

TECNOLOGÍA Y ESTUDIOS DEL FUTURO: A PROPÓSITO DE UN LIBRO DE BARKER Y ERICKSON

**René A. Mora Casal*

Consultor técnico privado.

Recibido 3 de setiembre 2013; aceptado 1 de diciembre 2013

Abstract

Futures Studies are important around the world to predict technological and social changes, as demonstrated with a simple Internet search. Paradoxically, these studies are neither promoted nor relevant in Costa Rica, in the opinion of this author. This article discusses broadly the main concepts and implications of the field, based on a critical analysis of the book of title *The Five Regions of the Future* by Barker and Erickson, which has no Spanish translation and which presents not one but five possible ways in which technology can transform the future of Humanity. Their proposal is compared with the views of other authors and predictions of the World Future Society, ending with a recommendations to be implemented in Costa Rica.

Resumen

Los estudios del futuro son importantes alrededor del mundo para predecir los cambios tecnológicos y sociales, como lo demuestra una simple búsqueda en Internet. Paradójicamente, estos estudios no se promueven ni son relevantes en Costa Rica, en opinión del autor. Este artículo trata en forma amplia los principales conceptos e implicaciones de este campo, sobre la base del análisis crítico del libro *The Five Regions of the Future* de Barker y Erickson, el cual no cuenta con traducción al español y presenta no uno sino cinco posibles formas en que la tecnología puede transformar el futuro de la humanidad. Su propuesta se compara con las opiniones de otros autores y las predicciones de la Sociedad Mundial del Futuro, finalizando con un conjunto de recomendaciones para ser aplicadas en Costa Rica.

Keywords: Future Studies, Prospective, technological ecosystem, technology, Costa Rica.

Palabras clave: Estudios del futuro, prospectiva, ecosistema tecnológico, tecnología, Costa Rica

El mañana se construye hoy.

Slogan de la Sociedad Mundial del Futuro

El presente artículo tiene como propósito analizar en forma amplia y crítica el tema de los estudios del futuro, también conocidos como prospectiva, tomando como base de análisis los planteamientos del extraordinario libro *The Five Regions of the Future* de Joel Arthur Barker y Scott W. Erickson, dada la reconocida importancia de este campo a nivel mundial en los procesos de planeamiento estratégico y previsión para el futuro por parte de gobiernos, universidades y empresas, y la paradoja de su escasa importancia en Costa Rica.

En la primera parte del artículo se presentará un panorama general sobre los Estudios del Futuro, incluyendo las principales organizaciones y autores que han trabajado y escrito sobre el

* Autor para correspondencia: morarene1@gmail.com

tema en los últimos cincuenta años. En la segunda parte se hará una reseña y análisis crítico del libro *The Five Regions of the Future*, el cual presenta una propuesta novedosa para estudiar las tendencias tecnológicas presentes y futuras. En una tercera sección se presentarán puntos de vista alternativos con respecto al tema del futuro tecnológico, y se relacionará este tema con la realidad costarricense, a fin de recomendar acciones para el desarrollo futuro de la ciencia y la tecnología a nivel nacional.

I. INTRODUCCIÓN – ¿QUÉ ES LA PROSPECTIVA O LOS ESTUDIOS DEL FUTURO?

Desde la antigüedad, el hombre siempre ha querido conocer el futuro y ha recurrido a diversos métodos para ello: oráculos, profetas, adivinos, astrólogos. De esta manera se buscaba predecir guerras, hambrunas, caída de reyes o imperios, y otras calamidades con el fin de tomar medidas para reducir su impacto. Por ejemplo en el capítulo 41, versículos del 1 al 50 y 53-57 del libro del Génesis¹ se cuenta cómo, hace tres mil años, el patriarca José fue capaz de revelar al faraón de Egipto el significado de un sueño que nadie había podido interpretar. José predijo siete años de grandes cosechas seguidos de siete años de sequía y escasez, dichos periodos representados en el sueño por las imágenes de unas vacas gordas y unas vacas flacas, cuyas alusiones siguen vigentes en la actualidad. José no solo brindó el “pronóstico” del futuro al faraón, sino que también le propuso la solución que fue llevada a la práctica, salvando al imperio egipcio del colapso cuando efectivamente llegaron los años de sequía.

Con el desarrollo del método científico en el siglo XVI y de las herramientas matemáticas e informáticas en los siglos siguientes, el ser humano continúa intentando prever las principales tendencias y sucesos que podrían ocurrir en el futuro, tanto cercano como lejano. Precisamente la disciplina llamada futurología, prospectiva o estudios del futuro está formada por el conjunto de metodologías y herramientas que se han desarrollado con este propósito, sobre todo en los últimos cincuenta años.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) define la futurología como “el conjunto de tentativas sistemáticas para observar e integrar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos o sociales” [1].

En este artículo se usarán indistintamente los términos *prospectiva*, *futurología* y *estudios del futuro* para describir la misma disciplina. Según Ávalos, *prospectiva* proviene del latín y significa “mirar a lo lejos o hacia el porvenir”, este término es usado en Europa y América Latina para referirse a lo que en los países anglosajones se conoce como *estudios del futuro* (*future studies*), siendo *futurología* un término que ahora se considera más informal. El término *futurología* fue acuñado en Alemania a mediados de los años cuarenta, para referirse a una “ciencia del futuro” [18]. Según Ávalos, el término *prospectiva* fue acuñado por Gaston Berger de Francia en la misma época para referirse a la aplicación del método científico en el estudio riguroso del porvenir. Antes que estos autores, otras personas habían hecho esfuerzos previos por predecir las tendencias sociales y los adelantos tecnológicos que se desarrollarían en los años venideros, entre los más notables precursores están los escritores Julio Verne y H. G. Wells, éste último hablaba de crear “departamentos de pronóstico” [2, 3].

¹ Primer libro del Antiguo Testamento de la Biblia.

¿Por qué razón puede haber interés en pronosticar el futuro? Después de haber investigado sobre el tema y leer las opiniones de diversos autores, se concluye que son tres las principales razones:

- a. Para identificar una futura crisis o catástrofe, y prepararse de alguna manera para enfrentarla;
- b. Para identificar una oportunidad tecnológica, económica o de otro tipo, lo cual lleva a la organización a prepararse para aprovechar esta oportunidad;
- c. Para visualizar o proponer un futuro posible y mejor que el presente, el cual requiere de algún grado de esfuerzo por parte de la organización para poder ser alcanzado.

La prospectiva parte de la premisa de que el presente se construyó en el pasado, y que por tanto el futuro se puede construir con base en el presente. Una de las tareas de la prospectiva es la de “tender puentes” entre el presente y el posible futuro, mediante la creación de escenarios compartidos en un proceso colectivo [4]. Según lo anterior, no habría una prospectiva individual. Una de las razones de ser de la prospectiva es que la organización que se prepara para el futuro gana independencia y autonomía, y estará mejor preparada para enfrentar las amenazas y aprovechar las oportunidades.

Para Bertrand de Jouvenel, uno de los fundadores de la prospectiva, el futuro es una realidad múltiple, por tanto existen muchos futuros posibles o *futuribles*. Esto conlleva a que la probabilidad y la estadística jueguen un papel muy importante dentro de los estudios del futuro, y que una de las formas en que se realizan actualmente estos estudios es mediante el uso de modelos matemáticos complejos y, más recientemente, de las llamadas herramientas de minería de datos (*data mining*). Uno de los ejemplos más famosos del uso de modelos matemáticos para predecir el futuro es el libro *Los Límites del Crecimiento*, elaborado en 1972 por el departamento de Dinámica de Sistemas del Massachusetts Institute of Technology (MIT) para el Club de Roma, el cual predice que durante el siglo XXI se producirá una crisis planetaria de tipo alimentaria, energética y ambiental por causa del consumo excesivo de los recursos naturales que se ha realizado en los últimos cien años [5].

