

# Prospectiva tecnológica: qué, dónde y cómo

Álvaro Pedroza Zapata

Doctor en Administración por el Instituto Politécnico Nacional, México. Coordinador técnico del Proginnt (ITESO). Profesor investigador del CUCEA (UdeG). Correo electrónico: apedroza@iteso.mx.

## Resumen

En este artículo nos referimos a un ámbito especial de la prospectiva: el tecnológico. En este sentido, buscaremos contestar las siguientes preguntas: 1. ¿Qué es la prospectiva tecnológica? 2. ¿En dónde se hace prospectiva tecnológica y qué resultados se han obtenido? 3. ¿Qué herramientas se utilizan para hacer prospectiva tecnológica y dónde se pueden obtener? Se entienden por prospectiva tecnológica las *tentativas sistemáticas* proyectadas y referidas al *largo plazo*, donde se toman en cuenta la evolución y los condicionamientos de la economía y la sociedad, por lo que los ejercicios de este tipo poseen un carácter multidisciplinar.

## Abstract

In this article we refer to a special environment of the future studies: the technological and, in this sense, we seek to answer the following three questions: 1. ¿What is the technology forecasting? 2. ¿Where it is done and what results have been obtained? 3. ¿What tools are utilized and where can be obtained? Technology forecasting are tentative systematic studies projected and referred to the long time where the evolution keeps in mind the status of the economy and society.

**Palabras clave:** Prospectiva, prospectiva tecnológica, estudios del futuro.

## INTRODUCCIÓN

Intentar tener idea de cómo puede ser el futuro ha sido siempre uno de los sueños del hombre. Desde los sacrificios rituales y el análisis de vísceras en las sociedades más primitivas, hasta su forma institucionalizada en la civilización helénica, representada por el oráculo de Delfos, todas las instituciones sociales han intentado ver qué puede ocurrir en los próximos años para tratar de adaptarse a ellos de la mejor forma posible.

Una cosa es segura: el futuro aún no existe, pero estará de alguna manera determinado por el pasado y por nuestras decisiones y acciones a partir del momento presente, realizadas a veces en forma prevista y ordenada, otras veces en forma

espontánea y caótica. El futuro todavía no existe, pero podemos construir visiones anticipadas de posibles futuros, no mediante las técnicas adivinatorias basadas en la fe, sino mediante las técnicas prospectivas basadas en el conocimiento y la intuición. La prospectiva es, antes que un método o una disciplina, una actitud, nos recuerda Gastón Berger (1960), a quien se deben el nombre y los principios filosóficos generales en que se basa esta perspectiva intelectual. En el presente texto, Berger traza los rasgos generales de una empresa de saber cuyo centro es el ser humano y su interés principal no es preguntarse por lo que puede suceder en el futuro, sino por lo que queremos que ocurra.

Los estudios focalizados, sistemáticos y formales sobre el futuro se han

desarrollado realmente en las últimas cuatro décadas y su inicio se asocia con el más conspicuo pionero en ese campo: el estadounidense Herman Kahn (1972, 1976), quien trabajando en la corporación Rand creó la técnica de escenarios para examinar posibles e hipotéticos desarrollos futuros.

En este artículo nos referimos a un ámbito especial de la prospectiva: el tecnológico. En este sentido, buscaremos contestar las siguientes preguntas:

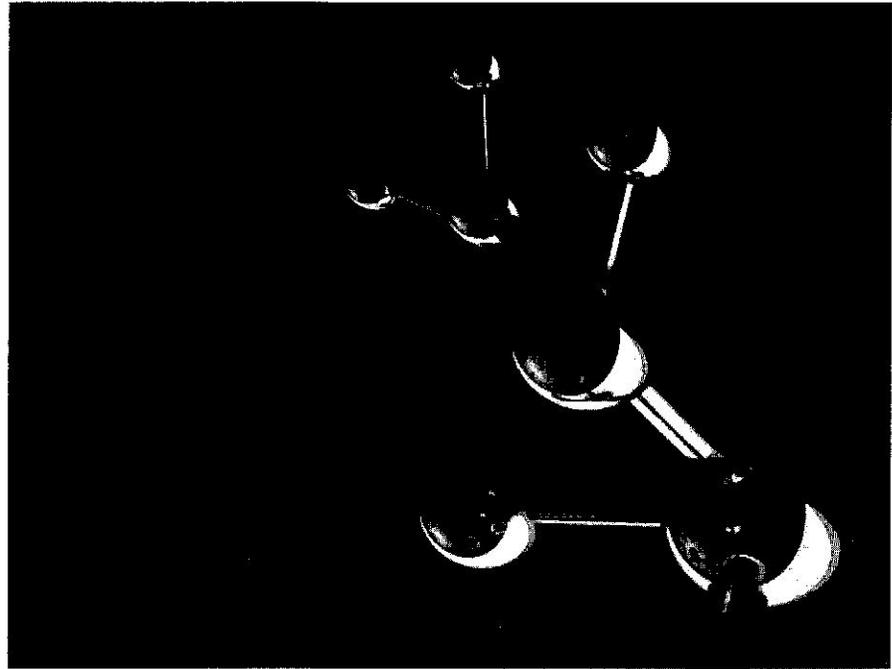
1. ¿Qué es la prospectiva tecnológica?
2. ¿En dónde se hace prospectiva tecnológica y qué resultados se han obtenido?
3. ¿Qué herramientas se utilizan para hacer prospectiva tecnológica y dónde se pueden obtener?

