

Aspectos conceptuales y metodológicos para un diagnóstico de la ciencia y la tecnología frente a la sustentabilidad de Yucatán

José Francisco Sarmiento Franco¹

Introducción

Un elemento imprescindible en el análisis del desarrollo regional o local, desde la perspectiva de la sustentabilidad, lo constituye el rol de la investigación científica y tecnológica en sus vínculos con los procesos productivos y con el uso de los recursos naturales. Adicionalmente, el importante desarrollo de la ciencia y la tecnología a nivel mundial en las últimas décadas, se encuentra fuertemente centralizado en los países industrializados al igual que sus beneficios, por lo que éstos son marginales en los países periféricos. Además, es necesario considerar que el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha conllevado importantes implicaciones negativas en los ámbitos social, económico y ecológico, por lo que su análisis requiere un enfoque más integral que permita una adecuada comprensión de las complejas interrelaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y la naturaleza.

Por otro lado, en la actual coyuntura política y económica del Yucatán, el Gobierno del Estado ha planteado la necesidad de elaborar un diagnóstico de la ciencia y la tecnología en la entidad, como una condición para el planteamiento de una estrategia de desarrollo de la ciencia y la tecnología que contribuya a un mejor desarrollo del Estado.

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo se inserta en dicha coyuntura y tiene como objetivo contribuir, en primer término, con algunas reflexiones sobre los aspectos conceptuales y metodológicos que sería necesario considerar para que el análisis de los procesos de investigación científica y tecnológica, rebase un enfoque puramente economicista y productivista e incluya las implicaciones en el desarrollo social y en el uso de los recursos naturales, es decir, se trata de analizar las contribuciones de la ciencia y la tecnología al desarrollo sustentable del Estado. En segundo lugar, y a partir de la discusión conceptual y metodológica, se propone una metodología ecléctica basada en planteamientos

¹Institución: Instituto Tecnológico De Mérida. Km. 5 Carr. Mérida-Progreso. Teléfono: 999 9 44 81 22 Ext. 149 Fax: 999 9 44 81 81 Correo Electrónico: Fransar@Itmerida.Mx

del enfoque de los sistemas de innovación (Arocena y Sutz, 2003), del modo 2 de producción de conocimiento (Casas, 2002) y de cierta orientación latinoamericana de la sustentabilidad ambiental del desarrollo (Gligo, 2006).

La estructura del trabajo es la siguiente. La primera sección presenta un breve panorama del desarrollo del Estado, considerando los aspectos económico, social y ecológico. La segunda sección describe someramente las principales características y algunos problemas de las instituciones que llevan a cabo las actividades científicas y tecnológicas. En la tercera sección se discuten los roles que han desempeñado la ciencia y la tecnología en el desarrollo histórico de la humanidad. El análisis de las características de los modos 1 y 2 en la producción de conocimiento y de los sistemas de innovación, se realiza en la cuarta sección. La quinta sección muestra la discusión sobre la relación entre conocimiento científico y tecnológico y la sustentabilidad ambiental del desarrollo, a partir de lo cual se intenta proponer algunas características de un modelo de diagnóstico de la ciencia y la tecnología de Yucatán.

UNA MIRADA AL DESARROLLO DE YUCATÁN.

Economía

Según el diagnóstico de la situación actual en Yucatán, del cual parte el Plan Estatal de Desarrollo 2007 – 2012, desde principios del siglo veinte hasta finales de los años setenta, Yucatán impulsó su crecimiento mediante la explotación de un recurso natural, una planta, el henequén, acompañada de un uso intensivo de fuerza de trabajo rural no calificada. Fue una etapa muy prolongada, beneficiada por factores internacionales transitorios que convirtieron la proximidad geográfica de México a Estados Unidos en un factor estratégico. Cuando Yucatán no pudo asimilar las tendencias del mercado internacional, se inició una relación de dependencia con respecto al gasto público federal que vino a sustituir el ingreso derivado de la monoexportación.

A partir de la década de los ochenta, con las políticas de apertura y liberación comercial adoptadas por el Estado Mexicano, Yucatán reorientó su crecimiento hacia un modelo de producción industrial maquilador, sustentado en la atracción de flujos de inversión.

Este modelo se apoyó en el bajo costo de la mano de obra y floreció principalmente en el sector textil, llegando a su máxima expresión en el año 2000, cuando se registraron más

de 100 plantas con más de 30 mil trabajadores. Sin embargo, el patrón de desarrollo hoy día se cimienta en otras actividades, principalmente la construcción y la provisión de servicios.

Con relación a la estructura económica reciente de Yucatán, datos recientes revelan que el sector agropecuario representa el 6% del Producto Interno Bruto (PIB) del Estado, el sector industrial abarca el 22.3%, y al sector de servicios le corresponde el restante 71.59% (INEGI, 2006). De acuerdo con lo anterior, se puede decir que la economía de Yucatán descansa fundamentalmente en el sector de servicios al abarcar éste más de dos tercios de la producción del estado y que ha habido poca variación en la estructura económica del estado, en el período de referencia.

Al analizar la dinámica del desempeño de la actividad económica global del Estado de Yucatán, durante el período de 1993 a 2004, se obtiene una Tasa Promedio de Crecimiento Anual (TPCA) de 3.6%, la cual indica un crecimiento económico bajo, aunque superior al promedio de crecimiento de la economía nacional, que fue de 2.79% en ese periodo. Sin embargo, al analizar con cierto detalle las cifras, se nota claramente que a partir del año 2000, en el que la TPCA fue de 8.48%, los siguientes 3 años muestran una caída drástica en el proceso de crecimiento económico y una recuperación en el año de 2004 en el que la tasa de crecimiento fue de 5.97%. Así pues, el promedio anual de crecimiento del PIB para los años 2001-2004, fue de sólo 2.65%, el cual está muy por abajo del citado 3.6% de crecimiento anual para todo el período de referencia. Lo anterior significa que además de que el crecimiento de la economía de Yucatán fue bajo en el período revisado, su tendencia es decreciente.