Según Gastón Berger, otro de los fundadores de la prospectiva, el mundo contemporáneo posee seis características:

1. *Aceleración*: cambios vertiginosos que pueden generar inestabilidad.
2. *Movilidad*: de personas, información, comercio, crimen organizado (ejemplos).
3. *Congestión*: producto de las anteriores, produce errores, fricciones, “accidentes”.
4. *Prohibiciones*: reglas necesarias para que el sistema funcione, restringen la libertad.
5. *Necesidad de comunión*: “recuperar lo humano”.
6. *Aumento de la importancia de la inteligencia* en un mundo más complejo [6].

En esta época de cambio climático y preocupaciones ambientales, cabe destacar que Bertrand de Jouvenel escribió en 1957 un libro al que tituló *De la economía política a la ecología política*. En ese libro, hace 55 años se señalaba que la ciencia económica imperante economiza el trabajo, pero no los recursos naturales limitados, ya que “la naturaleza no amenaza con huelga”. Asimismo, indicaba que la destrucción de la naturaleza acentúa la desigualdad social [4]. Jouvenel, al igual que Berger, recomendaban que se incorporara la prospectiva en todos los procesos de planeación, públicos y privados.

Por el carácter científico de la prospectiva, disciplinas como la termodinámica juegan un papel importante y deben ser tomadas en cuenta, ya que las organizaciones como sistemas utilizan materia y energía para su desarrollo y sostén. Tal como menciona Soler, la primera Ley de la Termodinámica establece que todo trabajo utiliza materia o energía, no se puede obtener trabajo sin estos elementos, mientras que la segunda Ley de la Termodinámica indica que en todo trabajo se

desperdicia materia y energía, los cuales no se utilizan. Un desarrollo económico que no respeta las leyes de la Termodinámica conduce necesariamente a la degradación ambiental, la escasez de recursos y el descenso en la calidad de vida de los seres humanos y de los demás seres vivos, pues el planeta entero es un sistema termodinámico.

La prospectiva está estrechamente relacionada con la imaginación, la creatividad y la innovación, pues una de las tareas de esta disciplina es “encontrar nuevos caminos” [4]. Reflexionando sobre el punto, esta relación se puede justificar porque la primera utiliza la imaginación y la creatividad para proponer posibles tecnologías o escenarios del futuro, casi siempre innovadores y que requieren de mayor imaginación y creatividad para poder realizarse, es decir se constituye una especie de círculo virtuoso.

Algunas de las técnicas utilizadas por los futurólogos son: el desarrollo de escenarios (técnica desarrollada y empleada todavía por Shell Petroleum en Holanda), la lluvia de ideas (*brainstorming*), la visualización creativa, los modelos matemáticos (ejemplo el que originó *Los Límites del Crecimiento*), los pronósticos, la simulación, el análisis probabilístico del riesgo y la minería de datos, entre otros.

La futurología no es una disciplina nueva, sino que sus inicios se pueden rastrear más de cien años hacia atrás. Por ejemplo, escritores de ciencia ficción con una sólida base científica como Julio Verne, H. G. Wells, Isaac Asimov y Arthur C. Clarke hicieron una importante labor de predicción de posibles futuros en sus escritos [2, 3]. Tal como menciona Ávalos, varios pensadores de las ciencias sociales como Gaston Berger, Bertrand de Jouvenel, Ossip K. Flechtheim y Alvin Toffler desarrollaron la teoría sobre el estudio del futuro desde hace sesenta años. En la actualidad, científicos como Stephen Hawking, Michio Kaku, John Lovelock y Ray Kurtzweil trabajan activamente tanto en construir un mejor futuro para la humanidad mediante los avances tecnológicos como en la difusión de sus ideas y teorías a nivel del público.

Los estudios del futuro son un campo muy activo en la actualidad, como se puede observar haciendo una búsqueda en Internet sobre el tema. Entre los actores más destacados se incluyen departamentos de estudios del futuro de muchas universidades y gobiernos alrededor del mundo, así como organizaciones a nivel privado e individuos que son consultores independientes y tienen sus propias páginas de Internet. Entre las muchas organizaciones, cabe destacar la Sociedad Mundial del Futuro (*World Future Society*), fundada en 1967, y el Club de Roma, que el 1972 encargó al MIT el estudio que originó el libro *Los límites del crecimiento*.

II. RESEÑA CRÍTICA DEL LIBRO THE FIVE REGIONS OF THE FUTURE

El libro *The Five Regions of the Future* fue publicado en el 2005. Uno de sus autores es Joel Arthur Barker, reconocido futurólogo estadounidense quien previamente ha explorado en otros libros las relaciones entre los paradigmas, la visión de futuro, la innovación y el cambio tecnológico. El otro autor es Scott W. Erickson, consultor y futurólogo estadounidense. “*Los Cinco Ecosistemas Tecnológicos*” (título en español que se propone para este libro), presentan un nuevo paradigma para entender las tecnologías y su evolución, de un modo que permite el diálogo y la toma de decisiones en distintos niveles.

Barker y Erickson parten de una definición de tecnología como “*el conjunto de herramientas, técnicas y conocimientos que pueden usarse en combinación o separados para resolver problemas*”, para posteriormente definir una TecnoEcología o ecosistema tecnológico de la siguiente manera:

“*Un ecosistema tecnológico (TecnoEcología) es un ecosistema de tecnología. Sus elementos individuales lo forman las herramientas y las técnicas inventadas por los seres humanos, las cuales*

interactúan tanto en forma mutualista como competitiva para aumentar la variedad de las tecnologías y la complejidad de la interacción”.

Según los autores, algunas características que poseen los ecosistemas biológicos y que también existen en los ecosistemas tecnológicos son:

- la capacidad de establecer relaciones diversas entre sus elementos;
- la capacidad de aprovechar los recursos existentes para crear “activos” valiosos que satisfacen una necesidad o resuelven un problema;
- la capacidad de adaptarse a grandes cambios;
- la capacidad de evolucionar.

Asimismo, Barker y Erickson señalan que la “base de nutrientes” de un ecosistema tecnológico es metafísica, pues está formada por el conjunto de valores y creencias que dirigen o restringen la selección de los recursos físicos que serán empleados en el desarrollo de los elementos tecnológicos que forman el sistema mayor. Por ejemplo, se explicará más adelante que los ecosistemas *Limits Tech*, *Local Tech* y *Nature Tech* imponen restricciones sobre el tipo o las cantidades de los recursos a utilizar.

Otro de los conceptos que los autores establecen es el del “tiempo tecnológico” (*Tech-time*), que es “*el tiempo requerido para que nazca la siguiente generación de una tecnología*”. Este tiempo corre a una velocidad mucho mayor que el tiempo natural, lo cual explica el ritmo tan acelerado del cambio tecnológico que se observa actualmente: las tecnologías que antes requerían de siete a diez años para salir al mercado ahora lo hacen en dos años o menos². Éste se está acelerando cada vez más a consecuencia del efecto acumulativo del cambio tecnológico.