La prospectiva podría considerarse como una forma razonada, y asentada sobre bases lo más sólidas posibles, de tener un cierto conocimiento de cómo y cuál puede ser el futuro. El Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) indica que prospectiva es: "El conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o predecir el futuro, en una determinada materia".

Como se desprende de esta definición, la prospectiva no debe realizarse desde un punto de vista global, sino que es mucho más prudente centrarse únicamente en un determinado terreno. El terreno en el que aquí vamos a centrarnos es el tecnológico.

Procede, por lo tanto, también fijar cuáles son los límites de la tecnología o, mejor aún, qué debemos entender por tecnología, concepto sobre el cual intentaremos construir el edificio de la prospectiva tecnológica. Quizás es más adecuada a nuestro actual propósito la definición que ofrece *The American Heritage Dictionary of the English Language* y que, convenientemente traducida, dice lo siguiente: "Conjunto de métodos y materiales empleados para obtener unos determinados objetivos industriales o comerciales". Como comenta J. P. Martino (1993), esta definición es la más concordante con la situación actual, dado que están incluidos en ella tanto los bienes como los servicios que se desean obtener. No queda reducida así tan sólo a los instrumentos o a las técnicas, sino que también se tiene en cuenta a los intangibles y al cómo se hacen la cosas o los productos; esto es, al *saber hacer*.

Si aunamos las dos anteriores definiciones llegamos a lo que podría ser la definición de prospectiva tecnológica: el "conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de ex-



plorar o predecir el futuro mediante el empleo de determinados métodos y herramientas que permitan la consecución de unos ciertos objetivos industriales o comerciales". De esta manera, la prospectiva tecnológica trata de los futuros construidos sobre la base del conocimiento científico aplicado al desarrollo de las nuevas tecnologías mediante las cuales será posible ofrecer productos o servicios que desplazarán a los actuales por sus ventajas competitivas o que generarán nuevos mercados, tales como el cuidado personal computarizado de la salud propia y de los miembros de una familia.

Hay que destacar varias cosas respecto a la prospectiva tecnológica: en primer lugar, se trata de *tentativas sistemáticas*, lo que presupone la aceptación de una disciplina metodológica y una voluntad de continuidad ordenada en el tiempo; en segundo lugar, está proyectada y referida al *largo plazo*, lo que quiere decir que no se está hablando de prospectiva cuando se hacen previsiones sobre lo que puede

ocurrir dentro de unos meses; finalmente, se tienen en cuenta la evolución y los condicionamientos de la economía y la sociedad, lo que hace que los ejercicios de prospectiva tengan un carácter multidisciplinar.

La prospectiva es siempre un proceso de reflexión compartida. Herman Kahn (1998) aboga por un tratamiento pluralista, que combine enfoques cuantitativos y cualitativos, el cual sirvió de base para la elaboración de algunas de sus obras más representativas, consideradas clásicas de la disciplina.

Las proyecciones tecnológicas se valoran en el marco de sus efectos sociales y económicos. Esto conduce a situar el conocimiento aplicado en las coordenadas reales de la sociedad en la que se va a aplicar. Un buen número de las hipótesis a contemplar y evaluar no son tecnológicas, sino que tienen que ver con el entorno social y económico en que se desarrolla y aplica la tecnología.

Igualmente, se analizan y valoran los obstáculos que se oponen a la

materialización de las proyecciones tecnológicas, y las fuerzas que pueden facilitarlas. Como en el punto anterior, y en mayor medida aún, estos obstáculos y fuerzas a favor dependen mucho de la realidad del país.

Los ejercicios de prospectiva realizados bajo estas premisas permiten identificar campos de desarrollo y aplicación de la tecnología y objetivos importantes a largo plazo, establecer prioridades entre dichos campos de aplicación de la tecnología, establecer prioridades y nexos de unión entre ciencia y tecnología, identificar campos que pueden ser pasados por alto (inadvertidos) por estar en la frontera entre varias disciplinas, etcétera. Ciertamente, contribuyen a reducir el nivel de incertidumbre, y éste es su primer objetivo.

Al mismo tiempo, hay que subrayar la diferencia sustancial que existe entre prospectiva y previsión o pronóstico. Por medio de la prospectiva no se pretende conocer *lo que va a ocurrir*, ni *lo que debe ocurrir*, sino *lo que puede ocurrir*. A través de la reflexión colectiva en el contexto y condiciones descritas, lo que se hace es dibujar diversas posibilidades de evolución que alimentan la preparación de decisiones, las cuales a su vez van a influir en que se materialicen unas u otras de las posibilidades descritas. Se identifican igualmente hitos e indicadores que permiten, a medida que van discurriendo los acontecimientos, vislumbrar las mayores o menores probabilidades de las diferentes posibilidades identificadas, y modificar las decisiones en consecuencia. En definitiva, la prospectiva permite, cuando se explotan adecuadamente sus resultados, interactuar con el futuro, puesto que las decisiones que se van tomando contribuyen a hacer más probables unos u otros de los escenarios posibles.

