



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**MODELOS DE POLÍTICA PARA LA CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SU IMPACTO EN LA
FORMACIÓN EN INGENIERÍAS: UN ANÁLISIS CTS.**

MARÍN, M.; PALACIO, M.

MODELOS DE POLÍTICA PARA LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SU IMPACTO EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍAS: UN ANÁLISIS CTS

Melba Elena Marín Ramírez
Instituto Tecnológico Metropolitano
melbamarin@itm.edu.co
Marta Cecilia Palacio Sierra
Instituto Tecnológico Metropolitano
mpalacio32@hotmail.com

Resumen:

En el documento se presentara una síntesis de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en Colombia. Iniciando con un recorrido histórico de los antecedentes conceptuales pasando por las principales tendencias de políticas y una caracterización de los modelos que subyacen a su formulación. Se cuestiona la tendencia a ofrecer alternativas orientadas exclusivamente por los modelos de mercado imperantes, y se analizan sus impactos en los proceso de formación en las ingenierías. Se proponen alternativas para la comprensión de dichas políticas de CTI, desde una perspectiva CTS, propendiendo la búsqueda de una formación para la ciudadanía responsable, crítica, que vele por lograr la apropiación social del conocimiento científico, tecnológico y contribuya a la generación de estrategias para la resolución de problemas sociales haciendo uso de los beneficios de la innovación. Se retoma de Roth Deubel (2004) el concepto de política como una actividad orientada en forma ideológica a la toma de decisiones de un grupo para alcanzar ciertos objetivos. Desde el punto de vista metodológico el análisis de las políticas públicas consiste en examinar una serie de objetivos, de medios y de acciones definidos por el Estado para transformar parcial o totalmente la sociedad así como sus resultados y efectos. Se concluye que en la formación de profesionales se requiere asumir compromisos éticos, políticos y tecnocientíficos, sin embargo, las concepciones tradicionales frente a la construcción del conocimiento y los emergentes modelos de mercado se oponen a la apropiación democrática del conocimiento y de los beneficios de la innovación. Por ello se propone un referente teórico de carácter general acerca de los sistemas tecnológicos para ser aplicado al diseño de programas de ingeniería, donde se destacan las principales características de los sistemas tecnológicos y la relación con los conceptos de técnica y tecnología. Partimos de la idea de que es posible una propuesta para el diseño de un programa de Ingeniería que contribuya a la formación de estudiantes en la comprensión de la relación técnica-tecnología-ciencia y sociedad de manera transversal, con consciencia de los riesgos e impactos de sus acciones en la sociedad y en el medio ambiente.

Palabras clave: Política pública, ciencia, tecnología, innovación, apropiación social del conocimiento.

1. Evolución histórica de los conceptos de política y política pública

“La política es una actividad orientada en forma ideológica a la toma de decisiones de un grupo para alcanzar ciertos objetivos. También puede definirse como una manera de ejercer el poder con la intención de resolver o minimizar el choque entre los intereses encontrados que se producen dentro de una sociedad. El término proviene de la palabra griega *polis*, cuyo significado hace alusión a las ciudades griegas que formaba los estados donde el gobierno era parcialmente democrático. Cabe señalar

que es en esta sociedad donde intenta formalizarse esta necesidad humana de organizar la vida social y los gobiernos desde tiempos ancestrales”.

Para (Roth Deubel, 2004, pág. 19) las políticas públicas se pueden entender como programas de acciones, representan la realización concreta de decisiones, el medio usado por un actor en particular llamado Estado¹, en su voluntad de modificar comportamientos mediante el cambio de las reglas de juego operantes hasta entonces. En este sentido, las políticas públicas se pueden entender como representaciones.

Según Quintanilla:

En las democracias occidentales, el Parlamento constituye formalmente el lugar donde se expresa la voluntad política de los ciudadanos a través de complejos mecanismos de representación. Los críticos de las democracias parlamentarias tienen seguramente muchos motivos para ejercer su tarea. En primer lugar porque no siempre los mecanismos de representación política funcionan adecuadamente. En segundo lugar porque, aunque lo hicieran, la representación de intereses y de opciones políticas nunca puede ser, por su propia naturaleza, equivalente a la participación directa de cada ciudadano en la adopción de decisiones colectivas que le afectan personalmente, y en esa medida siempre es posible la crítica y la profundización de la democracia. (Quintanilla, 2002, pág. 159)

Una política² de gobierno se puede entender como una línea de pensamiento propia de quien detente poder, ejemplo: un gobierno puede tener como política el negociar la paz. Una política de Estado puede ser considerada una línea de pensamiento que es observada por todo aquel que llegue al poder. Ejemplo: Todos los presidentes colombianos buscarán por cualquier medio la consecución de la paz.