Los autores postulan que actualmente existen cinco de estos ecosistemas en desarrollo alrededor del mundo. Estos son:

- El ecosistema de las supertecnologías (*Super Tech*);
- El ecosistema de las tecnologías de los límites (*Limits Tech*);
- El ecosistema de las tecnologías locales (*Local Tech*);
- El ecosistema de las tecnologías de la naturaleza (*Nature Tech*);
- El ecosistema de las tecnologías humanas (*Human Tech*).

Los autores señalan como el ecosistema más desarrollado al de las supertecnologías, ya que comprende la mayoría de los inventos y descubrimientos del siglo XX e inicios del siglo XXI. Algunos de los otros ecosistemas tecnológicos son una reacción o una alternativa a los excesos asociados con el ecosistema *Super Tech*. Además de estos cinco ecosistemas tecnológicos, existen unas “tecnologías universales”, las cuales se describirán posteriormente en el libro.

Antes de describir brevemente cada uno de los ecosistemas tecnológicos, cabe hacer mención del último capítulo del libro, en el cual Barker y Erickson elaboran una respuesta a la que ellos consideran la objeción más frecuente a su planteamiento: “¿por qué no toman lo mejor de cada ecosistema y crean un ecosistema híbrido?”. Ellos presentan varios argumentos a su favor:

- a) Que en la naturaleza no existen los híbridos;
- b) Que existe un costo o un esfuerzo en mantener las características de un híbrido;
- c) Que el análisis de las interacciones entre tecnologías disímiles consumirían mucho tiempo y energía;
- d) Que el tener un ecosistema tecnológico definido facilita el proceso de añadir elementos nuevos que tengan los mismos valores y características;

² En su libro *Innovation and Entrepreneurship*, Peter Drucker [7] consideraba que el tiempo para que una innovación tecnológica se estableciera y fuera aceptada era de 35 a 40 años, esto era cierto antes del *Tech-time*. Hay razones para sostener que el ciclo previsto por Drucker todavía se cumple, es decir, que ahora vemos las aplicaciones de descubrimientos hechos hace 40 años. (ej. celdas de combustible, aerogeles).

- e) Que un híbrido puede resultar molesto para los defensores de algunos de los ecosistemas tecnológicos;
- f) Que cuando se presenta un conflicto de valores, el ser humano opta por un ecosistema tecnológico en particular (la tendencia ha sido hacia el *Super Tech*).

Asimismo, los autores advierten sobre lo que ellos llaman el Principio de Exclusión, es decir el hecho de que cuando se escoge un ecosistema tecnológico, con el paso del tiempo se reducen rápidamente las posibilidades de desarrollo de otras tecnologías alternativas, y por tanto la posibilidad de cambiar de ecosistema.

El ecosistema de las supertecnologías: “Lo grande es hermoso”

Este es el ecosistema más representativo del mundo actual, y el que tiene mayor cobertura en los medios de información, pues se ha venido desarrollando desde hace unos cien años. Empezó a principios del siglo XX con inventos como el automóvil, el aeroplano, el trasatlántico, la bombilla eléctrica, el rascacielos, el cinematógrafo y los combustibles fósiles. Posterior a la Segunda Guerra Mundial, el mundo fue testigo del cohete, de la bomba atómica y de las primeras computadoras electrónicas; a la vez los escritores de ciencia ficción desarrollaron visiones de viajes interplanetarios y colonias en el espacio. En la actualidad somos testigos de desarrollos como la red mundial Internet, teléfonos “inteligentes”, comunicación por fibra óptica e inalámbrica, robots que realizan diferentes labores³, partes biónicas del cuerpo, transplantes de manos y de cara, la música y la animación digitales, las películas 3D, la Estación Espacial Internacional, el Gran Colisionador de Hadrones, entre muchos otros. No debemos dejar de mencionar invenciones a las que estamos tan habituados que pasan desapercibidas, como el jabón antibacterial, el teflón, las baterías, las represas hidroeléctricas y los restaurantes de comida rápida, entre otros [5].

Según los autores, quienes defienden este ecosistema prevén que en el futuro se hará minería en la Luna y en los asteroides, se establecerán colonias espaciales en órbita (de la Tierra y de otros planetas), se hará “geoingeniería” en Marte para convertirlo en un planeta habitable, y en general el ser humano se embarcará a conquistar el universo y se resolverán todos los problemas de la humanidad con la ayuda de la ciencia y de la tecnología.

Barker y Ericsson señalan que algunas de las ideas que caracterizan este ecosistema son el optimismo tecnológico, el crecimiento económico ilimitado y la idea de progreso. Algunos de sus proponentes y defensores han sido los científicos y escritores Isaac Asimov, Arthur C. Clark y R. Buckminster Fuller, la filósofa y escritora Ayn Rand (en su libro *La rebelión de Atlas*), y el futurólogo, ambientalista y escritor Bjorn Lomborg (en su libro *El ambientalista escéptico*). Sus premisas principales son:

- a) En los próximos 20 a 50 años se generarán recursos de sobra para todas las personas del planeta (paradigma de superabundancia);
- b) La ciencia y la tecnología pueden resolver todos los problemas, dados el tiempo y los recursos suficientes;
- c) Es hora que el ser humano supere a la Naturaleza y evolucione en sus propios términos (transhumanismo, posthumanismo);
- d) El ser humano prefiere el ocio al trabajo.

El ecosistema de las tecnologías de los límites: “Lo eficiente es hermoso”.

³ Por ejemplo, el robot *Curiosity* de la NASA que actualmente explora Marte; los robots soldadores de las fábricas de automóviles; el robot aspiradora Roomba; los robots-mascotas en Japón.

Los autores ubican el nacimiento de este ecosistema tecnológico en 1962, cuando se publicó el libro *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson, en el cual se denunciaba el efecto del insecticida DDT sobre las poblaciones de aves de EE. UU., lo cual constituyó la primera advertencia sobre las consecuencias imprevistas de las soluciones desarrolladas bajo el paradigma *Super Tech*. Otro libro que causó mayor impacto en 1972 fue *Los Límites del Crecimiento* de Donella Meadows y el equipo de Dinámica de Sistemas del Massachusetts Institute of Technology (MIT), el cual recopiló las proyecciones sobre el futuro de la humanidad hechas mediante simulaciones por computadora. Como se mencionó en una sección anterior, este libro predice una catástrofe global en el siglo XXI si se continúa con las tendencias dictadas por el consumismo y la presión sobre los recursos naturales. Este libro ha sido revisado varias veces, la versión más reciente se publicó por motivo de su 40º aniversario, y la opinión actual de sus autores es que las tendencias predichas bajo el peor escenario son las que se han venido cumpliendo.

Ideas que han ido permeando nuestra sociedad y que corresponden a este ecosistema tecnológico son las siguientes: calentamiento global, reciclaje, ahorro de energía (“negavattios”), eliminación del uso de papel y de otros recursos, control de la natalidad, evitar uso de antibióticos y plaguicidas, reducir la huella ecológica, y en general todas las prácticas relacionadas con la eficiencia en el uso de los limitados recursos naturales que nos quedan. Otro elemento importante es la necesidad de prever o pronosticar el efecto de las acciones humanas, incluyendo el desarrollo de nuevas tecnologías, para ello se han desarrollado sofisticados modelos computacionales que simulan los efectos del calentamiento global, de la contaminación y de otros fenómenos a nivel regional o global. Asimismo, satélites de monitoreo ambiental recopilan abundante información para medir casi en tiempo real la condición del planeta y el efecto de la agricultura, la urbanización y otras actividades humanas [5].