Históricamente, la economía formal de Yucatán ha sido incapaz de crear las suficientes oportunidades de empleo que exige el crecimiento normal de la población. De acuerdo a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (INEGI) la población económicamente activa se incrementó en 80 mil personas entre el año 2000 y el 2006. Sin embargo, el registro de trabajadores asegurados en los sistemas de salud y pensión oficiales aumentó menos de 45 mil trabajadores. Es decir, aproximadamente un tercio de los trabajadores que engrosaron la fuerza laboral durante ese periodo de cinco años, fue incapaz de obtener empleo en la economía formal (OCDE, 2007). En nuestro estado tenemos 740 mil plazas laborales, pero de ellas más de 100 mil pagan apenas por encima de un salario mínimo.

Marginación y pobreza

En la actualidad 600 mil ciudadanos viven en la pobreza y casi la mitad de nuestra población no tiene acceso a servicios médicos adecuados. En efecto, el estado ocupa el cuarto lugar nacional en cuanto a incidencia de pobreza extrema y es uno de los 12 estados que tienen niveles de marginalidad alta o muy alta. Además, dos terceras partes de los adultos mayores en el estado viven en la marginación y la calidad de nuestro sistema educativo ocupa el lugar 23 a nivel nacional (OCDE, 2007).

La población rural de Yucatán es principalmente de origen maya y representa más de la mitad (52%) de los habitantes del estado. Cuarenta y tres municipios cuentan con 60% o más de mayahablantes. En otros 46 el porcentaje de población mayahablante es de entre 30% y 70%. Sólo 17 municipios cuentan con menos del 30% de mayahablantes.

Ochenta y dos de los 106 municipios del estado, en los que habita 29% de los yucatecos, están clasificados como de alta y muy alta marginación. El estado ocupa el lugar nacional decimoprimerero en marginación y se encuentra entre las nueve entidades federativas con grado de marginación alto.

La publicación del Índice de Desarrollo Humano (IDH) del año 2003 ubica a Yucatán en el lugar 19 entre las 32 entidades federativas, por debajo de Campeche y Quintana Roo.

Un hecho que caracteriza a Yucatán es que la pobreza se distribuye de manera muy desigual. Así, mientras Mérida tiene un índice incluso superior al de Nuevo León, seis municipios tienen grados muy altos de marginación, similares a los de Chiapas, Oaxaca y Guerrero.

Desarrollo regional

De los 106 municipios del estado, sólo Mérida tiene un alto grado de urbanización. Si bien otros 12 tienen cierto grado de urbanización, por contar con una localidad de 15 mil o más habitantes, conservan muchas características rurales. Los 93 municipios restantes son preponderantemente rurales.

En el estado existen dos mil 325 localidades. En sólo 96 se concentra 42.6% de la población, y en la ciudad de Mérida, 40.4%. La marginación del desarrollo y los desequilibrios regionales encuentran sus manifestaciones más agudas en las dos mil 228 localidades restantes, con menos de dos mil 500 habitantes, que son asiento de 17% de la población estatal, hecho que hace patente la inconveniente dispersión de la población.

En una sola localidad, Mérida, habitan más de 734 mil personas, en tanto que la Región Litoral Oriente, la cual abarca una superficie casi diez veces mayor, cuenta con poco más de 116 mil habitantes (seis veces menos que en Mérida) dispersos en 551 localidades, con densidad de 14 habitantes por kilómetro cuadrado.

La capital yucateca tiene 94.2% de su población con muy bajo índice de marginación y 0% con muy alto grado. La Región Centro Sur tiene 98.1% de sus habitantes en alto grado de marginación y el restante 1.9% en muy alto grado. Asimismo, en Mérida, 47% de la población ocupada percibe más de dos salarios mínimos, mientras que en las demás regiones del estado sólo alcanza ese nivel salarial entre 11% y 27%.

En Yucatán, poco más de 77% de los municipios presenta grados muy altos y altos de marginación.

Los procesos de urbanización acelerada de las áreas costeras cercanas a las ciudades o polos de desarrollo turístico (Progreso, San Felipe, Río Lagartos, Santa Elena, Izamal, etc.), representan un fuerte riesgo para las sociedades rurales, los espacios agropecuarios y las reservas ecológicas, las cuales enfrentan la urbanización sin contar con alternativas viables de desarrollo y con severas restricciones de suelo para el crecimiento urbano.

Las regiones del estado establecidas para los efectos de la planeación y la gestión gubernamental no responden a la realidad municipal y sus interrelaciones actuales no han sido instrumento para el desarrollo regional ni obedecen ahora a algún tipo de identificación social, cultural o productiva.

Problemática ambiental

En la actualidad los contaminantes vertidos al acuífero, a los arroyos y al mar en la península de Yucatán, suman 517 toneladas al día, descontando la remoción a través de plantas de tratamiento. De no implementarse acciones de saneamiento, se espera que los contaminantes vertidos se incrementen en más de 900 toneladas al día para el año 2020.

Durante los últimos 20 años, más de la mitad de la vegetación del estado ha sufrido un severo deterioro y cambios relevantes a causa de las actividades humanas.

La deforestación constituye el principal problema que afronta el territorio. Los factores que contribuyen a ésta son: la explotación forestal desmedida de maderas preciosas, la agricultura temporal itinerante y las quemas. La deforestación excesiva, como principal impacto, se traduce en fragmentación y destrucción del hábitat natural y pérdida de fuentes alimenticias para la fauna en general y el hombre en particular.

Este crecimiento desordenado ha significado la pérdida de casi 40% del ecosistema de duna costera, poniendo en peligro la biodiversidad en una zona caracterizada por la fuerte presencia de endemismos.

LA SITUACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL ESTADO.

Según un informe reciente (CONACYT, 2005) existen en el estado 66 Instituciones de Educación superior, que imparten 87 posgrados de los cuales 20 están en el Padrón Nacional de Posgrado de CONACYT. Asimismo, en el Estado se encuentran 10 centros de investigación tales como el Centro de investigación Científica de Yucatán, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida, el Centro de Investigaciones Regionales, Dr. Hideyo Noguchi – UADY, entre otros.