Se pueden considerar cuatro elementos centrales que permiten identificar la existencia de una política pública: implicación del gobierno, percepción de problemas, definiciones de objetivo y procesos (Roth Deubel, 2004, pág. 27). Así mismo, este autor define que una política pública designa la existencia de “un conjunto conformado por uno o varios objetivos colectivos considerados necesarios o deseables y por medio de acciones que son tratados, por lo menos parcialmente, por una institución u

¹ Para (Roth Deubel, 2004, pág. 19) el Estado es una institución que formaliza las reglas de juego en ámbitos que pretende regular. De otro lado, aunque en muchas circunstancias y contextos se suele usar indistintamente, casi como sinónimos, los términos Estado y Gobierno, de ninguna manera refieren a lo mismo. Porque el Estado es lo que permanece, lo estructural; en cambio, el gobierno, pasa, se transforma, cambia de color político, de nombre, entre otras cuestiones.

² Política es el conjunto coherente de enfoques, principios, objetivos, estrategias y planes de acción que identifican, comprenden y abordan problemáticas sociales que se enfocan en el mejoramiento de la calidad de vida de los diferentes grupos poblacionales, bajo el reconocimiento de los derechos civiles y democráticos propios de un Estado social de derecho (Gobernación de Nariño, 2008:5). La política pública tiene un sentido básico agrega el mismo documento (Gobernación de Nariño, 2008:5): el de orientarse hacia la promoción de la participación de la población civil en la construcción y apropiación de estrategias y acciones que permitan a los ciudadanos ser agentes activos en los procesos democráticos encaminados al reconocimiento de todos sus derechos con dignidad, y que, a su vez, trascienda dicha política los intereses privados y corporativos, creando y fortaleciendo los espacios de interacción entre la sociedad civil y el Estado. (Palacio Sierra M., 2011)

organización gubernamental con la finalidad de orientar el comportamiento de actores individuales o colectivos para modificar una situación percibida como insatisfactoria o problemática” (Roth Deubel, 2004, pág. 14)

De lo allí expuesto y desde el punto de vista metodológico “el análisis de las políticas públicas consiste en examinar una serie de objetivos, de medios y de acciones definidos por el Estado para transformar parcial o totalmente la sociedad así como sus resultados y efectos. De esta forma cada política pública tiene su campo de intervención reservado que puede ser objeto de varios subterritorios y subdivisiones para los cuales generalmente se fijan objetivos más específicos (por ejemplo, la política educativa se subdivide en política universitaria, política de educación media, etc.)” (Roth Deubel, 2004, pág. 27). En el mismo sentido, y a manera de ejemplo Triana *et al.* exponen lo siguiente:

[...] el interés concedido por los responsables políticos y los gestores de la economía al papel del conocimiento, tanto en lo que hace a su producción como a su gestión y su difusión, ha impulsado la adopción de políticas públicas de investigación, promovidas por los gobiernos y los poderes públicos, aunque buscando sinergia con los agentes privados. Como consecuencia, la definición de los temas y las líneas de investigación ha dejado de estar prioritariamente en las manos de los investigadores y los académicos para pasar a considerarse como un elemento fundamental de los planes nacionales de I +D. De la importancia que se ha concedido a dichas políticas en la última década da cuenta de la creación de ministerios u otras unidades políticas de alto nivel con responsabilidades en los ámbitos de la ciencia y la tecnología en un número creciente de países iberoamericanos, como Brasil, Argentina, España, Venezuela, Portugal, México o Cuba”: (Triana Ferrer & et.al., 2011, pág. 13)

Un ejemplo particular de política pública es la política de ciencia y tecnología. La política de ciencia y tecnología (C y T) de un país se entiende, de manera amplia, como el proceso mediante el cual se diseña, promueve, administra, financia y evalúa el sistema correspondiente a C y T (Ahumada Barona & Miranda Miranda, 2003, pág. 52). Estos conceptos, política y sistema, dan lugar a un amplio espectro de actividades que determinan la forma, magnitud y dirección del apoyo público y privado a la ciencia y la tecnología.

2. Tendencias políticas contemporáneas en Ciencia, Tecnología e Innovación

Albornoz presenta el conocimiento como un componente de las nuevas tendencias globales y muestra el escenario de quienes debaten sobre estos temas en América Latina donde es posible identificar por lo menos cuatro posturas diferentes (Albornoz, 2001, págs. 6,7)³ como se puede apreciar a continuación:

Política	Descripción	Observaciones
Política Científica tradicional	Basada en la oferta de conocimientos. El eje es la asignación de recursos al fortalecimiento de la investigación básica. Postura que predomina en comunidad científica latinoamericana.	La debilidad en América Latina es que los conocimientos producidos localmente no llegan a aplicarse en la producción o en los servicios.
Política sistémica de	Basada en la demanda de conocimiento, postula la necesidad de estimular la	La debilidad es que en el sector productivo

³ Las posturas que presenta Albornoz (Albornoz, 2001) se pueden leer en parte, como la evolución histórica de las políticas en ciencia y tecnología en América latina.