Barker y Ericsson señalan que algunas de las ideas que caracterizan este ecosistema son el pesimismo tecnológico, el uso de modelos matemáticos y la limitación del crecimiento en general. Algunos de sus proponentes y defensores han sido Rachel Carson, Donella Meadows, Paul Ehrlich (autor de *La bomba de la población*), Garrett Hardin (autor de *La tragedia de los comunes*) y Amory Lovins (activista de la eficiencia energética), entre otros. Sus premisas principales son:

- a) Dado que los recursos naturales han sido sobreexplotados, nos espera una gran escasez en el futuro a menos que aprendamos a vivir sin agotarlos;
- b) La ciencia y la tecnología han contribuido a dañar el planeta; por tanto a partir de ahora solo se debe permitir tecnologías con un impacto ambiental positivo o neutro;
- c) La naturaleza ha optimizado el ambiente, el hombre debe respetar y no alterar los ciclos naturales;
- d) El ser humano tendrá que trabajar arduamente para revertir el daño causado a la naturaleza, si quiere sobrevivir.

El ecosistema de las tecnologías locales: “Lo pequeño y local es hermoso”.

Este ecosistema tecnológico tiene su origen, según los autores, en las ideas del economista E. F. Schumacher, quien escribió en 1973 un libro titulado *Lo pequeño es hermoso*. Este libro plantea que la tecnología hecha para países desarrollados no es apropiada para los países pequeños y en vías de desarrollo, y propone en su lugar una “tecnología apropiada” para estos países, con características de escala intermedia y local. A partir de allí propone una organización social y económica alternativas, que sean sostenibles y contribuyan a la realización del ser humano. Según Schumacher, “la producción con base en los recursos locales, para satisfacer las necesidades locales, es la forma más racional de vida económica”.

Los autores indican que, dentro de este ecosistema, la escala apropiada para las poblaciones es la villa ya que una comunidad más grande se deshumaniza, mientras que una muy pequeña carece de variedad y recursos, además las poblaciones pequeñas y distribuidas tendrían un menor impacto sobre el ambiente. Asimismo, las fábricas no deben ser muy grandes, siendo la escala apropiada del orden de quinientas personas, según E. F. Schumacher. Este ecosistema promueve las viviendas hechas de adobe y otros materiales locales, el tejido y la ropa hecha a mano, las huertas en las casas o comunales, las fuentes de energía locales y sostenibles (olas del mar, viento, solar, pequeñas turbinas en ríos), medios de transporte como la bicicleta, los barcos de vela y el caminar, así como el uso de plantas medicinales, entre otros ejemplos. Incluso se propone en el libro que los dirigibles reemplazarán a los aeroplanos en este ecosistema, y que la estereolitografía (impresión 3D) permitirá fabricar cualquier producto localmente.

Barker y Ericsson señalan que algunas de las ideas que caracterizan este ecosistema son el uso de tecnologías apropiadas, la sostenibilidad y el escalamiento. Algunos de sus proponentes y defensores han sido E. F. Schumacher, Donella Meadows, Lester R. Brown (fundador del *Worldwatch Institute*) y Hazel Henderson (futuróloga), entre otros. Sus premisas principales son:

- a) Existen suficientes recursos en el mundo para todos los seres humanos;
- b) La ciencia y la tecnología son aceptables, si están propiamente escaladas;
- c) Los seres humanos somos los guardianes de la Naturaleza, la debemos administrar responsablemente;
- d) El ser humano debe trabajar para alcanzar su pleno potencial.

El ecosistema de las tecnologías de la naturaleza: “Lo natural es hermoso”

De acuerdo con los autores, este ecosistema también es muy antiguo y se basa en la premisa de que la Humanidad puede usar la biología, y en fecha más reciente la genética, para resolver todos sus problemas sin trastornar el mundo natural. Citan como ejemplos que el hombre prehistórico aprendió a utilizar microbios para hacer queso, yogurt y cerveza; asimismo aprendió a cruzar plantas y animales para obtener mejores variedades para la alimentación, el transporte, el vestido y otros usos. Ejemplos más recientes son el descubrimiento de la penicilina a principios del siglo XX, el descubrimiento del ácido desoxirribonucleico (ADN) en 1954 y la producción actual de insulina y otras hormonas mediante microorganismos modificados genéticamente.

Algunas de las sofisticadas propuestas que se están generando dentro de este ecosistema son las celdas de combustible microbianas, la seda de araña artificial, plásticos producidos por fermentación, las computadoras de ADN, los biocombustibles, el compostaje de residuos, materiales biomiméticos y péptidos antimicrobianos, entre otros ejemplos [5]. Las células madre y las terapias genéticas, que podrían ubicarse aquí, son ubicadas por los autores en otro ecosistema (*Human Tech*).

Barker y Ericsson señalan que algunas de las ideas que caracterizan este ecosistema son el optimismo tecnológico, la mejora genética y la armonía con la naturaleza. Algunos de sus proponentes y defensores han sido James Watson y James Crick (descubridores del ADN), Alexander Fleming (descubridor de la penicilina), James Lovelock (biofísico, creador de la Teoría Gaia, según la cual nuestro planeta es un superorganismo viviente), William McDonough (promotor de la arquitectura sostenible) y Janine M. Benyus (creadora del concepto de biomimetismo), entre otros. Sus premisas principales son:

- a) Todas las necesidades humanas pueden ser satisfechas usando los sistemas de la naturaleza;
- b) La naturaleza ha resuelto todos los problemas, es el trabajo del científico hallar las soluciones y crear tecnologías compatibles;
- c) Somos los socios de la naturaleza, en relación de igual a igual;

- d) Debemos aprender a vivir y trabajar en armonía con la naturaleza, bajo un concepto de mutualismo.

El ecosistema de las tecnologías humanas: “¡Los seres humanos somos hermosos!”.

Este ecosistema tecnológico difiere de los otros ecosistemas en que es interno y no externo, ya que su campo de acción es el mejoramiento del ser humano mismo, tanto en el campo físico como en el mental. Desde tiempos antiguos, todos los filósofos, psicólogos, psiquiatras, líderes, motivadores y emprendedores de la historia han realizado su trabajo dentro de este ecosistema. Ha sido en los últimos cincuenta años que el conocimiento tanto de la fisiología como de la mente humana ha crecido al punto que podemos hablar ya de “tecnologías humanas” [5].

Según los autores, algunos de los desarrollos dentro de este ecosistema son las investigaciones en cronobiología (ritmos circadianos), en células madres, en terapias genéticas, en neurobiología, en el sistema inmunitario, por citar algunas a nivel fisiológico. Otras “tecnologías humanas” de carácter metafísico son el efecto placebo, el refuerzo positivo, la hipnosis, la motivación, el liderazgo, la gerencia organizacional, el trabajo en equipo y los microcréditos, por citar algunas.

Barker y Ericsson señalan que algunas de las ideas que caracterizan este ecosistema son el enfoque en lo interior, las herramientas metafísicas y el hecho que este ecosistema es la base de los demás ecosistemas tecnológicos. Algunos de sus proponentes y defensores han sido Elmer Green (investigador del concepto de bioretroalimentación), Franz Halberg (fundador de la cronobiología), James Thomson (primero en obtener células madre), Peter Drucker (uno de los fundadores de la gerencia organizacional) y Muhammad Yunus (creador de los microcréditos) entre otros⁴. Sus premisas principales son:

- a) Las verdaderas necesidades del ser humano no son materiales;
- b) La ciencia apenas está empezando a aprender a medir la tecnología humana;
- c) Dios, la Naturaleza o la evolución nos ha dotado con capacidades extraordinarias;
- d) Nuestro verdadero trabajo es conocernos a nosotros mismos.