Cabe agregar que el Estado cuenta con más 400 investigadores de los cuales 212 son miembros del Sistema Nacional de Investigadores (CONACYT, 2005).

Respecto al financiamiento de la investigación en Yucatán, son dos las fuentes principales: El Programa de Fondos Mixtos y la Fundación Yucatán Produce. En la convocatoria de Fondos Mixtos del 2006, se aprobaron 32 proyectos por un monto de \$13`209,398.00, mientras que para la convocatoria 2008 hay comprometidos \$54`000,000.00. En el período 2002-2006, el total de proyectos financiados por esta vía, fue de 137 de los cuales las principales áreas temáticas fueron Recursos Naturales y Medio Ambiente, con un 31%, y Cadena Alimentaria, con un 24%. Sobre el Programa Yucatán Produce, cabe destacar que en la convocatoria 2007 se invirtieron \$15`800,000.00, y en el período 2001-2007 se apoyaron 127 proyectos de investigación agrícola y forestal y 71 proyectos de investigación pecuaria y pesca. Asimismo se apoyaron 26 proyectos de validación y 52 proyectos de transferencia de tecnología (CONCYTEY, 2008).

Otro de los rasgos que caracterizan al sistema de investigación en Yucatán, es su marcado centralismo, ya que la inmensa mayoría de las instituciones de investigación se encuentran ubicadas en la ciudad de Mérida. Esta situación se inscribe en un proceso de centralización más general, que ha caracterizado al desigual desarrollo de las regiones en lo económico y en lo social, no sólo en el estado de Yucatán, sino en todo el país. Sin embargo, las exigencias de un desarrollo regional menos disparejo en el estado se han traducido en años recientes, en la creación de algunas instituciones de educación superior, particularmente de tipo técnico, en diversas regiones del estado, con lo cual se sientan las bases para hacer posible el posterior desarrollo de la investigación en tales instituciones.

Fuera de las estadísticas que publica el CONACYT, existe poca información sobre el desempeño y la problemática de las instituciones de investigación en Yucatán. En uno de los pocos estudios existentes sobre la vinculación entre la investigación y las necesidades económicas y sociales de Yucatán, Torreblanca (2001) señala algunas conclusiones interesantes como las siguientes:

Respecto a la situación actual de los centros de investigación en el Estado, se puede señalar que, a pesar de ejercer cierto liderazgo a nivel peninsular y de otros estados del sureste en cuanto al número de investigadores e infraestructura instalada, existen graves rezagos en relación a las necesidades de la problemática socioeconómica y ambiental y también al comparar con la situación de otros estados del centro y norte del país.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros de Investigación no tienen establecido dentro de sus prioridades la vinculación con los sectores productivo y social, por lo que en términos generales, las instituciones académicas no cuentan dentro de su estructura organizacional con instancias y personal dedicado a la vinculación y transferencia de ciencia y tecnología.

No fue posible constatar la existencia de programas estratégicos de investigación dentro de los Planes Institucionales de Desarrollo, que tuvieran como objetivo prioritario responder a las necesidades y problemas del sector productivo y social.

El único programa que en la región sureste estuvo impulsando y promoviendo el que los investigadores contemplen desde su origen a los usuarios de sus productos de investigación fue el desaparecido Sistema Regional de Investigación "Justo Sierra Méndez"

Los Centros de Investigación y las Instituciones de Investigación Superior realizan actualmente un importante número de proyectos de investigación científica y en menor cuantía de investigación tecnológica, y la mayoría de dichos proyectos son de alta calidad y representan un gran potencial, pero no están impactando significativamente el desarrollo productivo y social del Estado de Yucatán. El 68.4% de las tecnologías disponibles se ubican en el ámbito de los procesos y el 31.6% en productos.

De una cantidad importante de proyectos concluidos en 2001, (281) y en desarrollo (234) un mínimo de tecnologías han sido transferidas (9) a los sectores productivo y social y otras (19) se declaran como disponibles para tal efecto.

De no realizarse ninguna intervención con el objetivo de planificar, vincular a los sectores, establecer sistemas de información, seguimiento y evaluación, la desvinculación entre el sector académico, particularmente de investigación seguirá prevaleciendo como hasta ahora. Lo anterior implica un pobre impacto de las IES y Centros de Investigación en el desarrollo económico y social del Estado de Yucatán.

El Estado de Yucatán cuenta con una importante, amplia y diversificada infraestructura en laboratorios en el seno de las IES y Centros de Investigación. Es necesario promover y optimizar el uso de los mismos en beneficio del desarrollo económico y social del Estado.

Respecto a las políticas públicas de fomento de la ciencia y la tecnología, el papel del Gobierno del Estado ha sido simbólico, y también en el proceso de transferencia de la tecnología, de las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación hacia el sector productivo y social, ya que no ha existido planeación en el Estado de Yucatán para vincular estrechamente a las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación a las necesidades de los sectores productivo y social.

Es necesario promover que el COPLADE considere la atención y planificación necesaria para impulsar la vinculación arriba señalada, debido a que no existe ningún organismo

coordinador estatal o municipal que tenga como función promover la vinculación entre el sector académico y los sectores productivo y social.

La identificación de tecnologías, productos, servicios e información general que se genera en el sector académico producto de la investigación no es fácilmente accesible al no contarse con un sistema de información sobre el quehacer institucional en el ámbito de la investigación y la vinculación.