innovación	conducta innovadora de las empresas. Enfoque de sistema de innovación.	latinoamericano los sistemas de innovación son más teóricos que prácticos. La comunidad científica suele rechazar el aspecto “economicista” de esta política.
Política para la sociedad de la información	Se basa en la potencialidad de Internet y en la supuesta disponibilidad universal de los conocimientos. Pone el énfasis en fortalecer la infraestructura de información y telecomunicaciones	La debilidad radica en que confunde los procesos de creación de conocimiento con los procesos de transmisión de conocimiento
Política de fortalecimiento de capacidades en ciencia y tecnología	Trata de rescatar, por una parte, las políticas de ciencia y tecnología propias de las etapas anteriores, centradas en la producción local de conocimiento, pero procura, por otra parte, adaptarlas en función del nuevo contexto. Postula la necesidad de implementar políticas que no sólo tengan en cuenta la I+D, sino también las distintas etapas o modalidades del proceso social de la producción del conocimiento tecnocientífico.	La dificultad radica en que los procesos de transformación que propone son graduales y están menos asociados al imaginario de los gurúes de la “modernización”, que confían en que milagrosamente, gracias a internet, se accede de lleno al primer mundo.

Elaboración: Marín, M. con base en Albornoz (2001).

Ahumada y Miranda recomiendan que los países con el apoyo de la OEA (Organización de los Estados Americanos) y de la Banca Multilateral⁴ (Banco Interamericano de Desarrollo-BID, Banco Mundial y la Corporación Andina de Fomento) deben establecer políticas y programas específicos para fortalecer sus infraestructuras científicas, tecnológicas y de innovación de tal manera que puedan efectivamente cumplir el papel que les corresponde como instrumentos del desarrollo económico y social de los países (Ahumada Barona & Miranda Miranda, 2003, pág. 60).

En la actual economía del conocimiento se resalta que:

“[...] la capacidad científica y tecnológica y la innovación se reconocen como factores determinantes del crecimiento sostenible, la creación de riqueza y la competitividad. Para los países en desarrollo, promover la capacidad de desarrollar, captar, divulgar y comercializar el conocimiento científico y tecnológico no representa solamente un medio de mejorar la productividad, el bienestar social y el potencial exportador, sino también un camino hacia el éxito en su incorporación a una economía cada vez más globalizada. [...] El desarrollo de *Sistemas Nacionales de Innovación* sienta las bases de un entorno que propicia la innovación tecnológica. Entre los elementos clave de dichos sistemas se cuentan las entidades públicas y privadas que están comprometidas a invertir en la investigación y el desarrollo y actividades

⁴ La Banca Multilateral “es una de las fuentes de contratación de empréstitos externos y se le denomina como tal a todos los Bancos de Desarrollo como el Banco Interamericano de Desarrollo-BID, Banco Mundial, la Corporación Andina de Fomento, entre otros. La función principal de esta banca es apoyar el desarrollo en países emergentes, mediante el otorgamiento de préstamos en condiciones financieras favorables y la asistencia técnica en la preparación, ejecución y evaluación de programas y proyectos.” Ver en: MinEducación: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-183664.html>

innovadoras, instituciones especializadas que estimulan la divulgación de la tecnología y la innovación, un marco normativo propicio – especialmente en lo que respecta a la competencia y a la propiedad intelectual – y una infraestructura apropiada de tecnologías de la información y las comunicaciones. Para estos fines la creación de vínculos sólidos entre los distintos elementos de los sistemas nacionales de innovación y la colaboración entre los principales sectores, son esenciales” (Directrices Operacionales del Fondo Coreano para la Innovación, año, p. 1).

Lo expresado anteriormente por el Fondo Coreano, aplica para los países en desarrollo, donde es indudable que hay que reconocer la ciencia, la tecnología y la innovación como factores clave para el desarrollo de América Latina; es necesario fortalecer las relaciones entre los diferentes actores y diseñar y aplicar políticas favorables para el desarrollo científico – tecnológico.

La generación de conocimiento, además de ser una clara política de Estado (política pública) debe estar soportada en estrategias que la hagan realidad. Dichas estrategias son, entre otras, tener el suficiente capital humano formado en ciencia y tecnología; estrategias de gestión del conocimiento y el fortalecimiento de los vínculos entre los diferentes actores del sistema de innovación.

Desde los años noventa hemos visto que el progreso científico y tecnológico ha generado grandes innovaciones industriales y evidencia el inminente cambio del contexto mundial. La economía se basa, cada vez más, en el uso de la información y del conocimiento como factores de producción. Una tendencia a nivel de cada país, y particularmente, en las principales ciudades se hacen esfuerzos aislados para plantear soluciones relacionadas con nuevas tecnologías, tales como, la Biotecnología; los Nuevos Materiales y con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-. Dichas tecnologías son intensivas en conocimiento y, además, son transversales a casi todos los sectores productivos; Trabajar con dichas tecnologías, son retos y a la vez prioridades para la región. Las nuevas tecnologías generan grandes oportunidades y diferentes consecuencias según el contexto, y según la capacidad e interés de cada país y de los actores que lo conforman, para apropiarse de ellas e integrarlas a sus propios objetivos, planes y metas de desarrollo. En cuanto a las prioridades, lo principal sería aprovechar adecuadamente la biodiversidad y los recursos naturales de la región de una manera sostenible.