Las tecnologías universales

Además de los cinco ecosistemas tecnológicos anteriores, Barker y Erickson señalan la existencia de tecnologías que son comunes a tres o más de las regiones, en tanto que pueden ser utilizadas con diferentes fines. Estas tecnologías son llamadas por ellos “tecnologías universales” y se enumeran a continuación sin analizarlas:

- a) La red mundial Internet;
- b) Los aerogeles;
- c) La despolimerización térmica o tecnología de plasma;
- d) Las computadoras: de silicio, de ADN o cuánticas;
- e) La cronobiología;
- f) La estereolitografía o impresión 3D;
- g) El combustible de hidrógeno;
- h) La holografía;
- i) Los “laboratorios en un chip” (*lab-on-a-chip*) o microfluídica;
- j) Los nanotubos de carbono;
- k) Los satélites espaciales;

⁴ Otros representantes que cabe mencionar son: Sócrates (antiguo filósofo griego), Sigmund Freud (fundador de la Psiquiatría) y Steven Covey (autor del libro *Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva*).

- l) Las simulaciones por computadora;
- m) Los libros electrónicos.

Crítica del libro

The Five Regions of the Future es un excelente libro que representa tanto un trabajo de investigación como un ejercicio intelectual de largo alcance y envergadura, ya que sus autores proponen detalladamente no uno sino cinco futuros posibles para la humanidad. Es un libro que pone a pensar al lector en posibilidades que tal vez nunca había imaginado, y que hace una afirmación extraordinaria en sus capítulos inicial y final: *actualmente vivimos en uno de esos raros momentos de la historia en que existen más soluciones que problemas* [5]. Después de leer el libro, no puede uno sino estar de acuerdo con esta afirmación.

Éste no es un libro perfecto, por lo que hay puntos específicos que pueden ser objeto de discusión e incluso de cuestionamiento. Por ejemplo:

- a) La clasificación en cinco ecosistemas tecnológicos es arbitraria, algo que los mismos autores reconocen en el primer capítulo.
- b) Los “representantes” de cada uno de los ecosistemas son un reducido grupo, principalmente personas de los EE. UU. o de Europa. En algunos casos podría decirse que se justificó un ecosistema con base en uno o dos libros (ejemplos *Limits Tech* y *Local Tech*).
- c) Algunos ejemplos podrían considerarse ofensivos, por ejemplo en el escenario *Local Tech* presentan un personaje llamado Poncho Sanza como el gobernador de Nuevo México, el cual evidentemente es un nombre derivado de Sancho Panza, el campesino que acompaña al personaje principal en *Don Quijote de la Mancha*. Esto podría ofender a la comunidad hispana de todo el mundo.
- d) Hay muchas similitudes y elementos en común entre los ecosistemas *Limits Tech*, *Local Tech* y *Nature Tech*, tales como la sostenibilidad, la reducción en el consumo de recursos y la protección de la naturaleza.
- e) De alguna manera, las “supertecnologías” están presentes en los demás ecosistemas, solamente de esta manera se explican ciertos elementos como la fabricación de los paneles solares, los aerogeles, las celdas de combustible, el mantenimiento de las redes de comunicaciones, las redes de satélites, etc.
- f) Algunas tecnologías se podrían clasificar en más de un ecosistema, por lo que la asignación de tecnologías a veces es un tanto arbitraria. Por ejemplo, las terapias genéticas y con células madre se podrían clasificar dentro de *Nature Tech*, sin embargo fueron clasificadas como parte de *Human Tech*.
- g) Algunos de los escenarios planteados contienen elementos difíciles de creer o aceptar. Por ejemplo, la adopción del ecosistema *Local Tech* prácticamente supondría un retroceso a las condiciones previas al siglo XX, cuando había parteras en lugar de médicos obstetras, había dirigibles en vez de aeroplanos, no existían los viajes a larga distancia, etc. Las posibilidades de que esto ocurra en forma voluntaria, y no como resultado de una catástrofe, podrían considerarse escasas.
- h) Otro elemento difícil de aceptar es que, bajo la filosofía *Local Tech*, los alimentos y los productos manufacturados se producirían localmente y, por tanto, no habría comercio internacional sino solo regional. Esto es contrario a la experiencia humana de los últimos cinco mil años, según la cual el comercio entre países de distintas partes del mundo siempre ha existido.
- i) En los distintos escenarios hay elementos que se presentan sin explicación o justificación. Por ejemplo, bajo el ecosistema *Nature Tech* todos los productos se elaborarían en “lagunas

de fabricación” mediante el uso de microorganismos. Sin embargo, no se profundiza en los problemas asociados con la separación del producto principal, la separación de subproductos y desechos, el tratamiento de las aguas residuales, el consumo de agua, las necesidades de bombeo e intercambio calórico, cómo se evitaría la contaminación con microorganismos indeseados; en resumen los problemas que tiene la biotecnología actualmente. Por supuesto los autores no son biotecnólogos y no están obligados a conocer sobre estos problemas.

- j) Barker y Ericsson opinan, en el último capítulo de su libro, que el lugar para el ecosistema *Super Tech* es el espacio, es decir colonias espaciales fuera de la Tierra. Esto contradice una afirmación anterior según la cual los miembros de este ecosistema no se preocupan por ahorrar recursos o reciclar. Lo cierto es que una colonia espacial futura se vería en la necesidad de optimizar el uso de los recursos disponibles y de implementar sistemas sofisticados de reciclaje para sobrevivir, pues no hay garantía de que encuentren todos los materiales necesarios para la vida –especialmente el aire, el agua y los alimentos– en un asteroide o en otro planeta. Esto crearía un ecosistema más cerca de *Limits Tech* que de *Super Tech*.
- k) El libro no profundiza en los cambios sociales y políticos que serían necesarios para poder implementar cada uno de los ecosistemas tecnológicos. Se asume que toda la población mundial, los gobiernos y las grandes empresas multinacionales van a aceptar y participar en el proceso de cambio en forma voluntaria, o a lo sumo en respuesta a una presión social.
- l) En la opinión del que escribe, no se justifica lo suficiente el que no se pueda desarrollar un solo ecosistema tecnológico híbrido, ya que de hecho sí existen los híbridos en la naturaleza: el rechazo de los autores a esta opción es más por un tema de valores que por una imposibilidad real.

III. OTRAS OPINIONES SOBRE EL TEMA Y EL CASO DE COSTA RICA

Sobre el tema del futuro se han escrito muchos libros, por razones de espacio y alcance se comentará solamente sobre dos de ellos que son relevantes, pues aportan una visión complementaria a la del libro de Barker y Erickson. Posteriormente el enfoque se trasladará a cómo todas estas ideas y conceptos se pueden aplicar en Costa Rica. Finalmente, se harán recomendaciones para lecturas adicionales sobre este tema.

“El shock del futuro” de Alvin Toffler

El libro *Future Shock* es una referencia obligada para cualquier persona que desee profundizar en los estudios sobre el futuro, ya que a pesar de haber sido escrito hace más de cuarenta años, mantiene su vigencia en gran medida. Alvin Toffler es un respetado futurólogo que escribió este libro en 1970, en el cual hace un extenso análisis sociológico de la sociedad del futuro o “superindustrial”, donde ya viviría el 5% de la población mundial (según este autor).