En otro orden de cosas, ha de mencionarse una característica muy importante de los ejercicios de prospectiva, es decir, su efecto movilizador. Como ya se ha dicho, para llevarlos a buen fin es necesario consultar y pedir su cooperación activa a gran número de expertos procedentes de diferentes disciplinas y orígenes, que se integran en mayor o menor medida en el proceso, de modo que éste adquiere gran relevancia en sí mismo. Se dice que en prospectiva el *proceso* es tan importante como el *producto*. Utilizando diversas metodologías, pero siempre de una forma sistemática, estos expertos ponen en común sus percepciones del futuro, llegando a consensos sobre ellas. Todo ello provoca un fructífero cruce de culturas y experiencias que enriquece a los participantes y fortalece esos vínculos e interrelaciones que, como se decía más arriba, constituyen los aspectos más críticos del sistema nacional de innovación.

Pasemos ahora a responder dónde se hace prospectiva tecnológica y qué resultados se han obtenido.

En los países desarrollados se hace prospectiva tecnológica en compañías de consultoría, como Coates and Jarratt, Technology Futures y RAND; en grandes compañías, como la British Telecommunications (BT); en universidades, como George Washington; en organizaciones no gubernamentales, como el Foresight Institute, OPTI, IPTS, IRI y ACIC, entre muchas otras, además de realizarse también en algunas secretarías, ministerios y departamentos gubernamentales. Veamos un poco sobre sus enfoques y sus productos.

Una buena introducción a la prospectiva tecnológica se obtiene del estudio del libro titulado *2025: Scenarios for US and Global Society reshaped by*

*Science and Technology*, escrito en 1997 por Joseph Coates y algunos de sus socios dentro de la compañía Coates and Jarratt,<sup>1</sup> cuyo lema era, hasta el año pasado: “el futuro es nuestro negocio”, y que actualmente es: “el futuro es vuestro negocio”. Presenta en la Introducción 107 anticipaciones o predicciones: dos sobre la administración del mundo global, siete sobre la administración de la salud, trece sobre la administración del ambiente y de los recursos, dieciséis sobre la automatización y las tecnologías de la información, ocho sobre demografía, once sobre las tensiones mundiales, trece sobre la aldea electrónica global, trece sobre asuntos y valores públicos y 24 anticipaciones menos probables en campos diversos.

La compañía Coates and Jarratt fue fundada en 1979 por Joseph Coates, pensador, escritor y orador futurista reconocido mundialmente. En la actualidad es una de las pocas organizaciones dedicadas exclusivamente al estudio de los futuros en horizontes de tiempo que van de los cinco a los 50 años. Actualmente manejan tres grandes proyectos multicliente: “Estilos de vida en el siglo 21” y el “Foro global de prospectiva tecnológica y sustentabilidad en el siglo 21”, cada de los cuales tiene entre diez y 40 clientes que reciben anualmente entre 120 y 140 anticipaciones analizadas en forma completa en reportes de tres a siete páginas y entre 20 y 40 sumarios breves de desarrollos interesantes en ciencia y tecnología.

En la sección de su página en Internet, denominada *Recursos para el futuro*,<sup>2</sup> se enlistan cerca de cien si-

1. Véase <http://www.coatesandjarratt.com/2025.htm>. Todas las ligas mencionadas fueron ratificadas el 20 de octubre de 2004.

2. Véase <http://www.coatesandjarratt.com/resources.htm>.

tios de: organizaciones y sus centros de investigación, universidades y sus centros de investigación, consultores, ligas relacionadas con el cambio de milenio, escenarios, gobiernos, publicaciones y foros, personas y libros; incluso la versión en línea, casi completa, del libro *2025*, ya referido anteriormente.

La compañía Technology Futures<sup>3</sup> fue fundada en 1978 por John H. Vanston. Su primer enfoque es entender la tecnología en el sentido más amplio de la palabra, desde las computadoras y las comunicaciones hasta el *software* y los procesos de negocio, y predecir las implicaciones del cambio tecnológico en los negocios y los mercados, incluyendo las interacciones entre diversas industrias. Su segundo enfoque es ayudar a sus clientes para que vean más allá de las tecnologías actuales y puedan crear su mejor futuro, utilizando un conjunto de técnicas y métodos que ellos mismos han creado o adaptado. Complementando lo anterior, ofrecen a sus clientes y al público en general un conjunto de guías de prospectiva y de reportes de investigación de mercado y un libro de referencia en el área de las telecomunicaciones, además de diversos seminarios y cursos cortos.

TF clasifica sus técnicas y metodologías dentro de cinco formas diferentes de ver el futuro:

1. Los extrapoladores consideran que el mundo es una extensión lógica del pasado, por lo tanto el futuro se puede determinar mediante: análisis de tendencias tecnológicas, de adopción de nuevas y mejores tecnologías, de los límites de crecimiento o de madurez y de las curvas de aprendizaje.

2. Los analizadores de patrones creen que en el futuro se reflejarán

elementos de eventos pasados, por lo tanto el futuro se puede determinar mediante: análisis de analogías, análisis de las tendencias de los precursores, matrices morfológicas y modelos de retroalimentación.