Otra tendencia a destacar, es el necesario incremento de las inversiones en ciencia y tecnología; mejorar el financiamiento de las actividades científicas y tecnológicas, no solamente con recursos del Estado, sino también con recursos privados y reorientando la investigación en las universidades, especialmente, en las universidades públicas. Igualmente, se hace necesario hacer efectivas las relaciones universidad – empresa y consolidar los sistemas de ciencia, tecnología e innovación; los centros de desarrollo tecnológico; las universidades; las empresas etc. Una de las prioridades de la región es lograr que la ciencia, la tecnología y la innovación, puedan mejorar la calidad de vida de la población, asegurar la alimentación, disminuir la pobreza y, paralelamente, pensar en competitividad y en la inserción y permanencia en el mercado global.

Cada vez es más difícil para las empresas de los países menos desarrollados sobrevivir y mucho más difícil competir, urge implementar soluciones, resolver los problemas mediante la aplicación del conocimiento, fortaleciendo o creando vínculos de apoyo entre los diferentes actores: las empresas, las universidades, los centros de investigación, los centros de productividad, los centros de desarrollo tecnológico, entre los agentes e instituciones que conforman el sistema nacional de innovación.

Son diferentes las leyes y normas que rigen la contratación según el tipo de servicio y la legislación de cada país. Los cambios en las condiciones del entorno, cada vez, con mayor frecuencia y velocidad, hacen que los diferentes agentes se adapten a las

nuevas condiciones; el uso del conocimiento y su papel protagónico para la innovación, hacen que las relaciones de cooperación se vayan incrementando de manera notoria en países desarrollados, aspectos que se van haciendo evidentes en el incremento de licencias, patentes, asesorías, capacitación, proyectos de cooperación y empresas surgidas de la universidad con el objetivo de comercializar resultados concretos de investigación.

3. Políticas en Ciencia, tecnología e Innovación en Colombia

Restrepo Cuartas (2009)⁵ propone que el desarrollo de las sociedades puede ser medido en términos de inversión en investigación e innovación. Gracias a los logros resultantes de dicha inversión es posible desarrollar nuevos conocimientos, los cuales pueden ser provechosos, entre otras cosas, para la creación de novedosos procesos de producción, naciendo sectores industriales y modernos nichos económicos; Restrepo, presenta, entre otras, las siguientes proposiciones –retos- para Colombia, que pueden ser válidas para varios países de la región latinoamericana:

- Crear un sistema integrado, que abarque las diferentes instituciones involucradas en ciencia, tecnología e innovación. Este sistema debe estar encabezado por un Ministerio como lo tienen hoy la gran mayoría de los países avanzados en el mundo.
- Crear un modelo de incentivos que cautive la inversión del sector privado, para ciencia, tecnología e innovación, donde al empresario se le den estímulos tributarios a largo plazo, si apoya la investigación o si ellos mismos la desarrollan.
- Fortalecer la creación de Parques Tecnológicos, lugar en donde se integran los procesos de ciencia, investigación e innovación; y así, que cada una de las partes integrantes del sistema cumpla su papel.
- Crear fondos de capital de riesgo y capital semilla, para aumentar la cobertura de estos a así incentivar más la formación de nuevas empresas de base tecnológica y para estimular a los jóvenes emprendedores.
- Continuar con la formación a nivel de doctorados y maestrías, tanto a nivel nacional como internacional, y brindar a los graduados garantías para su permanencia en el País.

En términos de políticas públicas, los planteamientos de Restrepo Cuartas son ejemplos de soluciones a necesidades de los países de la región, específicamente para Colombia, Políticas públicas en el sentido expresado por Muller (Muller, 2006, pág. 63) son el marco a través del cual, cada vez más, las sociedades modernas van a definir la extensión y el alcance de los problemas que ellas se plantean de sí mismas (las políticas públicas son el lugar donde las sociedades definen sus relaciones con el mundo y consigo mismas).

Son múltiples los retos que la región necesita enfrentar para ser partícipe de la nueva economía basada en el conocimiento; uno de los retos básicos y prioritarios es aumentar el porcentaje de inversión del PIB⁶ en ciencia, tecnología e innovación,

⁵ Jaime Darío Restrepo Cuartas, ex director de Colciencias, ex representante a la Cámara y ex rector de la Universidad de Antioquia (Colombia); las reflexiones hacen parte de los planteamientos públicos sobre “Ciencia, tecnología e innovación” realizados por Restrepo Cuartas.

⁶ PIB: Producto Interno Bruto. En <http://www.incae.ac.cr/ES/ssi/iea/>. Fuente: Christina Mac Culloch (BID América) ¿Qué pasó con la inversión en C&T en América Latina en la última década? En muchos países y sectores se reconoce la importancia de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, cuando se ve la respuesta en términos de acciones concretas, los esfuerzos son insuficientes en muchas áreas. Desde luego hay diferencias entre países. En algunos se han registrado en la última década avances importantes en materia de instituciones o en términos de marcos legislativos. En otros ámbitos, como asignación de recursos, los avances son claramente insuficientes.

sobre la base de una clara política de desarrollo de cada país. El país que no genere nuevo conocimiento aumentará cada vez más la brecha⁷ con respecto a los países desarrollados.