El tema central de este libro es que los cambios tecnológicos se producen en forma cada vez más acelerada. Esto ejerce una presión sobre la capacidad del ser humano para adaptarse y tolerar dichos cambios, por lo que se produce un fenómeno de “choque” con sensaciones de impotencia y desadaptación. Toffler propuso que el futuro debe diseñarse, incluso limitando el desarrollo tecnológico para evitar el efecto de “choque”. Sus críticos indican que el ser humano ha demostrado ser más adaptable a las nuevas tecnologías que lo predicho por este autor, incluso las nuevas generaciones parecieran sentirse a gusto en esta nueva sociedad [8].

Toffler predijo acertadamente una gran cantidad de tendencias que observamos en la actualidad, tales como:

- a) Una red de lazos sociales “tan tupida que las consecuencias de los sucesos contemporáneos son instantáneamente conocidas en todo el mundo” – ¿Facebook?
- b) Acortamiento de las distancias geográficas.
- c) Migración de profesionales y trabajadores hacia donde haya trabajo.
- d) Servicios de trabajadores temporales (outsourcing).
- e) Obsolescencia planificada de los productos.
- f) Mayor importancia del componente “psicológico” en un producto – ¿iPhone?
- g) Personalización en masa.
- h) Superabundancia de opciones, provoca indecisión (“más es menos”).
- i) Ad-hocracia: equipos de trabajo reemplazan a las estructuras tradicionales.
- j) Organizaciones horizontales.
- k) Las tareas rutinarias serán asumidas por máquinas - ¿Roomba?
- l) Aturdimiento, impermanencia, depresión, fragilidad, soledad.
- m) Violencia, intolerancia.

Alvin Toffler señala que los cambios tecnológicos traen consigo cambios sociales. Una de las características de la sociedad superindustrial es la “temporalidad”, una de sus consecuencias es la cultura de lo desechable. Así como los productos se fabrican para un uso temporal y no permanente, asimismo las relaciones en el futuro serán cada vez más frágiles, limitadas y temporales. Facebook es un ejemplo perfecto de esta situación, pues en las redes sociales puedo tener muchos “amigos” o “seguidores” pero no estoy comprometido con ninguno de ellos, es más puedo “apagar” la relación al toque de un botón⁵. Lo anterior provoca entre otras cosas la fragmentación de las relaciones, la pérdida de valores de la sociedad y la pérdida de significado de conceptos como *familia* y *hogar*. Esto se refleja en las altas tasas de divorcio que se observa en muchos países, Costa Rica incluida.

Según Toffler, al no existir algo permanente al que todos en la sociedad puedan aferrarse, se observa el surgimiento de múltiples subculturas en las cuales la moda y el estilo de vida cobran la mayor importancia: ya no se trata de *ser* sino de *parecer*. En este ambiente, las figuras mediáticas o carismáticas (cantantes, actores o actrices, incluso figuras animadas en Japón) adquieren preponderancia en la sociedad y tienen *fans* o seguidores, pues ellos crean modas y estilos de vida. Todos estos son rasgos de la sociedad moderna que se pueden observar en Costa Rica.

Un aspecto de nuestra sociedad actual, que Toffler considera preocupante, es el hecho que las organizaciones existentes mantengan una estructura diseñada para resolver problemas que ya no existen. Asimismo la escuela –la educación en general– enseña conocimientos que están anclados en el pasado y no sirven para enfrentar el futuro. En sus propias palabras:

“Para contribuir a evitar el “shock del futuro”, debemos crear un sistema de educación superindustrial. Para conseguirlo hay que basarse en objetivos y métodos orientados al futuro, no al pasado” [9].

“El shock del presente” de Douglas Roushko

Este libro es de publicación muy reciente (2013) y su título completo es *El shock del presente: cuando todo pasa ahora*, título que resume precisamente su tesis central y que es una referencia

⁵ El ejemplo anterior es del sociólogo polaco Zigmunt Bauman, quien ha teorizado sobre el aspecto “líquido” de las relaciones y del mundo actual [10], por cierto el señor Bauman tiene página en Facebook.

indirecta a *El shock del futuro* de Alvin Toffler. Su autor, Douglas Roushkoﬀ, hace una crítica de la cultura “presentista” que actualmente domina la sociedad estadounidense y otras sociedades –como la costarricense–, así como de los cambios sociales y culturales que se producen cuando es el presente y no el futuro el que importa. Según este autor, “nuestra sociedad está menos interesada en construir un futuro mejor que en construir un presente con signiﬁcado” [11].

El *presentismo* es deﬁnido por este autor como el hecho que las personas ya no buscan satisfacer sus necesidades en el futuro, sino que exigen que todas estas necesidades les sean satisfechas en el presente, aquí y ahora. Según Roushkoﬀ, una de las manifestaciones de este presentismo es el surgimiento de los programas de *reality TV*, los cuales no tienen argumento ni historia, y carecen de principio o ﬁnal, sin embargo son sumamente populares. Otro fenómeno similar son los videojuegos en donde no hay pasado ni futuro, solo el presente. Las nuevas generaciones son las más propensas a exigir “lo que ellos quieren, cuando ellos quieren y como ellos quieren” [11]. Las presiones que esta actitud imponen sobre la vida familiar y las relaciones sociales son evidentes, ya que es una actitud deshumanizante.

Roushkoﬀ deﬁne un nuevo término, *digifrenia* (*digital eschizophrenia*), para referirse al conﬂicto producido por la sobrecarga de información⁶ y por la necesidad de vivir “dos vidas diferentes al mismo tiempo”. Con respecto al primer aspecto, este autor afirma que “el mundo digital nos da tanta información, en forma tan rápida, que ya no somos capaces de transformarla en conocimiento, mucho menos en sabiduría” [11]. Con respecto al segundo aspecto, el autor cita como ejemplo el hecho de que los soldados que manejan “drones” o aviones teledirigidos sufren de mayor estrés postraumático que los soldados que realmente fueron a la guerra, ya que los primeros deben vivir dos vidas diferentes y paralelas: de día inmersos en Afganistán y de noche cenando con sus familias en sus casas, como si lo primero no existiera. Otros ejemplos de digifrénicos serían las personas adictas a los videojuegos o a Facebook.

El mensaje central de este libro es que no todo en la vida tiene que estar disponible en forma inmediata: debemos recuperar nuestra humanidad, para ello contamos con el poder de desconectarnos de nuestros aparatos electrónicos y alejarnos temporalmente de ellos.

Las predicciones de la Sociedad Mundial del Futuro

La Sociedad Mundial del Futuro (*World Future Society*) es una organización estadounidense fundada en 1966, cuyo propósito es promover los estudios del futuro. Tienen publicaciones diversas y una página de Internet, en la cual se puede leer abundante información sobre el tema. Cada año ellos publican un informe titulado *Outlook* con una lista de predicciones sobre posibles tendencias que se podrán observar en el futuro, su lista más reciente contiene más de doscientos cincuenta predicciones en muy diversos campos. A diferencia de Barker y Ericsson, ellos no hacen una separación o clasiﬁcación de las tecnologías, solamente las ordenan por temas, se podría hablar por tanto de un enfoque híbrido. En el cuadro I se presentan algunas de las predicciones de esta organización en su *Outlook 2013*.