3. Los analizadores de metas creen que el futuro será determinado por las creencias y las acciones de individuos, organizaciones e instituciones en busca de sus metas. Por lo tanto, el futuro se puede determinar mediante: análisis de impacto, análisis de contenidos, análisis de grupos de interés, análisis de patentes y mapeo de rutas.

4. Los piñateros (mi traducción libre del inglés *counter punchers*) consideran que el futuro provendrá de una serie de eventos y acciones esencialmente impredecibles y en gran medida al azar, por lo tanto el futuro sólo se puede determinar dando batazos hacia donde parece que viene la piñata, a través de: escaneo, monitoreo y seguimiento, escenarios alternativos, modelamiento y simulación Monte Carlo para el análisis de impactos cruzados.

5. Los intuitivos están convencidos que el futuro provendrá de una mezcla compleja de tendencias inexorables, eventos al azar y acciones de individuos y organizaciones clave, por lo tanto lo mejor es reunir tanta información como nos sea posible y utilizar el procesamiento subconsciente de información y la intuición para obtener las mejores anticipaciones mediante: encuestas Delphi o Delfos, conferencias de grupos de expertos, entrevistas estructuradas y no estructuradas y administración de ventajas tecnológicas o análisis de los competidores.

La Rand, mencionada en relación a uno de los primeros estudios de prospectiva y la primera organización co-

nocida como un *Think Tank*, fue fundada en 1949 por su cliente principal, la Fuerza Aérea de Estados Unidos. Su misión es mejorar las políticas y la toma de decisiones mediante la investigación y el análisis en las siguientes áreas de experiencia: política infantil, justicia civil y criminal, educación, energía y ambiente, salud, política internacional, mercados de trabajo, metodología, seguridad nacional, estudios regionales y demográficos, ciencia y tecnología, asistencia social y transportación.

La Rand ofrece, a través de Internet,<sup>4</sup> documentos, reportes y libros, muchos de ellos de incuestionable valor para la prospectiva tecnológica actual, por ejemplo: anticipando el cambio tecnológico (la química combinatorial y el ambiente), ciudadanos, computadoras y conectividad (una revisión de las tendencias), e-visión 2000 (asuntos clave que conformarán nuestro futuro energético), elementos de una estrategia nacional para mejorar el uso efectivo de la tecnología en la educación elemental y secundaria, enfoque sobre las habilidades genéricas para ser letrado en las tecnologías de información, el futuro de la revolución informática en América Latina,<sup>5</sup> la revolución tecnológica global (tendencias en bio/nano/materiales y sus sinergias con la tecnología de información hacia el 2015), materiales industriales del futuro (prioridades para la investigación y el desarrollo), la tecnología de la información en el hogar (barreras, oportunidades y direcciones para la investigación), las nuevas fuerzas en operación (la industria revisa las tecnologías críticas), los nuevos funda-

4. Véase <http://www.rand.org>

5. Véase <http://www.rand.org/publications/CF/CF166.1>.

3. Véase <http://www.tfi.com>.

mentos para el crecimiento (el sistema de innovación de Estados Unidos hoy y mañana), y estimulando la innovación industrial para la sustentabilidad (un análisis internacional).

Ian Pearson, autor del libro titulado *Atlas del futuro*, nos dice en su página de Internet:<sup>6</sup>

Trabajo como Futurólogo para la British Telecommunications (BT), mi labor cotidiana es dar seguimiento a los desarrollos tecnológicos a través de todo el campo de la tecnología de la información, para después usar ese conocimiento en experimentos conceptuales para desarrollar escenarios futuros para la BT. Muchas predicciones en el pasado fueron erróneas por ignorar factores importantes tales como el progreso tecnológico, yo prefiero no hacer predicciones sino solamente decir lo que podría suceder.

En 1991 otro futurólogo de BT publicó la primera versión del reporte titulado: *Línea de tiempo tecnológica BT. La vida hacia el año 2020*. En 1999 Ian Pearson publicó su cuarta versión con secciones sobre: tecnología médica, negocios y sociedad, energía y ambiente en el hogar, viviendo con máquinas, conflicto, dinero, transporte, la línea de tiempo, inteligencia artificial y vida artificial, biotecnología, salud y medicina, negocios y educación, tableros electrónicos, energía, ambiente y campaña, casa y oficina, vida y ocio en el mundo del ciberespacio, entrada y salida de las máquinas, materiales y aparatos electrónicos, procesamiento, memoria y almacenamiento, robótica, seguridad, leyes y guerra, compras y dinero, espacio, telecomunicaciones, transporte y viajes, tecnología en la vestimenta y, como apéndice, cosas

que pueden ocurrir casi en cualquier momento (*wild cards*).

La quinta versión, publicada en noviembre de 2001 (se puede obtener en Internet),<sup>7</sup> dice en su prefacio:

la línea de tiempo se elaboró principalmente para que los investigadores y gerentes de BT tengan una visión de cómo probablemente será el ambiente operativo en una fecha futura, para que nuestros productos y servicios puedan ser mejor diseñados para las necesidades del cliente, debemos recordar que el cambio tecnológico no es importante en sí mismo; lo que importa es lo que ese cambio destruye o hace posible, por otra parte, no todas las tecnologías mencionadas tendrán éxito en el mercado, algunas quizá nunca se implementen en forma comercial, pero de alguna forma estarán influyendo el horizonte tecnológico.