De otro lado, en el denominado “nuevo contrato social”, que se ha venido desarrollando en los últimos años, se interrelaciona la ciencia, la tecnología y la sociedad como un sistema (democratización de la ciencia y la tecnología) con la participación de los diferentes actores. Adicionalmente, bajo este nuevo contrato se espera satisfacer algunas necesidades de la sociedad en ámbitos como la salud, la educación, requerimientos del sector productivo del medio ambiente, etc.

“De alguna manera con relación al “nuevo contrato social”, comienza a considerarse a los indicadores de percepción pública y cultura científica como insumos válidos para el diseño de políticas que facilitan acercamientos entre el sistema científico – tecnológico y la sociedad, garantizar accesos al conocimiento y valorizar la investigación local (en consonancia con aquello que en la conferencia mundial de la UNESCO de 1999, se llamara “un nuevo contrato social para la ciencia”) (Polino, Fazio, & Vaccarezza, 2003, pág. 3).

Polino y otros (Polino, Fazio, & Vaccarezza, 2003, pág. 6) argumentan que en el “modelo de déficit” el público es pasivo y con falencias de conocimiento que deben corregirse y establece que la información científica fluye en una sola dirección, desde los científicos hacia el público; este es un “modelo lineal”.

Adicionalmente, se cuenta con la RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana-) y con un catálogo de instrumentos de política en ciencia, tecnología e innovación aplicados en los diferentes países, con su dimensionamiento y eventuales resultados constituye información de gran utilidad para los estudiosos de las políticas y para los tomadores de decisión es esta materia. Un paso en este sentido ha sido la creación de la plataforma de políticas CTI, que contiene una descripción de los sistemas institucionales por país” (Albornoz, 2013, pág. 5).

Con relación a la participación ciudadana⁸:

“La política pública, por lo tanto, se enfrenta para los próximos años al desafío de incentivar la participación ciudadana en la medida en que los temas de ciencia han

⁷ Cuál es la magnitud de la brecha que nos separa de otros continentes? Las brechas son significativas y son resultado tanto de los montos de inversión como de la forma como operan los Sistemas Nacionales de Innovación. Algunas cifras ilustran las brechas. Por ejemplo, los científicos holandeses o suecos, por separado, publican más que todos los hombres y mujeres de ciencia de América Latina y el Caribe. Muchos de nuestros investigadores están mal financiados, no están dedicados a áreas críticas o estratégicas y con frecuencia tienen poca conexión con el sector productivo. En cuanto al número de personas en investigación y desarrollo también hay grandes brechas. En Estados Unidos se estima que cerca de 1 millón de personas están dedicadas a investigación y desarrollo, en comparación con cifras menores a 30,000 en la mayoría de nuestros países. El número de sitios de Internet vinculados con C&T en Estados Unidos se mide en millones, en la mayoría de los países de América Latina es de menos de 300. Las diferencias también se reflejan, por ejemplo, en el número de patentes y la cantidad de empresas con innovación continua. La capacidad de innovación parte desde los sistemas educativos. En <http://www.incae.ac.cr/ES/ssi/iea/>. Fuente: Christina Mac Culloch.

⁸ Para Lozano “La construcción de una cultura de la participación ciudadana en políticas públicas es fundamentalmente un proceso educativo. Además de la importante labor de generar las estructuras políticas y los mecanismos que permitan una participación efectiva de la sociedad, se requiere trabajar en la formación de ciudadanos con una cultura participativa. En esta tarea el sector educativo y particularmente el Ministerio de Educación es un gran aliado para Colciencias”. (Lozano, 2013, págs. 142-143)

pasado a ser temas ciencia, tecnología y sociedad. En la política pública, la consideración exclusiva de los aspectos científico-tecnológicos ya no es suficiente como fuente de legitimidad. Las decisiones deben ampliarse hacia registros que contemplen que el derecho a la información y a la participación por parte de la sociedad es un requisito indispensable en el verdadero ejercicio democrático. Probablemente aquí descansa la validez de la promoción de la cultura científica, ya no entendida ésta como únicamente como déficit de conocimiento, sino más bien como una componente vital para comprender la dinámica social en la cual se desenvuelve la actividad científica y las implicaciones que la ciencia y la tecnología tienen para el desarrollo de los países” (Polino, Fazio, & Vaccarezza, 2003, pág. 8).