El caso de Costa Rica

Costa Rica es un país que en los últimos sesenta años ha tenido un desarrollo excepcional, producto de la visión de las generaciones anteriores que imaginaron un “futuro posible”. Por una parte cuenta con unos índices de salud propios del primer mundo, agua potable y electricidad en el 99 % del territorio nacional, un 25 % del territorio nacional protegido en parques nacionales, una tasa de alfabetización del 96 % que incluye técnicos y profesionales universitarios bilingües, así

⁶ Este concepto lo acuñó Alvin Toffler en *El shock del futuro*.

como una estabilidad política y social que hace que el país sea atractivo para empresas extranjeras (datos del Programa Estado de la Nación y de la Embajada de Costa Rica en Washington D.C.) El principal producto de exportación son los microprocesadores producidos en la planta local de la empresa Intel, asimismo se están haciendo esfuerzos por promover la creación de “clusters” de empresas tecnológicas en sectores como el de tecnología médica, turismo médico, aeroespacial y animación digital entre otras [12, 13, 14]. Pese a todos estos datos sobresalientes, Costa Rica es un país poco industrializado, con problemas ambientales diversos, que tiene un rezago importante en infraestructura y cuyo modelo de desarrollo inclusivo parece haberse agotado y estancado, sin que las distintas partes interesadas en el país se logren poner de acuerdo con respecto a una posible “visión de futuro” y las decisiones y proyectos que se deben impulsar para alcanzarla.

CUADRO I. Algunas predicciones de la Sociedad Mundial del Futuro (2013).

MEDICINA Y SALUD	TECNOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> -Se detectarán enfermedades por medio del aliento. -Se desarrollarán nano robots con fines médicos. -La nanotecnología permitirá devolverles la vista a los ciegos. -Se podrán “imprimir” tejidos y órganos en los hospitales. -Millones de personas sobrepasarán los cien años, esto provocará mayor presión sobre los sistemas de salud. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se desarrollarán nuevas formas de energías alternativas. -Las guerras del futuro serán hechas con robots y vehículos teledirigidos. -Las personas podrán conectar su cerebro directamente con Internet. -Mediante modificación genética, se crearán plantas resistentes al cambio climático.
ECONOMÍA	AMBIENTE
<ul style="list-style-type: none"> -Muchos trabajos u ocupaciones actuales desaparecerán, pero aparecerán otros nuevos. -La próxima carrera espacial será iniciada por compañías privadas antes de 2020. -El crecimiento económico de China se detendrá y más bien decrecerá. -Las empresas tendrán que fabricar productos ambientalmente amigables para ser aceptados por los consumidores. 	<ul style="list-style-type: none"> -La próxima extinción masiva se produciría en los océanos. -Habrá escasez de agua potable, por sobreexplotación y contaminación. Esto provocará crisis alimentarias. -El calentamiento global aumentará. Entre sus efectos: inviernos más fríos en el Hemisferio Norte, desertificación en zonas de África y Asia. -Entre 2020 y 2040 se alcanzará el “pico” en las reservas de metales esenciales para las altas tecnologías (antimonio, tantalio, zinc).
SOCIEDAD	
<ul style="list-style-type: none"> -En 2100, el 70% de la población mundial vivirá en las ciudades. -El libro y el periódico impresos podrían desaparecer en 2020. La comunicación será cada vez más visual. La escritura podría ser obsoleta en 2050. -Las relaciones humanas cambiarán, p. ej. matrimonios virtuales. -Aparecerán nuevos tipos de crímenes. 	

La innovación en ciencia y la tecnología han cobrado relevancia en los últimos años, al igual que en el resto de la región latinoamericana. Un ejemplo es la existencia en el país de un Ministerio

de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICIT), creado en 1990 (Ley #7169, Ley de promoción del desarrollo científico y tecnológico), el cual se encarga de dictar las políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología en el país y de promover el desarrollo en estas áreas. El MICIT elaboró un Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación para el periodo 2011-2014, en el que se identificaron siete áreas prioritarias en las que el país debe invertir en los próximos años: ciencias de la tierra y del espacio, nanotecnología y nuevos materiales, biotecnología, capital natural, enfermedades emergentes (salud), energías alternativas y tecnologías digitales [15]. El MICIT ha apoyado el desarrollo de instituciones como el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), el Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot), el Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT) y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), entre otras.

Otra organización que se ha planteado la elaboración de una visión del desarrollo tecnológico de Costa Rica a un largo plazo es Estrategia Siglo XXI, fundada en 2004 por un grupo de profesionales y académicos, y cuya misión es “monitorear y propiciar a través del pensamiento, análisis, discusión y divulgación de información clave, la transformación de Costa Rica en un país desarrollado para el año 2050”. Asimismo, universidades como el Instituto Tecnológico de Costa Rica han incursionado en el campo de la nanotecnología y la biotecnología, y ya existen carreras de estas disciplinas en dicha institución.

A pesar de lo señalado anteriormente, se observa lentitud e ineficiencia por parte del gobierno a la hora de desarrollar grandes proyectos de infraestructura o de proponer grandes cambios necesarios para el país, en parte debido a la burocracia y a la posibilidad de frenar un proyecto de ley o una concesión por vía de recurso o demanda. La industria local tiene poco apoyo gubernamental y tiende a ser tradicional y poco innovadora. Algunas empresas son la excepción, como Ad Astra Rocket que fabrica un motor de plasma para el espacio y destaca por su grado de innovación. Existe poca relación entre las universidades y la empresa privada, de manera que se generen investigaciones y proyectos conjuntos. El apoyo financiero a la pequeña empresa y al emprendedor con ideas innovadoras apenas está empezando, y no ha despegado por una Banca de Desarrollo que solo existe en el papel [16, 17]. La explicación y justificación de los problemas planteados aquí requeriría de otro artículo, por el momento basta indicar que problemas similares se han detectado a nivel latinoamericano [18].

A continuación se presentan una serie de recomendaciones para Costa Rica en el campo de la prospectiva y el desarrollo tecnológico, basadas en las teorías planteadas por Barker y Ericsson así como los otros autores analizados en este documento:

- a) Crear un Ministerio de Prospectiva a nivel de gobierno, tal como se ha hecho en los países europeos. Este Ministerio sustituiría al actual Ministerio de Planificación y Política Económica, y tendría no solo el objetivo de prever tendencias y necesidades y de proponer las acciones pertinentes, sino que debería contar con el poder para implementar sus propuestas.
- b) Crear la carrera de prospectiva en las universidades, la misma puede impartirse como un posgrado o una especialidad, dado el carácter interdisciplinario de este campo.
- c) Crear un centro de investigación nacional en el campo de la prospectiva, como existe en otros países.
- d) Elaborar una propuesta nacional de desarrollo tecnológico con una base prospectiva, se puede tomar como base la propuesta realizada por Estrategia Siglo XXI y ampliarla. Esta propuesta tendría que ser apolítica, de manera que sea apoyada e implementada independientemente del partido político que esté en el gobierno, de manera semejante a como se hace en Israel.