Por su parte, William Halal, de la Universidad George Washington, estableció hace poco más de diez años un método para la evaluación continua de los principales avances tecnológicos, usando primero el método del escaneo ambiental, lo cual significa buscar por cualquier lado. Luego, mediante el análisis de tendencias se identificaron 85 tecnologías emergentes agrupadas en los siguientes doce sectores: energía, ambiente, agricultura y alimentos, equipo computacional, *software* computacional, comunicaciones, servicios de información, manufactura y robótica, materiales, espacio y transportación. Finalmente, utilizando un método de encuesta semejante al de Delphi o Delfos, un panel de cerca de 50 expertos estableció las siguientes anticipaciones: el año en que cada uno de los avances

podría ocurrir, la probabilidad o confianza de dicha estimación, el tamaño potencial del mercado que generará y la nación líder en el desarrollo de la tecnología. Los resultados que se pueden consultar en su página en Internet<sup>8</sup> provienen de la cuarta ronda de encuestas realizada en el año de 1997, aunque un avance posterior ha permitido a los expertos modificar sus anticipaciones y con esto afectar a las de todo el panel en cualquier momento que consideren que deben hacerlo.

El Foresight Institute es una organización educativa sin fines de lucro formada para ayudar a la sociedad en su preparación para las nuevas tecnologías que se anticipan. Su principal interés es la nanotecnología molecular. La habilidad que tendremos para construir materiales y productos con precisión atómica tendrá profundas implicaciones en el futuro de la civilización. La idea original fue dada en 1957 por el físico Richard Feynman, al decir: "los principios de la física, hasta donde yo puedo ver, no establecen nada en contra de la posibilidad de crear cosas átomo por átomo". Su página en Internet<sup>9</sup> está llena de información valiosa sobre esta importante tecnología emergente y sobre la importancia social de la prospectiva tecnológica.

El OPTI, que es el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial,<sup>10</sup> situado en Madrid, España, en menos de cinco años de haber sido creado se ha convertido en el mejor laboratorio de prospectiva tecnológica de habla hispana. El nacimiento de OPTI, en 1997, por iniciativa del entonces

6. Véase <http://www.btexact.com/ideas/futurology>.

7. Véase <http://www.btexact.com/docimages/42270/WP106.pdf>.

8. Véase <http://www.gwforecast.gwu.edu/articles-list.asp>.

9. Véase <http://www.foresight.org/FI/index.html>.

10. Véase <http://www.opti.org>.

Ministerio de Industria y Energía, hay que situarlo en el movimiento que se produce en todos los países industrializados a lo largo de la década de los noventa para utilizar las técnicas de prospectiva como herramientas de apoyo a la definición de políticas tecnológicas. En este sentido, los objetivos marcados a OPTI fueron muy claros:

- Poner a disposición de la sociedad, la comunidad científica, el sector productivo y las administraciones públicas una base de información y conocimiento común de las tendencias y previsiones de futuro sobre la evolución de la ciencia y la tecnología y su impacto e influencia en el sector productivo y en la sociedad.
- Servir de apoyo a la toma de decisiones de carácter estratégico en temas en los que los aspectos tecnológicos tengan una importancia evidente.

Desde 1998 se ha desarrollado un programa compuesto por treinta estudios de prospectiva tecnológica sectoriales, en los que se ha procurado cubrir los aspectos más importantes para el futuro del país. Se mencionan a título de ejemplo algunos de estos estudios: tecnologías de conservación de alimentos, energías renovables, impacto de la biotecnología en el sector sanitario, fabricación de piezas metálicas, residuos industriales, la biotecnología aplicada al sector alimentario, etc. Estos títulos dan una idea de que se ha pretendido llegar a los temas subsectoriales más concretos, no limitando el interés al análisis de conjunto de cada sector. Todos estos estudios han sido realizados siguiendo la misma metodología, una combinación de formación de paneles de expertos, consultas Delphi y construcción de escenarios.

Paralelamente a la realización de estos estudios de prospectiva, que constituyen el eje central de la actividad de OPTI, se han puesto en marcha también actividades de vigilancia tecnológica en algunos sectores: metal-mecánico, plásticos, calzado y agroalimentario. Para cada uno de ellos se publica un boletín trimestral, en formato papel y electrónico, con una amplia difusión, que contiene los resultados de la exploración periódica de los bancos de datos de patentes y otras noticias tecnológicas seleccionadas del análisis de publicaciones, congresos, anuncios empresariales, etcétera.