En el mismo sentido, Mendizábal y otros (Mendizábal, Gómez González, & Moñux Chércoles, 2003, pág. 2), argumentan “que la necesidad de conectar el sistema de ciencia y tecnología con la sociedad es una declaración claramente presente en el discurso político, y que los planes de I+D+I se esfuerzan cada vez más por integrar programas en este sentido”. Aquí cabe “destacar que la generación de procesos efectivos de ASCTI⁹ no es responsabilidad exclusiva de Colciencias ni del SNCTI¹⁰, es necesario que el tema tenga presencia y que las acciones a apoyar se articulen con las políticas públicas de otras instancias gubernamentales y sectores tales como comunicación, cultura, medio ambiente, comercio, salud y agricultura, tan solo por mencionar algunos escenarios donde también hay procesos de producción y demanda de conocimiento científico-tecnológico” (Daza-Caicedo, 2011, pág. 130).

Adicionalmente, en torno a los grupos de interés Daza y Caicedo (Daza-Caicedo, 2011, pág. 128) puntualizan: “En un esfuerzo por reconocer esos otros actores, la Estrategia Nacional de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (Colciencias, 2010) hace énfasis en fomentar maneras de abordar el conocimiento tecno – científico, así como otro tipo de actividades para la ASCTI, su objetivo es precisamente *“ampliar la comprensión de las dinámicas de comprensión y uso del conocimiento, más allá de las sinergias entre sectores académicos, productivos y estatales, incluyendo a las comunidades y grupos de interés de la sociedad civil”* (Colciencias, 2010:24) esta ampliación refuerza el carácter político de la ASCTI y para lograrlo propone *“promover prácticas reflexivas y simétricas en torno a la generación y uso del conocimiento que hagan de éste un instrumento para el desarrollo social y económico de las comunidades que participan en su producción”* (Colciencias, 2010:34).” Igualmente, Lozano (Lozano, 2013, pág. 144) propone “ampliar el ámbito de la participación ciudadana de las políticas públicas en CTI a las políticas públicas en todos los sectores, a la vez que se incluye a los municipios como unidades básicas en los procesos de convocatoria”.

En Colombia, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias- es la entidad oficial encargada de liderar el fomento y el desarrollo de la

⁹ (Maldonado Castañeda, 2011, pág. 148) “El término *Apropiación Social del Conocimiento* tiene su origen en la preocupación de las políticas de ciencia y tecnología por establecer mecanismos y espacios de relación con la sociedad en general. Si bien históricamente ha sido un proceso concomitante a la institucionalización de la ciencia y la tecnología, el término en estricto sentido aparece en Colombia durante la década de los 90’s, bajo el impulso dado a la política de ciencia y tecnología. Esta relación es fundamental para el diseño e implementación de cualquier política porque de ella depende su legitimidad social y política, así como su efectividad y gobernabilidad (Hilgartner, 2009)”.

¹⁰ Sistema Nacional de Ciencia, tecnología e Innovación. Para el caso de las políticas en ciencia y tecnología se tiene en Colombia la Ley 1286 de 2009 y el Conpes 3580 de 2009.

investigación y la innovación. Entre las líneas de política apoyadas por Colciencias se encuentra el apoyo a programas nacionales de doctorado, la capacitación de recursos humanos de alto nivel, programas de divulgación, comunicación y popularización de la ciencia, y la regionalización y la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTI –sigla que se usará en adelante-.

En Colombia, en general, el entorno tecnológico ubicado en el nuevo SNCTI antes denominado Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, es incipiente y se constituye en una de sus mayores debilidades. Los subsistemas que constituye el SNCTI, son entornos e instituciones que operan de manera independiente. La proximidad entre los actores de innovación es muy embrionaria, aunque se encuentran algunos ejemplos de relaciones exitosas entre ellos, son solo eso, buenos ejemplos y no la generalidad.

En Colombia, el 23 de enero de 2009, se publica la Ley 1286 por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias¹¹ en departamento administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación-SNCTI y se dictan otras disposiciones.

Entre otros, los objetivos de la Ley 1286 son:

- Fortalecer una cultura basada en la generación, la apropiación y la divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanentes.
- Definir las bases para la formulación de un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Incorporar la ciencia, tecnología e innovación, como ejes transversales de la política económica y social del país.
- Transformar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación –SNCTI.
- Fortalecer la incidencia del SNCTI en el entorno social y económico, regional e internacional, para desarrollar los sectores productivo, económico, social y ambiental de Colombia.
- Definir las instancias e instrumentos administrativos y financieros por medio de los cuales se promueve la destinación de recursos públicos y privados al fomento de la Ciencia, Tecnología e Innovación.

Algunos de los propósitos de la Ley 1286 son:

- Incorporar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación a los procesos productivos, para incrementar la productividad y la competitividad que requiere el aparato productivo nacional.
- Establecer los mecanismos para promover la transformación y modernización del aparato productivo nacional, estimulando la reconversión industrial, basada en la creación de empresas con alto contenido tecnológico y dando prioridad a la oferta nacional de innovación.

La propuesta inicial de los ponentes¹² de la Ley era la creación de un Ministerio, como se tienen en algunos países, este objetivo no se logró. La Ley pasó por un proceso de concertación con diferentes estamentos, especialmente con universidades. La Ley, entre otros aspectos, da las bases para fortalecer las relaciones universidad-empresa, dado que se busca articular la investigación con las organizaciones productivas, en busca de la productividad nacional y el direccionamiento de los proyectos de investigación en pro de la competitividad nacional.