La situación expuesta muestra lo mucho que falta por hacer en materia de ciencia y tecnología, pero también muestra que en la información revisada procedente de diversas fuentes, un gran ausente es el aspecto ambiental, ya que prácticamente no se explora la vinculación de la ciencia y la tecnología con los problemas de los recursos naturales y el desarrollo sustentable. Por otra parte, a pesar de que en el sexenio 2001-2007 se dieron algunos avances de tipo institucional, como la creación del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Yucatán, la aprobación de la Ley de Fomento a la Ciencia y Tecnología del Estado de Yucatán y la conformación en el Congreso del Estado, de la Comisión de Educación, Ciencia, Arte y Tecnología, estas medidas, que se inscriben en una política a nivel nacional, muestran un sesgo de tipo economicista con influencias del modelo lineal que analizaremos más adelante, y que también omiten consideraciones sobre las interrelaciones de la ciencia y la tecnología con la problemática ambiental.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO HUMANO.

Para comprender el alcance de los esfuerzos para el impulso de la ciencia y la tecnología, es necesario reflexionar sobre el rol que dicho binomio ha jugado en el desarrollo de la sociedad humana. En este sentido es conveniente considerar, por un lado, que aún siendo fenómenos diferenciados en la actualidad los vínculos entre ambos procesos han llegado a tal grado que algunos autores hablan ya de un solo concepto: la tecnociencia. Por otro lado, es importante distinguir el carácter ambivalente del proceso tecnocientífico, ya que si bien es cierto que ha contribuido a mejorar el desempeño económico de las sociedades que lo impulsan, también lo es que su desarrollo ha contribuido a generar altos costos sociales y ambientales relacionados con el crecimiento de la desigualdad social y el deterioro del medio natural, que caracterizan a la crisis social y ambiental de nuestro tiempo.

La ciencia y la tecnología, como fenómenos sociales vinculados al conocimiento de la naturaleza y la capacidad humana de manipulación de la materia y la energía, y así, a su potencial de transformación del medio, han acompañado desde la aparición del hombre a su desarrollo y le han permitido su sobrevivencia. Durante mucho tiempo ambos fenómenos estuvieron poco vinculados entre sí ya que la habilidad de transformación no necesariamente requería de una comprensión de los fenómenos implicados. También es cierto que históricamente la ciencia y la tecnología han estado fuertemente asociados a otros procesos sociales como la economía, la religión, la política y el ejercicio del poder, lo cual se evidencia en tiempos antiguos cuando las clases sacerdotales que ejercían el poder político, detentaban también los conocimientos de los fenómenos naturales y de la tecnología disponible. En estas épocas, los ritmos de cambio de la ciencia y la tecnología eran bastante lentos. Es con el surgimiento y desarrollo de la revolución industrial, que por una parte, se fortalecen las vinculaciones entre el los procesos de generación del conocimiento y comprensión de la naturaleza y el de su aplicación a la capacidad tecnológica, y por la otra, se incrementa la velocidad del cambio, tanto del conocimiento científico, como del progreso tecnológico. Al mismo tiempo, es con el desarrollo y expansión de la industria como eje del crecimiento económico a nivel mundial, primeramente en el siglo XIX y, posteriormente, a lo largo del siglo XX, que se incrementa de manera exponencial la demanda de materiales y energía al planeta y también la población humana y con ello, se crean las condiciones para el deterioro de los ecosistemas y la crisis ambiental que hoy padecemos.

LOS MODOS 1 Y 2 EN LA PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO Y LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

Hasta antes de la segunda guerra mundial, los gobiernos de los países concedían poca importancia a la inversión y a la política pública para alentar el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Como dato significativo que ilustra esta situación, cabe mencionar que en 1930 los Estados Unidos invirtieron sólo el 0.7 % del PIB en la investigación científica y tecnológica (Arocena y Sutz, 2001). Sin embargo, a partir de la terminación del conflicto bélico la situación cambió de manera importante, siendo el famoso informe de Vannevar Bush, "La ciencia. La frontera sin fin", el documento en que se plasma con claridad esa nueva manera de entender la importancia de impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología como un instrumento para mejorar la competitividad y el desempeño económico de los países, y con ello alcanzar mejores niveles de desarrollo social. Este planteamiento,

en el que la investigación científica se constituye en el primer eslabón de una cadena, que continuaría con el desarrollo tecnológico, y posteriormente, la incorporación de las innovaciones derivadas en el sector productivo, con sus impactos positivos en la productividad y el crecimiento económico, para finalmente concluir en el eslabón del mejoramiento de los niveles de vida y el desarrollo social, describe al denominado por algunos autores como “modelo lineal de la ciencia y la tecnología”, y por otros, como “modo 1 de producción de conocimientos”. En él, cada uno de los diversos eslabones se considera sólo como fase de un proceso que de manera natural daría lugar al siguiente eslabón o fase, pero entre las cuales hay poca relación y/o retroalimentación. Cabe agregar, que en lo institucional el modelo asignaba fundamentalmente a las universidades y a los centros de investigación públicos, el rol de la investigación científica básica y aplicada, así como una participación importante en el desarrollo tecnológico, mientras que las empresas se hacían cargo de una parte de éste y de la innovación tecnológica.

Este modelo prevaleció como referente para el diseño de políticas públicas que orientaron el desarrollo de la ciencia y la tecnología durante la posguerra en los países industrializados, el cual contribuyó al importante período de desarrollo económico y estabilidad que experimentó el mundo, especialmente el industrializado, y que se conoce en la literatura económica como “La edad dorada del capitalismo”.

Bajo esta perspectiva, surgieron en los distintos países los marcos normativos y las agencias públicas encargadas de diseñar y aplicar las políticas para impulsar la actividad científica y tecnológica, que en el caso de América Latina, se tradujo en la implementación de los Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología. En este sentido, el papel de las políticas públicas se limitó a proveer los fondos para financiar los proyectos de investigación y respetar la relativa autonomía de las universidades e instituciones de investigación, en la conformación de las agendas y las prioridades de investigación, y dejar que las empresas a través del mercado, implementaran los procesos de innovación que consideraran pertinentes y viables. Este panorama habría que matizarlo, para incorporar en la explicación del modelo lineal, el importante papel que desempeñaron en los países industrializados, particularmente en los Estados Unidos, las políticas y presupuestos de seguridad nacional y de defensa, en el estímulo y promoción de investigaciones, desarrollos tecnológicos y sectores industriales que permitieran la creación de ventajas militares en el contexto de la guerra fría.