Tomando como material básico los estudios de prospectiva realizados en cada sector, se ha realizado un análisis de las grandes tendencias de evolución de la tecnología en el mismo. Para ello se han constituido pequeños grupos de trabajo, de cuatro o cinco personas, formados por expertos de OPTI (los autores de los estudios), del Ministerio de Ciencia y Tecnología, de CDTI y de IDAE. Ello ha permitido identificar cinco o seis grandes tendencias en cada sector: agroalimentario, energía, medio ambiente industrial, tecnologías de la información y las comunicaciones, tecnologías de diseño y producción, químico y transporte. Asociados a cada una de estas tendencias se han enumerado las tecnologías clave implicadas y una serie de indicadores que permitirán realizar un seguimiento de hasta qué punto la evolución real del sector en España se acerca en mayor o menor medida a la materialización de la tendencia en cuestión. Las publicaciones de OPTI (boletín trimestral OPTI, boletines de vigilancia tecnológica sectoriales, estudios, informes de tendencias, informes de seguimiento de indicadores, etcétera)

están disponibles en libre acceso en Internet.<sup>11</sup>

También en España, pero ahora en Sevilla, está situado el Institute for Prospective Technological Studies, IPTS,<sup>12</sup> fundado en 1994 para ser uno de los siete institutos que componen el Joint Research Center, o Centro de Investigación Conjunta de la Unión Europea.

A través de su página en Internet se pueden obtener una gran cantidad de reportes y publicaciones. Uno de los principales productos del IPTS es un paquete de *software* conocido como IPTS-TIM<sup>13</sup> para la evaluación temprana del desarrollo tecnológico que facilita la caracterización de objetivos tecnológicos, especialmente bajo la perspectiva europea, incorporando consideraciones socio-económicas y de evaluación de riesgos que sirven como lista de prioridades o guías en los procesos de evaluación de tecnologías, además de que proporciona información extensa sobre diversas áreas y mercados específicos de desarrollo tecnológico, con lo cual es posible monitorear sus tendencias tecnológicas y de mercados.

Otro de los productos es Foren,<sup>14</sup> cuyo objetivo principal fue promover la integración efectiva de procesos de prospectiva en las políticas del desarrollo regional y planificación de la estrategia.

El ACIC es el Australian Centre for Innovation and International Competitiveness de la Universidad de Sydney,<sup>15</sup> cuyo director ejecutivo

11. *Ibid.*

12. Véase <http://www.jrc.es>.

13. Véase <http://www.jrc.es/pages/ourrole/f-products.html>.

14. Véase <http://foren.jrc.es>.

15. Véase <http://acic.org.au>.

es Ron Johnston, experto mundial en prospectiva, y cuyo propósito es ayudar a las empresas, comunidades y gobiernos para que desarrollen y mantengan una posición de frontera y liderazgo en el futuro. Son un equipo nacional e internacionalmente conectado de consultores con gran experiencia, que identifica y analiza grandes retos, desarrolla estrategias y diseña e implementa soluciones para organizaciones de los sectores público y privado que confrontan: un ambiente cambiante dentro del cual operan las compañías y los gobiernos, una trama social cambiante, una estructura de comercio cambiante, comunidades con valores cambiantes, y las oportunidades y retos de las nuevas tecnologías.

La Industrial Research Institution (IRI), fundada en el año de 1938, entre muchos otros documentos interesantes nos presenta en su página en Internet<sup>16</sup> un reporte titulado: *Investigación y desarrollo industrial en el año 2008*, escrito por su director ejecutivo Charles F. Larson, que fue primeramente publicado en el número correspondiente a noviembre-diciembre de 1998 de su revista *Research and Technology Management*. El reporte presenta cinco posibles escenarios: cambio cíclico, investigación y desarrollo globalizados, investigación y desarrollo en sociedad, la función de innovación absorbe a la de investigación y desarrollo, y la formación de redes es lo que cuenta.

El escenario del *cambio cíclico* establece que la actual tendencia de hacer más con menos ya ha ocurrido anteriormente y por lo tanto no existe ningún cambio fundamental en el largo plazo. Los ciclos de innovación han sido detectados en compañías ta-

16. Véase <http://www.iriinc.org>



les como: DuPont, General Electric y Xerox.

El escenario de investigación y desarrollo globalizados predice que todas las compañías tenderán a la globalización extendiendo sus funciones de investigación y desarrollo por todo el mundo en constante comunicación electrónica.

El escenario de investigación y desarrollo en sociedad supone que la tecnología será cada vez más compleja y más difícil de desarrollar, que muchas compañías deberán seleccionar sólo sus áreas más esenciales y buscarán capacidades adicionales a través de alianzas y sociedades con otras compañías, laboratorios gubernamentales, universidades y organizaciones que realizan I y D bajo contrato. Algunas compañías actualmente contratan su tecnología de información y su desarrollo de capital humano con compañías externas.

El escenario en el cual la innovación absorbe a la investigación y el desarrollo, pone el énfasis en el desarrollo de nuevos productos, procesos y mercados, con lo cual la mercadotecnia se agrega a la función de I y D y se genera lo que se denomina I y D de cuarta generación.

El último escenario supone que la interacción entre los colegas será cada vez más importante, los gerentes de I y D se convertirán en gerentes de información y todas las compañías serán máquinas de información. La única diferencia estará en cómo lo hacen; el valor de una persona dentro de una organización no sólo dependerá de lo que conoce sino también de a quienes conoce.

El Millennium Project<sup>17</sup> fue diseñado como un estudio de factibilidad de tres años de duración, para proveer al desarrollo de una capacidad global de alerta temprana y de análisis de temas de largo alcance, sus oportunidades y estrategias. Aproximadamente 200 futuristas y expertos de 50 países han participado en el estudio de factibilidad, el que fue financiado por la Environmental Protection Agency —Oficina de Protección Ambiental— de los Estados Unidos, el PNUD y la UNESCO.