¹¹ Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”; establecimiento público de orden nacional.

¹² Jaime Darío Restrepo Cuartas y Martha Lucía Ramírez

De otro lado, Colciencias es la única instancia a nivel decisonal que además participa en la ejecución de las políticas de CT+I con el Fondo Francisco José de Caldas, y de manera muy tangencial el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) con los recursos de la Ley 344 que se destinan a desarrollo tecnológico y productivo. Otras instancias como la Política de Innovación; la Comisión Nacional de Competitividad; los Consejos Universidad – empresa – Estado; etc., son instancias de coordinación público – privada con complementariedad de funciones que algunas veces podría generar dispersión; adicionalmente existen instancias a nivel departamental y municipal (con poca capacidad de ejecución y reducido presupuesto que se espera solucionar con las regalías).

Para la ciudad de Medellín (Antioquia – Colombia), que a la fecha es la única ciudad colombiana que tiene establecida una política pública en ciencia, tecnología e innovación¹³, viene desarrollando esfuerzos que han dado como resultado un considerable fomento a la innovación.

4. Sistemas Tecnológicos

Se ha hecho referencia hasta aquí, acerca de las políticas públicas y su orientación al fomento y desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, sin embargo, es necesario aclarar que en el contexto de la sociedad contemporánea se trata de componentes básicos para la constitución de los actuales sistemas tecnológicos o tecnocientíficos, como se verá continuación.

Para Quintanilla un sistema tecnológico es un dispositivo complejo, que comprende entidades físicas y agentes humanos que buscan una transformación para lograr resultados. “Hugs (1983) usa la noción de sistema tecnológico para referirse a sistemas complejos en los que los aspectos sociales y organizativos pueden ser tan importantes como los propios artefactos físicos. Pero en realidad, cualquier realización técnica concreta, independientemente de su magnitud y complejidad, presenta esa doble dimensión (física y social, artefactos, organización). En los grandes sistemas tecnológicos es más fácil de advertir” (Quintanilla, 2005, pág. 59)

Este autor (Quintanilla, 2005) se tiene que la estructura del sistema se define por las relaciones que se producen entre los componentes que lo conforman; pueden ser relaciones de transformación o relaciones de gestión. Un sistema técnico se diseña para lograr unos objetivos y para realizar determinadas funciones. Adicionalmente, se obtiene un resultado que no necesariamente coincide con el objetivo. (Quintanilla, 2005, pág. 61).

Un sistema tecnológico es una unidad compleja compuesta por:

Estructuras físicas: equipos, máquinas, herramientas, dispositivos técnicos, laboratorios, instrumentos de medición y de control, etc.

Estructuras organizacionales: sistemas de gestión, controles, recursos financieros, normatividad, etc.

Partes interesadas: empleados, clientes, entes gubernamentales, públicos interesados, comunidad, etc.

De otro lado, Osorio plantea que la estructura de un sistema es una combinación unitaria, la combinación de elementos técnicos puede ser simple o compleja; y que la línea o fila, comprende a las series de conjuntos técnicos que buscan proporcionar un producto deseado, cuya fabricación se realiza generalmente en etapas sucesivas. La

¹³ A noviembre de 2013, Medellín es la única ciudad colombiana que tiene establecida una política pública en ciencia, tecnología e innovación. Acuerdo 24 de 2012. Concejo de Medellín. Por el cual se adopta el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación Medellín 2011-2021 como política pública para el desarrollo de innovación de la Ciudad.

coherencia entre estas estructuras y líneas, es lo que permite hablar de sistema (Osorio M., 2001, pág. 12).

Según los planteamientos de Osorio, trabajar desde los sistemas tecnológicos permite, entre otros aspectos: plantear los problemas de manera inter y transdisciplinar; fomentar los aspectos de la creatividad y el emprendimiento desde necesidades sociales; reconstruir el conjunto de actores e instituciones relacionados con la producción, circulación y utilización de la tecnología; vincular los aspectos administrativos y de gestión a la esfera técnica; dar coherencia a la formación para la competitividad; organizar el aprendizaje de forma secuencial, de pequeños sistemas a sistemas más complejos, fomentando el análisis interdisciplinario; abordar el trabajo académico desde didácticas múltiples, unidades completas, incluso proyectos por semestre; el tema ambiental y el cambio climático pasan a ser asuntos de mayor interés; recuperar las cuestiones valorativas y de participación ciudadana; cómo los sistemas evolucionan en relación con la innovación y la sociedad, es posible considerar la incertidumbre como parte inherente de la dinámica tecnológica.