En el caso particular de México, el desarrollo de la investigación científica y tecnológica orientado por el modelo lineal se trató de impulsar a través de la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en la década de los sesentas del siglo pasado, como entidad gubernamental responsable principalmente del financiamiento de la investigación científica en el país. Otra de las tareas importantes desarrolladas por el CONACYT fue el impulso a la formación de los cuadros de investigadores mediante el fortalecimiento de los estudios de posgrado, tanto en el país, como en el extranjero. En ambos casos, los resultados han sido débiles, comparados ya no con los países industrializados, sino con aquéllos que al inicio de la posguerra mostraban características de desarrollo científico y tecnológico similares a las de México, pero que actualmente presentan avances significativamente mejores, como son los casos de Corea del Sur y Brasil.

Complementariamente cabe agregar que el modelo lineal o modo 1 de producción de conocimientos, en las últimas décadas ha entrado en un proceso de crisis a nivel mundial debido principalmente a las razones siguientes. Primeramente hay que considerar que con la crisis del modelo keynesiano en la economía mundial, el cual había dominado la política económica en la posguerra, a partir de la década de los 70s del siglo pasado, se plantea al neoliberalismo y a la globalización como las alternativas para que el capitalismo recupere su estabilidad y ritmo de crecimiento que había perdido. La globalización ha implicado, no sólo la apertura de mercados, vía la liberalización arancelaria, sino también la implantación de fuertes modificaciones en las formas de producir mercancías, abandonando la clásica producción en masa del fordismo y estableciendo el modelo flexible, basado en las tecnologías de la microelectrónica, la información y la comunicación, así como nuevas formas organizacionales (Pérez, 1994). Asimismo, en el proceso de recomposición de la economía mundial, uno de los planteamientos del neoliberalismo se refiere a la necesidad de reducir los gastos del Estado, lo cual implicó recortes en la mayoría de los programas públicos incluyendo el gasto en la investigación en ciencia y tecnología y también en el financiamiento de la educación pública superior.

En este contexto, en las últimas dos décadas se ha ido configurando un nuevo modelo de investigación científica y tecnológica, que muchos autores denominan Modo 2 de producción de conocimiento, ciencia post normal o ciencia post académica (Casas, 2002; Arocena y Sutz, 2001; y López Cerezo y Luján, 2002). Una de las características importantes de esta nueva modalidad se refiere al mayor vínculo entre ciencia y tecnología, ya que por un lado, la

ciencia cada vez requiere de un mayor apoyo de equipos e instrumentos de tecnología avanzada para su desarrollo, y por el otro, el desarrollo tecnológico emplea conocimientos científicos no sólo de la ciencia madura, sino aún de la que está en desarrollo. Esta situación tiene también un impacto que incrementa los costos de la investigación científica (Arocena y Sutz, 2001). Estos últimos autores, al intentar caracterizar al Modo 2, plantean 3 preguntas y respuestas sobre el nuevo conocimiento generado, las cuales son: 1) ¿Qué tipo de conocimiento se genera?; 2) ¿Cómo se genera?; y, 3) ¿Para quién se genera?

Respecto a la primera pregunta, sobre el tipo de conocimiento, se plantea que el conocimiento en el modo 2 presenta los rasgos siguientes:

- Es más relevante, en el sentido de que se extiende con mayor rapidez la base tecnológica de las actividades sociales en general.
- Tiene una aplicación más directa, no sólo de la ciencia madura sino de la que se está haciendo.
- Presenta un carácter incierto en cuanto a sus posibles implicaciones futuras, por lo que se vuelve en un factor de mayor incertidumbre, desestabilización y riesgo. Este punto es particularmente importante para el enfoque de este trabajo, basado en las implicaciones ambientales de la ciencia y la tecnología y el papel de éstas en el desarrollo sustentable.

Con relación a la segunda pregunta, referida a la forma de generación de conocimiento, los autores, siguiendo a Gibbons et al. (1994), señalan que el modelo emergente se caracteriza por la investigación transdisciplinaria, realizada en un contexto de aplicación, a través del trabajo de equipos reunidos para enfrentar ciertos problemas. Aunque Casas (2002) explicando la misma idea de Gibbons et al. (1994), aclara que la frase “contexto de aplicación” no se refiere al desarrollo de productos para la industria, sino que es un proceso más complejo que se refiere a un conocimiento socialmente distribuido, la realidad muestra que el mercado expresado en la gran industria, sigue siendo el principal beneficiario del avance científico y tecnológico.

Lo anterior tiene relación con la tercera pregunta que plantean Arocena y Sutz, con relación a los beneficiarios del conocimiento, y ellos señalan que la empresa privada es la respuesta más frecuente.

Por otra parte, ¿Qué repercusiones ha tenido el modo 2 en la organización de la actividad de investigación? Señalaremos sólo 2 de ellas. En primer lugar, que al ser insuficiente el financiamiento público de la investigación, y además por estar basado el modo de producción industrial flexible en los avances tecnológicos, ello ha contribuido a la búsqueda de una mayor vinculación entre empresas y centros de investigación, buscando que sea el sector productivo el que absorba cada vez más el financiamiento del proceso de investigación. En segundo lugar, y como consecuencia del argumento anterior, la conformación de la agenda de investigación, responderá de manera principal a los intereses de quienes la financian, es decir las empresas, y, particularmente los grandes corporativos transnacionales.

