Federal. (2008). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012*. México.
- Gutiérrez, M. Á. (2009). El Consejo Nacional de la Educación Superior y Investigación Científica y la política de educación superior del régimen cardenista, 1935-1940. *Perfiles Educativos*, XXXI(126), 80-98.
- Harto de Vera, F. (2005). *Ciencia política y teoría política contemporáneas: una relación problemática*. España: Trotta.
- Herrera, A. (1978). *Ciencia y Política en América Latina*. Mexico: Siglo veintiuno editores.
- Instituto Nacional de Investigaciones Científicas. (1970). *Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología*. Ciudad de México: INIC.
- Latour, B. (1992). *Ciencia en acción. Como seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*.
- Latour, B. (2001). *La Esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona, España: Gedisa.
- Lemarchan, G. A. (2010). *Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Montevideo, Uruguay: Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe. UNESCO.
- Nelson, R. R. (1993). Technical Innovation and National Systems. En R. R. Nelson, *National Innovation Systems. A comparative Analysis* (págs. 3-21). New York: Oxford University Press.

- OCDE. (2009). *OECD Reviews of Innovation Policy: Mexico*. OCDE.
- Olivé, L. (2008). Innovación y cultura científico-tecnológica: desafíos de la sociedad el conocimiento. En G. V. Nigrini, *Ciencia, tecnología e innovación* (págs. 37-56). Distrito Federal, México: FLACSO MEXICO.
- Parada Barrera, C. S. (julio-diciembre de 2009). Hacia un nuevo concepto de ciudadanía global. *Via Iuris*(7), 98-111.
- Peña Aumada, J. A., & Archundia Navarro, L. (2006). El marco institucional de la política científica en México. En E. C. Mendoza, D. Valadés, & S. López-Ayllón, *El diseño institucional de la política en ciencia y tecnología en México*. D.F.: UNAM; CIDE.
- Pinto, A. (1974). Política de Industrialización en América Latina. En M. Nolf, *Desarrollo Industrial Latinoamericano* (págs. 131-148). Distrito Federal, Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- Ramírez S., J. M. (1998). Ciudadania y territorio: variaciones sobre el caso mexicano. *Nómadas*, 94-102.
- Rincón Castillo, E. L. (2004). El sistema nacional de innovación: un análisis teórico-conceptual. *Opción*, 94-117.
- Sábato, J., & Botana, N. (1968). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina*. Documento en línea.
- Sagasti, F. (Septiembre de 2000). La política científica y tecnológica en el nuevo entorno de América Latina. *Comercio Exterior*, 50, 161-164.
- Salomon, J.-J. (1999). Comentarios al dossier. *REDES, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, 7(14), 138-156.
- Salomon, J.-J. (2001). El nuevo escenario de las políticas de la ciencia. (OEI, Ed.) *Revista internacional de ciencias sociales*(161), 186-201. Recuperado el 1 de julio de 2013, de OEI: <http://www.oei.es/index.php>
- Soto Bernabé, A. K. (julio 2010-junio 2011). La pertinencia de la educación superior mexicana: análisis de cuatro décadas. *Pampedia*, 19-30.
- Valente, V. V. (1999). Ciudadanías globales y sociedades civiles. Pistas para el análisis. *Revista Nueva Sociedad*(163), 125-138.
- Wionczek, M. S. (1974). Los problemas de la transferencia de tecnología en un marco de industrialización acelerada: El caso de México. En M. Nolf, *Desarrollo Industrial Latinoamericano* (págs. 304-329). Distrito Federal, Mexico: Fondo de Cultura Económica.