El estudio de factibilidad se desarrolló en tres etapas. La primera etapa comenzó en 1992 con el financiamiento del USEPA para identificar y conectar especialistas en prospectiva y expertos en el mundo entero para crear el diseño inicial del proyecto y conducir la primera investigación sobre población y medio ambiente. En el periodo 1993-1994, durante la segunda etapa, una serie de informes fueron creados

17. Véase <http://www.acunu.org/millennium/mexico-04.html>

sobre metodología de investigación de futuros (*futures research*) y temas de largo alcance importantes para África, financiado por el PNUD. La tercera etapa, realizada en el periodo 1994-1995 bajo el patrocinio de la UNU/WIDER y financiado por la UNESCO a través del AC/UNU, concluyó con el informe final del estudio de factibilidad, que está disponible en Internet.<sup>18</sup>

En el contexto mexicano, el actual presidente Vicente Fox Quesada cuando era gobernador del Estado de Guanajuato encargó el estudio *Guanajuato siglo XXI*, en el cual colaboraron Carlos Flores Alcocer, actual coordinador de asesores de planeación estratégica y desarrollo regional y Eduardo Sojo Garza, actual coordinador de asesores de políticas públicas, ambos dentro del gabinete presidencial.

El libro titulado *México 2030* fue publicado por el Fondo de Cultura Económica en el año 2000 bajo la coordinación de Julio A. Millán y Antonio Alonso Concheiro, otros dos mexicanos que entienden de prospectiva; el primero es presidente del capítulo mexicano de la World Future Society y el segundo es vicepresidente del Consejo Directivo de la Fundación Barros Sierra, institución mexicana dedicada a los estudios sobre el futuro. Sin embargo, solamente tres de sus 16 capítulos versan sobre temas de tecnología: uno sobre "Las nuevas fronteras del desarrollo industrial de México", escrito por Lorenzo Zambrano (Cemex), otro sobre "Telecomunicaciones en México: 2030", escrito por Federico Kuhlmann del ITAM y revisado por Carlos Slim (Telmex), y el tercero

sobre "Transporte", escrito por el diputado Daniel Díaz Díaz, presidente de la Comisión de Transporte de la Cámara de Diputados.

Habría que mencionar el reporte en CD del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco, en el cual se analiza la prospectiva de las 26 líneas industriales con mayor participación en dicho estado: agua embotellada, artes gráficas, autopartes, bancos, bienes de capital, biotecnología, calzado, cárnicos, confección, construcción, cuero, dulces y chocolates, electrónica, fundición y maquinado, hule y látex, joyería, lácteos, madera forestal, maíz, muebles, panificación, plásticos, salsas, *software*, tequila y textil.

Recientemente, el Conacyt, en combinación con la ADIAT y el Consejo de Desarrollo Científico y Tecnológico de Nuevo León, editaron la *Prospectiva tecnológica industrial de México 2002-2005*, reuniendo la opinión de más de 200 expertos en 28 áreas, y los resultados se muestran en 28 libros donde destaca la posible materialización en México, antes del 2015, de varios cambios tecnológicos anticipados, donde podemos crear ventajas competitivas a nivel mundial. Entre las áreas de oportunidad en México se mencionan: automotriz, biotecnología, electrónica, materiales, industria alimentaria y control ambiental, entre otras.

Finalmente, ¿qué herramientas se utilizan para hacer prospectiva tecnológica y dónde se pueden obtener?

La página web de prospectiva de Reino Unido (17)<sup>19</sup> presenta una guía corta y de ninguna manera comprensiva de sitios de interés. Algunos de los materiales más valiosos se pueden

obtener de los programas de prospectiva en sí mismos.

En Strategic Futures Internacional hay una colección de marcadores de páginas web que ayuda bastante a encontrar quién hace qué y dónde, en cuestiones de pronosticar, investigación del futuro, administración estratégica.<sup>20</sup>

La Universidad de Arizona ofrece el curso comprensivo "Anticipando el futuro", que se puede usar como un curso corto, de auto estudio rápido, como una introducción rápida al tema si su interés primario es la planeación estratégica o una evaluación de futuros posibles a corto plazo para áreas específicas.<sup>21</sup> La Sociedad mundial del Futuro Venezuela ofrece otro curso de introducción a la prospectiva.<sup>22</sup>

La prospectiva o los estudios de futuro (*future studies*), como se les suele llamar más bien en el ámbito anglosajón, han tenido un poderoso desarrollo en el mundo de la empresa. Ged Davis (2002), quien encabeza las actividades de planeación por escenarios en una de las principales compañías petroleras del mundo, explica el alcance y la lógica de la construcción de escenarios, destacando su valor para manejar el riesgo y enriquecer la visión del mundo que tienen los tomadores de decisiones. Lawrence Wilkinson nos ofrece un panorama en cuanto a cómo construir escenarios.<sup>23</sup> Y la Global Business Network nos da un panorama del uso de planeación con escenarios.<sup>24</sup>

18. Ibid. El nodo mexicano está en <http://www.foresight.gov.uk>.

19. Véase <http://ag.arizona.edu/futures/fut/fut-main.html>.

20. Véase <http://www.sfutures.com/web-lnk1.htm#Consult>.

21. Véase <http://ag.arizona.edu/futures/fut/fut-main.html>.

22. Véase [http://www.futurovenezuela.org/cursos\\_introdutorio.htm](http://www.futurovenezuela.org/cursos_introdutorio.htm).