Por otro lado, desde una perspectiva de la economía evolucionista en las últimas dos décadas se han planteado propuestas teóricas que tratan de explicar el fenómeno de surgimiento y desarrollo de la innovación tecnológica, a partir del concepto de sistema nacional, regional o local de innovación. Éste se entiende como el conjunto de instituciones y organizaciones, así como sus interrelaciones que involucran a distintos actores sociales que inciden en las capacidades para la investigación, el desarrollo experimental, la innovación tecnológica y la difusión de los avances técnico-productivos (Arocena y Sutz, 2003). Algunas de las características importantes de este planteamiento se refieren a su enfoque holista e interdisciplinario, que por un lado busca una visión integral e interactiva de los distintos actores como empresas, centros de investigación, oficinas públicas, bancos y otras fuentes de financiamiento, sistemas educativos, etc., que tienen que ver con la generación y difusión de conocimiento científico, tecnológico e innovativo y por el otro, emplea un análisis que rebasa lo puramente disciplinario para la mejor comprensión de los complejos fenómenos implicados. Cabe agregar que otro concepto interesante en la teoría evolucionista es el de trayectoria tecnológica, entendido como el sendero de innovaciones incrementales fundamentado en una base técnica conocida (Aboites, 1998).

A pesar de que el concepto de sistema de innovación representó un avance teórico-metodológico en la comprensión de los procesos innovativos, particularmente respecto a los desarrollos teóricos en economía relacionados con la teoría del crecimiento endógeno, de manera subyacente parecía seguir dominando la idea de priorizar la importancia de la cuestión económica. Sin embargo, en los últimos años se han estado desarrollando investigaciones y propuestas teóricas que plantean la ampliación del concepto de sistema de

innovación hacia lo social para incluir consideraciones sobre el bienestar, la calidad de vida, los riesgos, los dilemas éticos, etc. (Mendizábal, et al., 2003). Estas nuevas perspectivas teóricas sobre los sistemas de innovación, presentan una mayor afinidad con el enfoque de desarrollo sustentable que le da fundamento a este trabajo.

Ahora bien, desde la perspectiva que anima a este trabajo es pertinente plantear ¿Cuáles serían las repercusiones del modo 2 de producción de conocimiento y del enfoque de los sistemas de innovación en el tránsito hacia un desarrollo sustentable? El intento de respuesta lo realizaremos en el siguiente apartado.

CONOCIMIENTO Y SUSTENTABILIDAD. HACIA UN MODELO DE DIAGNÓSTICO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN YUCATÁN, DESDE LA PERSPECTIVA DEL DESARROLLO SUSTENTABLE.

Antes de intentar abordar la pregunta anterior, cabe hacer un análisis de algunos antecedentes. En la extensa literatura sobre la problemática ambiental que hoy padecemos se destacan dos factores causales: el crecimiento poblacional y la dinámica económica capitalista. Ambos fenómenos muestran una aceleración significativa a partir de la Revolución Industrial y existe también una estrecha vinculación entre ellos. Pero además, la ciencia y la tecnología han servido de fundamento de los crecimientos tanto económico, como poblacional que se han experimentado en los dos últimos siglos, al ayudar a la diversificación de la producción y a los incrementos de la productividad del proceso económico y a crear las condiciones alimentarias, sanitarias y de otro tipo, que impulsaron el incremento poblacional. Sin embargo, ambos procesos han implicado mayores demandas de materiales y energía a los ecosistemas y han forzado más allá de sus límites su capacidad de absorber los desechos de las actividades económicas y de la urbanización. Cabe agregar que a pesar de los impresionantes ritmos de crecimiento de la economía y de la población a nivel mundial, observados en el largo plazo, la mayor parte de ésta última carece de los satisfactores mínimos para vivir una vida digna. No se quiere decir con ello, que los graves desequilibrios sociales y los problemas del medio natural se deban únicamente a la ciencia y la tecnología, pero en la complejidad de tales fenómenos, indudablemente que éstas han aportado una importante contribución especialmente a partir de la época de la posguerra, en la que se implementó el modo 1 de la producción de conocimientos.

Retomando la pregunta planteada al final de la sección anterior, sobre las repercusiones del modo 2, cabe señalar, por un lado que, como señalábamos antes, los sistemas de producción flexible bajo la globalización dependen cada vez más de los ritmos crecientes de innovación tecnológica y de la producción de conocimiento científico, y por el otro, la crisis ambiental incluyendo las graves desigualdades sociales, se ha agravado en las últimas décadas, según informan las agencias internacionales (WWF, 2006; PNUD, 2003). Adicionalmente, cabe mencionar que en la actualidad, una de las características de la producción económica cada vez más dependiente de los avances tecnológicos, es la creciente incorporación del riesgo, a tal grado que autores como Beck², plantean que en nuestro tiempo los conflictos sociales ya no se caracterizan tanto por la distribución de los bienes, sino por la distribución de los males.

En el caso de México, algunas de las características del modo 2 parecen estar presentes en algunos hechos vinculados a la política pública en ciencia y tecnología. Particularmente, cabe destacar el esfuerzo mostrado en el todavía insuficiente pero importante proceso de descentralización de la investigación que se ha realizado en todo el país en las últimas dos décadas, aunque la idea motivadora subyacente pudiera relacionarse con el afán del gobierno federal de disminuir su cuota en el financiamiento del proceso de investigación al buscar la participación de los gobiernos estatales. Tal esfuerzo se ha traducido no sólo en la creación de centros de investigación en provincia y en el establecimiento de programas de financiamiento conjunto entre los gobiernos federal y estatales, sino también en el establecimiento de instituciones que regulen, promuevan, organicen y apoyen las actividades de investigación, como son los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología, las Leyes Estatales de Ciencia y tecnología y las Comisiones de Ciencia y Tecnología en los Congresos Estatales (CONACYT, 2005).

Por otro lado, también se ha percibido en la realidad científica y tecnológica mexicana, esfuerzos dirigidos a fomentar la formación de redes de conocimiento que involucran a diversos actores sociales del sector académico, del sector productivo y en algunos casos, del sector público (Casas, 2002).

Adicionalmente debe mencionarse que la mayoría de estos esfuerzos intentan alentar un proceso de federalización de la ciencia y la tecnología, pero no necesariamente un desarrollo

² Citado por López Cerezo y Luján (2002)

regional más equilibrado (Sánchez y Campos, 2005). Adicionalmente cabe mencionar que en la práctica, las orientaciones predominantes en estas acciones continúan basadas en objetivos economicistas y hay pocos resultados significativos respecto a impactos positivos en el desarrollo social, la calidad de vida y en una visión más integral del desarrollo.