Continuando con Osorio, trabajar con los Sistemas Tecnológicos fomenta, entre otros aspectos: Aprendizaje en muchos lugares como fábricas, laboratorios y talleres; uso intensivo de las TIC; trabajo en equipo; planteamiento y solución de problemas; creatividad e innovación; situar la tecnología en la sociedad; articulación con el mundo del trabajo; fomentar la flexibilidad en el currículo y vinculación de la academia a los problemas de la sociedad colombiana. (Osorio M., 2001). Son entonces, los sistemas tecnológicos los nichos para la construcción de los currículos para la formación de profesionales de las ingenierías, dada la confluencia de factores científicos, técnicos, tecnológicos, sociales, etc. que inciden en el logro de la pertinencia académica y social requerida para dar respuesta a las múltiples demandas del entorno.

Conclusiones

Para concluir, con base en lo expuesto por Lahera (Lahera, 2004, págs. 7,8) se puede decir que la política y las políticas públicas, son entidades diferentes pero que se influyen de manera recíproca. Tanto la política como las políticas públicas tienen que ver con el poder social. Pero mientras la política es un concepto amplio, relativo al poder en general, las políticas públicas corresponden a soluciones específicas de cómo manejar los asuntos públicos.

Puede haber política sin propuestas de políticas públicas, teniéndose entonces un sistema político concentrado entre los agentes políticos y sociales. La política sin políticas públicas es una modalidad de la demagogia.

Como puede leerse en los planteamientos anteriores, hay cierta claridad en la región latinoamericana con respecto a las tendencias y prioridades relacionadas con ciencia, tecnología e innovación. Igualmente, hay algunos planteamientos sobre el camino a seguir. Surgen las preguntas ¿Qué estamos esperando de la ciencia y de la tecnología?; ¿Frente a los retos de la generación y aplicación científica – tecnológica, se hace necesario conocer cuáles son los compromisos que deben asumir el gobierno, los empresario y especialmente el sector educativo en la formulación de programas de formación en ingenierías?

BIBLIOGRAFÍA

AHUMADA Barona, J., & Miranda Miranda, F. (2003). *Ciencia, tecnología y sociedad: algunas reflexiones*. Documento preparado para la Organización de Estados Americanos, Bogotá.

- AIBAR, E. (2002). Innovación tecnológica y cambio social: más allá del determinismo tecnológico. En E. Aibar, & M. Quintanilla, *Cultura tecnológica: estudios de ciencia, tecnología y sociedad* (págs. 59-90). Barcelona: Universitat Barcelona.
- ALBORNOZ, M. (Septiembre - Diciembre de 2001). Política científica y tecnológica: una visión desde América Latina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*(1), 20.
- LAHERA, E. (agosto de 2004). CEPAL. Obtenido de Política y Políticas Públicas: http://www.eclac.org/publicaciones/xml/5/19485/sps95_lcl2176p.pdf
- CHALMERS, A. F. (2010). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (Segunda ed.). (J. Padilla Villate, Trad.) Madrid, España: Siglo XXI de España Editores, S. A.
- GÓMEZ CAMPO, V. (2000). El significado de las ciencias sociales y humanas en la formación tecnológica. *Serie Los cuadernos de la escuela*(4).
- MITCHAM, C., & Briggie, A. (Abril de 2007). Ciencia y política: perspectiva histórica y modelos alternativos. *Revista CTS*, 3(8), 143-158.
- MULLER, P. (2006). El análisis cognitivo de las políticas públicas. En P. Muller, *Las políticas públicas: estudios de caso en políticas públicas No.3* (J.-F. Jolly, & C. Salazar Vargas, Trads., Segunda ed., Vol. III, págs. 93-121). Bogotá (Colombia): Universidad Externado de Colombia.
- OSORIO M., C. (Enero-Abril de 2001). Enfoques sobre la tecnología. *CTS+I Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*(2), <http://www.oei.es/revistactsi/numero2/osorio.htm>.
- PALACIO Sierra, M. (2007). El nuevo contrato social a la luz de la tecnociencia. (S. Echeverri Restrepo, Ed.) *Revista CINTEX*(12), 35-43.
- PALACIO Sierra, M. (Octubre de 2011). La construcción de la sociedad del conocimiento y las políticas públicas de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. (S. Jiménez Gómez, Ed.) *Trilogía Revista Ciencia Tecnología Sociedad*(5), 28.
- PALACIO Sierra, M. C. (Octubre de 2009). Gobernanza de la ciencia y la tecnología. (S. I. Jiménez Vásquez, Ed.) *Trilogía Revista Ciencia Tecnología Sociedad*(1), 1-21.
- QUINTANILLA, M. (2002). El papel del parlamento en la política científica y tecnológica. En E. Aibar, & M. Quintanilla, *Cultura tecnológica: estudios de ciencia, tecnología y sociedad* (pág. 159). Barcelona (España): ICE/Horsori.
- ROTH DEUBEL, A.-N. (2004). Conceptos, teorías y herramientas para el análisis de las políticas públicas. En A.-N. Roth Deubel, *Políticas públicas: formulación, implementación y evaluación* (págs. 17-54). Bogotá, D.C.: Ediciones Aurora.
- TRIANA FERRER, A., & et.al. (2011). *Ciencia, tecnología y universidad en Iberoamérica*. Buenos Aires: Eudeba.