23. Véase <http://www.wired.com/wired/scenarios/build.html>.

24. Véase <http://www.gbn.org>.

El sitio de Forecasting Principles resume gran parte del conocimiento útil acerca de pronosticar qué puede ser usado por investigadores, consultores y practicantes, así como por los docentes. Este conocimiento se proporciona como principios (guías, prescripción, reglas, condiciones o el consejo acerca de lo que hay que hacer en situaciones dadas). Esto se hace mostrando la aplicabilidad de principios a un problema dado, el juicio experto acerca de la aplicabilidad de los principios, las fuentes de datos y pronósticos con todo detalle acerca de cómo usar los métodos (tal como *software*), las guías a hallazgos recientes de investigación, sistemas de apoyo en la aplicación de los principios, y cómo obtener ayuda. Los principios aplican a la administración, la investigación de operaciones y las ciencias sociales.<sup>25</sup>

Desde hace diez años, el Laboratorio de Investigación en Prospectiva, Estrategia y Organización (Lipsor) constituye un marco de investigación para profesores-investigadores, investigadores asociados y doctores de las cátedras de Prospectiva Industrial y de Desarrollo de Sistemas de Organización del CNAM. En su página web ofrece el documento *Caja de herramientas de prospectiva estratégica*: un manual de métodos de prospectiva elaborado por Michel Godet en colaboración con Régine Monti, Francis Meunier, Fabrice Roubelat y la participación de Prospektiker.<sup>26</sup> Por su parte, el Centro Latinoamericano de Globalización y prospectiva (CELGP) presenta entre sus trabajos adiciones

a la caja de herramientas, tales como el análisis estructural.<sup>27</sup>

## CONCLUSIONES

Durante los próximos 25 años, las tendencias actuales del desarrollo tecnológico presentan grandes desafíos que tenemos que comenzar a prever, particularmente en un país emergente como México, si deseamos lograr un desarrollo sustentable, con equidad social. El análisis de la prospectiva tecnológica nos permite conocer las fuerzas del cambio, diferenciar la tecnología medular de la periférica, prever con menor incertidumbre, modelar el futuro y actuar junto con los más capacitados y audaces. Todas éstas pueden ser proclamas cuya convergencia ayude a hacer realidad la utopía de un mañana más competitivo para la industria mexicana.

Desgraciadamente somos un país que todavía busca en el pasado las soluciones que requeriremos en el futuro. La actitud general se resume en la frase "lo que ha de venir, vendrá". Aún no tenemos la suficiente autoestima como país para decir a todo el mundo, y sobre todo decirnos a nosotros mismos, el futuro que deseamos construirnos. Existe una actitud de escepticismo en cuanto a los alcances de nuestra educación en general, por lo que no tenemos grandes expectativas de nuestros maestros y por ende de nuestros futuros profesionistas e investigadores. El escepticismo se extiende también en cuanto a los alcances de nuestros gobernantes

y legisladores, ya que no tenemos grandes expectativas de nuestros planes de desarrollo a nivel regional o nacional. A este tipo de escepticismo se suma otro, en cuanto a los alcances de nuestros empresarios, por lo que carecemos de grandes expectativas respecto a nuestro desarrollo tecnológico.

Sin embargo, haciendo prospectiva, educativa y tecnológica, podemos empezar a romper ese círculo vicioso por el cual nuestra actitud y falta de visión en un futuro propio nos hace depender cada vez más de países que sí creen y sí construyen su propio futuro y esto nos aleja cada vez más de concebir, planear, comprometernos, alcanzar y disfrutar nuestro futuro más deseable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Berger, Gaston (1960), "L'attitude prospective", en *Prospective*, núm. 1, pp. 1-10.
- Kahn Herman (1967), *Choosing a Perspective on the Future*, reimpresso en *American Outlook*, verano de 1998. Véase [www.americanoutlook.org/index.cfm?fuseaction=article\\_detail&id=1161](http://www.americanoutlook.org/index.cfm?fuseaction=article_detail&id=1161).
- Kahn, H. y Briggs, B. (1972), *Things to come: thinking about the 70's and 80's*, McMillan, Nueva York.
- Kahn, H., Brown, W. y Martell, L. (1976), *The Next 200 years: a Scenario for America and the World*, Morrow, Nueva York.
- Martino J. P. (1993), *Technological Forecasting for Decision Making*, McGraw-Hill, Nueva York.
- Ged, Davis (2002-2003), "Creando escenarios para el futuro", en *Revista de la Universidad de Guadalajara*, núm. 26, invierno.

25. Véase <http://morris.wharton.upenn.edu/forecast>.

26. Véase <http://www.cnam.fr/lipsor/spa/data/bo-lips-esp.pdf>.

27. Véase <http://www.ur.mx/tendencias/futuro/index.html>.