En consecuencia, el modo 2 de producción de conocimiento parece inscribirse en la misma visión de utilitarismo económico del modo 1, respecto al conocimiento generado, que no sólo no contribuye a darle viabilidad a un desarrollo humano con sustentabilidad, sino que ayuda al ahondamiento de la crisis existente. Sin embargo, contradictoriamente, pueden percibirse también algunos rasgos de este modo 2 que pudieran acercarse a los planteamientos del desarrollo sustentable, como son la tendencia a enfrentar problemas desde un enfoque que pone el énfasis en la transdisciplina, más que en el conocimiento disciplinario, característico del modo 1, y por otro lado, la negociación entre diversos actores sociales para la determinación de la agenda de investigación, que aunque no parece ser una característica dominante, existen evidencias que muestran una relativa participación social en los asuntos científicos y tecnológicos, especialmente en los países industrializados (López Cerezo, 2002). Siempre y cuando puedan ser potenciados y generalizados, ambos rasgos pueden interpretarse en un sentido de afinidad al desarrollo sustentable, en la medida que los problemas del uso de los recursos naturales y de los beneficios sociales que conlleva su aprovechamiento, requieren un enfoque interdisciplinario para su mejor comprensión y una mayor participación social para la toma de decisiones. Sin embargo, el enfrentamiento cabal de la actual crisis ambiental, requiere reorientaciones importantes en la ciencia y tecnología de nuestro tiempo que consideren de una manera más integral las importantes implicaciones en lo social y en lo ecológico que su práctica y aplicación conllevan. Estos cambios necesariamente tendrían que inscribirse en un nuevo modelo de desarrollo que también acarrearían cambios en los ámbitos económicos, políticos y sociales.

En este sentido, conviene mencionar algunos planteamientos de N. Gligo (2006) respecto a las ideas anteriores. Al describir las preocupaciones de un grupo de investigadores latinoamericanos reunidos en 2002 para discutir sobre el rol de la ciencia y la tecnología en una perspectiva de la sustentabilidad ambiental del desarrollo, el autor destaca interrogantes importantes para América Latina como las siguientes:

1. ¿Cuáles son las preguntas científicas centrales que necesitan respuesta? O bien dicho de otra manera, ¿Cuál es el conocimiento crítico requerido para una efectiva contribución de la ciencia al desarrollo sustentable? En este punto se enumeraron ciertos problemas añejos para la región, tales como: erradicación de la pobreza, obstáculos para el desarrollo científico y tecnológico, el valor de los servicios ecosistémicos, factores que amenazan la biodiversidad y los valores ecosistémicos y éticos de ésta, entre otros.
2. ¿Cuáles son los desafíos metodológicos y conceptuales planteados por la problemática del desarrollo sostenible? Aquí, se recomienda que la ciencia y la tecnología para el desarrollo sustentable debe incluir el sistema total acoplado o sistema socio-ecológico y adoptar un enfoque integrado en la investigación y gestión de estos sistemas, así como la necesidad de interacción con otros saberes no científicos.
3. ¿Con qué estrategias de investigación y a qué escalas se deben atacar las preguntas centrales planteadas en el punto 1? Los enfoques supradisciplinarios, la anticipación de eventos y situaciones y el establecimiento de prioridades, seguimiento y evaluación de la ciencia y la tecnología, son algunos de los planteamientos señalados en este tema.

Respecto a la discusión sobre las políticas de ciencia y tecnología o bien política de ciencia y política de tecnología, Gligo señala que la tendencia dominante derivada del proceso de expansión capitalista y de la penetración del capital transnacional, es hacia la disminución de la importancia y los recursos del desarrollo científico frente a la potenciación del desarrollo tecnológico. También destaca la importancia de la consideración de otros factores en los intentos de soluciones tecnológicas de los problemas ambientales, tales como la tenencia de los recursos naturales, las diversas racionalidades de los actores sociales y el rol del Estado, ya que en ocasiones son más importantes algunos de estos factores en la solución de cierto problema ambiental, que la propuesta de algún programa de desarrollo tecnológico.

En los planteamientos anteriores, se pueden percibir ciertas coincidencias pero también la crítica implícita a algunos de los rasgos del modo 2 de producción de conocimiento, ya

discutido antes. En las coincidencias cabe destacar la necesidad de fortalecer una perspectiva en la investigación científica que vaya más allá de la visión disciplinaria y el fomento de las alianzas de los grupos de investigación sobre problemas comunes. En las críticas podemos observar que las debilidades de financiamiento de los centros de investigación, a veces obliga a éstos a establecer relaciones de apoyo con instituciones o empresas extranjeras que buscan financiar proyectos de investigación que favorezcan los usos de ciertas tecnologías que benefician a los patrocinadores, pero que pueden ser ambientalmente nocivas para los ecosistemas locales.

Con base en la discusión teórica que antecede, y retomando el problema planteado al inicio de este trabajo sobre la necesidad de un diagnóstico de la investigación científica y tecnológica en Yucatán, con miras a elaborar un Programa de Ciencia y Tecnología para Yucatán, proponemos que un modelo para abordar tal tarea y que esté orientado por criterios de sustentabilidad ambiental, debería tener, al menos, las características siguientes:

- ✓ Tomando en cuenta la perspectiva del desarrollo sustentable, que subraya la importancia del contexto social, económico y ecológico, en el relevante rol de la ciencia y la tecnología para tal desarrollo, el diagnóstico deberá partir de un profundo análisis del entorno con el que interactúan los procesos de investigación científica y tecnológica. En este análisis es fundamental la consideración de las interacciones entre los distintos ámbitos, particularmente entre los ámbitos económico y ecológico, y las demandas de conocimiento científico y tecnológico generadas.
- ✓ Considerando el concepto de sistema regional de innovación, el diagnóstico debe incluir el análisis de la situación respecto a las instituciones de investigación científica y tecnológica, las empresas y demás organizaciones productivas y las dependencias del sector público relacionadas con las políticas de ciencia y tecnología.
- ✓ Respecto a las instituciones de investigación, es conveniente considerar las capacidades de infraestructura y humanas, las orientaciones y agendas de la investigación y sus fuentes de financiamiento, de acuerdo a los modos 1 y 2 de producción de conocimiento. Asimismo, y con base en un análisis de los principales problemas económicos, sociales y ecológicos del Estado, se deberá comparar y evaluar el desempeño de las investigaciones realizadas.
- ✓ Con relación a las empresas y demás organizaciones productivas, es necesario determinar las formas existentes en que realizan el recambio tecnológico y las

características de los procesos innovativos, contemplando las especificidades que estos procesos adquieren en el contexto de América Latina. Es importante también destacar aquí las vinculaciones reales y potenciales, entre los sectores productivos y los centros de investigación científica y tecnológica, así como los principales obstáculos que han impedido una mejor relación.

- ✓ En el caso de las políticas públicas para la ciencia y la tecnología, es importante analizar las características y la efectividad de las formas, programas y proyectos en que se han concretado, tomando en cuenta la necesaria sensibilidad social para promover la participación de los diversos actores sociales y el papel de catalizador que el Estado debe jugar en la conformación de instituciones y la creación de condiciones jurídicas, políticas, económicas, financieras, culturales y de organización, a fin de que la ciencia y la tecnología sean efectivamente bienes públicos que contribuyan al bienestar social y ecológico.
- ✓ A partir de un análisis sistémico de la información generada y con una visión de largo plazo que considere la interacción entre procesos sociales y recursos naturales, se deberán determinar las prioridades en cuanto a las líneas generales de investigación científica y las trayectorias tecnológicas que a futuro deberán impulsarse para que contribuyan de manera relevante a la construcción de un desarrollo sustentable para el Estado.

De esta manera, el modelo de diagnóstico propuesto, retomando de modo ecléctico ideas, conceptos y enfoques pertenecientes a varios de los planteamientos teóricos revisados, intenta contribuir a la construcción metodológica para que la búsqueda de información y el análisis de las características, problemas y potencialidades de los procesos de investigación en Yucatán, puedan servir para una mejor toma de decisiones en materia de ciencia y tecnología para la sustentabilidad del desarrollo del Estado.

CONCLUSIONES

En las últimas dos décadas la investigación científica y tecnológica en Yucatán, se ha fortalecido, aunque subsisten muchas limitaciones y obstáculos en su desarrollo y sus impactos positivos en la sociedad todavía son bastante débiles. La coyuntura política actual, plantea la posibilidad de proponer alternativas para que la investigación científica y tecnológica puedan, al menos en cierta medida, reorientar su rumbo a fin de contribuir al tránsito hacia un desarrollo más integral y con sustentabilidad ambiental.

Para ello, se requiere un proceso de planeación que plantee los objetivos y estrategias adecuados para lo cual sería conveniente que el proceso de diagnóstico de las actividades científicas y tecnológicas se realizara con base en un modelo que, partiendo de la situación, problemas y potencialidades relevantes que el Estado enfrenta en su desarrollo actual, intente ir más allá de las visiones economicistas y lineales dominantes, y considere las interrelaciones de la ciencia, la tecnología y la innovación, con otros procesos igualmente importantes como los sociales y los ecológicos.

De esta manera, se estaría en mejores posibilidades de determinar las demandas prioritarias de conocimiento científico y tecnológico que podrían contribuir al proceso de construcción de un desarrollo con sustentabilidad para Yucatán.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboites, J. (1998), "La innovación tecnológica en países industrializados y en desarrollo", en CIECAS Innovación y Consultoría, Vol. 1, Ed. Especial, dic., pp. 59-71.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2001) La universidad latinoamericana del futuro, Unión de Universidades de América Latina, México.
- _____ (2003) Subdesarrollo e innovación, Cambridge University Press-Organización de Estados Iberoamericanos, Madrid.
- Casas, R. (2002) La formación de redes entre los centros de investigación públicos generadores de conocimiento y los sectores productivos: Hallazgos y aportes conceptuales, en R. Dagnino e H. Thomas (Org.) Panorama dos estudos sobre ciencia, tecnologia e sociedade na América Latina, Cabral Editora e Librería Universitaria, Taubate.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2005) Estado del arte de los sistemas estatales de ciencia y tecnología. Sistema estatal de ciencia y tecnología Yucatán.
- Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Yucatán (2008) Análisis de la inversión en ciencia y tecnología en Yucatán 2001-2007. Documento interno.
- Gligo, N. (2006) Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina. Veinte años después, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- Gobierno del Estado de Yucatán (2007) Plan Estatal de Desarrollo 2007 – 2012
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2006) Anuario Estadístico de Yucatán, Aguascalientes.
- López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (2002) Observaciones sobre los indicadores de impacto social, en Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, N° 3, Mayo-Agosto.
- Mendizábal, Gómez y Chércoles (2003) Desarrollo de una guía de evaluación de impacto social para proyectos de I+D+I, en Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, N° 5, Enero-Abril.
- Organisation For Economic Cooperation and Development (2007) Territorial Reviews of Yucatan, México, Paris.
- Sánchez, G. y Campos, G. (2005) Ciencia y tecnología en México: ¿Hacia la elaboración de políticas regionales?, en Ciencia, tecnología e innovación. Algunas experiencias en América Latina y el Caribe. L. Corona y F. Paunero, Universitat de Girona.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (2003) Informe sobre desarrollo humano 2003, Ediciones Mundi-Prensa.

Torreblanca, R. A. (2001) Estudio exploratorio para identificar la relación de las instituciones de educación superior y centros de investigación con los sectores productivo y social del Estado de Yucatán, Asociación Nacional de Administradores Especialistas en Instituciones Educativas, A.C.

World Wide Fund (2006) Informe Planeta Vivo, Consultado en www.panda.org, Noviembre 2007.