- e) Cambiar el modelo educativo con un enfoque hacia el futuro y la sociedad del conocimiento, como lo recomienda Alvin Toffler.
- f) Decidir qué tipos de tecnologías queremos desarrollar, con un enfoque en altas tecnologías basadas en recursos existentes en el país, y que sean ambientalmente sostenibles. Entre muchas posibles, se proponen las siguientes: tecnologías limpias, biotecnología, genética, células madres, agroindustria, nanotecnología, microfluídica, líquidos iónicos, aerogeles, cristales líquidos, extracción con fluidos supercríticos, biocombustibles, péptidos antimicrobianos, celdas de combustible, materiales biomiméticos, impresión 3D, tecnología de plasma, entre otros. Se debe hacer énfasis en las tecnologías de muy alto valor agregado para asegurar el desarrollo económico, así como en reducir las importaciones de materias primas y productos terminados que genera una balanza comercial negativa, mediante la sustitución de materiales y productos, y el desarrollo de las capacidades locales.
- g) A nivel de la agricultura, fomentar las granjas verticales y los invernaderos, como alternativas ante el cambio climático y para evitar la actual pérdida de cosechas por las inundaciones y las sequías.
- h) Considerar el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles al introducir o implementar nuevas tecnologías en el país (enfoque *Limits Tech*).
- i) Promover la sustitución de los combustibles fósiles por otras alternativas, por ejemplo vehículos híbridos o eléctricos para el transporte público, combustibles a partir de la basura mediante tecnología de plasma, biogás, biocombustibles a partir de biomasa, geotermia, entre otros.
- j) Fomentar las industrias de servicios y virtuales, con alto valor agregado y que no representen una carga a nivel de balanza comercial por importación de materias primas. Por ejemplo, las de desarrollo de software, animación digital, turismo médico, ecoturismo, servicios de ingeniería, servicios de consultoría técnica o financiera, entre otras.
- k) Educar a la población costarricense en temas de liderazgo, motivación, autocontrol, inteligencia emocional, trabajo en equipo y conocimiento de uno mismo, entre otras. Estas habilidades se deben desarrollar dentro del currículum educativo desde una edad temprana.
- l) Costa Rica debe proteger sus fuentes de agua potable, evitando la contaminación y la sobreexplotación, pues este recurso será cada vez más escaso.
- m) Todas las acciones anteriores deben realizarse con una visión de inclusión social, que permita un desarrollo que evite o reduzca la pobreza y la desigualdad.

IV. CONCLUSIONES

Los estudios del futuro constituyen un tema muy amplio y complejo, pero con una importancia trascendental para las organizaciones y los países para su desarrollo y su supervivencia a largo plazo. El aporte del libro *The Five Regions of the Future* es proponer un modelo de análisis del desarrollo tecnológico, que puede considerarse similar a la técnica de *Seis sombreros para pensar* de Edward de Bono, es decir permite ver diferentes opciones o “paradigmas” para seleccionar las tecnologías más favorables para una organización. Dentro del libro, se nota un paralelismo entre la prospectiva y los procesos de planeamiento estratégico, en particular entre el concepto de visión de una organización y el concepto de “futuro posible”. Se pueden combinar por tanto ambos procesos para generar sinergias que favorezcan a la organización. Sin embargo, la mayoría de los autores y las organizaciones siguen un enfoque híbrido o ecléctico en cuanto al desarrollo tecnológico.

Una de las ideas centrales del libro es que actualmente existen más soluciones que problemas a nivel tecnológico, pero además plantea por ejemplo: a) que actualmente se cuenta con las tecnologías para resolver todos los problemas de la Humanidad, b) que hay recursos suficientes para satisfacer las necesidades de todo el mundo, pero que si no se administran bien se producirá una crisis futura, c) que se debe considerar la eficiencia y la sostenibilidad en el desarrollo e implementación de tecnologías futuras, d) que es importante el desarrollo interior y el mejoramiento del ser humano.

Lo anterior representa una gran cantidad de opciones para Costa Rica en cuanto a la solución de los problemas que tiene el país, a la generación de empleos y riqueza, y al tipo de desarrollo tecnológico que los costarricenses queremos: un desarrollo que no sea contaminante y que sea sostenible.

Las recomendaciones que se han hecho para Costa Rica en este artículo son importantes para alcanzar metas de desarrollo sostenible con inclusión social.

Lecturas recomendadas

Como se ha podido observar, no todos los autores son tan optimistas como *The Five Regions of the Future* en cuanto a los cambios sociales y culturales que traerá el futuro. Existe una abundante literatura sobre estos temas y los siguientes libros son de interés:

- *Los Límites del crecimiento* de Donella Meadows, que ya se mencionó como ejemplo de proyección realista o catastrófica –según como se quiera ver– del futuro.
- *La Tercera Ola* de Alvin Toffler, libro que complementa a *El shock del futuro* para entender la sociedad actual de la información.
- *El Cisne Negro: el impacto de lo altamente improbable*, de Nassim Nicholas Taleb, libro que trata del peligro de ignorar aquellos eventos que tienen una probabilidad muy baja de ocurrir pero consecuencias catastróficas si ocurren.
- *La Quinta Disciplina* de Peter Senge, profesor del MIT quien aplica la Teoría de Sistemas al fenómeno de la complejidad, siendo esta teoría la quinta disciplina que necesita la “organización que aprende” para enfrentar los problemas del presente y del futuro.
- *Colapso: cómo las sociedades escogen caer o tener éxito* de Jared M. Diamond, libro que trata del posible fin de nuestra civilización por el agotamiento de los recursos y el deterioro ambiental, y lo ilustra con varios casos históricos de pueblos que han perecido por estas causas.
- *La Era de las Máquinas Espirituales* y *La Singularidad está cerca*, libros de Ray Kurzweil quien es futurista, inventor, actual Director de Ingeniería de Google y el fundador del Movimiento Transhumanista, que sostiene que el hombre debe utilizar la tecnología para mejorar en todos los sentidos, superando a la naturaleza.
- *Solo los paranoicos sobreviven*, de Andrew S. Grove, quien fue CEO de la empresa Intel. Este autor introduce el concepto de “punto de inflexión estratégico”, que es lo que ocurre en una empresa cuando las condiciones del negocio cambian radicalmente y lo que funcionaba hasta ese momento ya no es de utilidad. Son pocas las empresas que sobreviven a un punto de inflexión estratégico, Intel ha sido una de ellas. Al final del libro, el autor aplica este concepto no solo a las empresas sino también a las personas, lo cual es un valioso aporte.

V. REFERENCIAS

- [1] Rodríguez Cortezo, J. Introducción a la Prospectiva: Metodologías, fases y explotación de los resultados. *Economía Industrial*, 2001, 342, 13-20. Descargada: el 25 de mayo, 2013, <http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/342/1JesusRodríguez.pdf>
- [2] Wagar, W. W. H. G. Wells and the Genesis of Future Studies. 1983. Descargada: 25 de mayo, 2013, <http://www.wnrf.org/cms/hgwells.shtml>
- [3] De Wilde, S. Visionaries of the Future: Jules Verne. 2012, Descargada: 25 de mayo, 2013, <http://futurista.eu/visionaries-of-the-future-jules-verne/>
- [4] Soler, Y. Visión y construcción de futuro, 2004. Descargada: 9 de mayo, 2013, <http://prospectiva.blogspot.com.br/>
- [5] Barker, J. A.; Erickson, S. W. The Five Regions of the Future. New York: Portfolio, 2005.
- [6] Berger, G. Phénoménologie du temps et prospective. Vendôme: Presses Universitaires de France, 1964.
- [7] Drucker, P. Innovation and Entrepreneurship. New York: Harper, 1985.
- [8] Israel, S. Future Shock: Why Alvin Toffler Was Wrong. 2012. Descargada: 25 de mayo, 2013 <http://www.forbes.com/sites/shelisrael/2012/06/21/future-shock-why-alvin-toffler-was-wrong/>
- [9] Toffler, A. Future Shock. New York: Bantam, 1970.
- [10] Lynch, G. C. (2010). *Revista Eñe, diario El Clarín*. 2010, 27/10. Descargada: 6 de junio, 2013 http://www.revistaenie.clarin.com/ideas/Bauman-Facebook-internet_0_361164105.html
- [11] Rushkoff, D. Present Shock: When Everything Happens Now. New York: Current, 2013
- [12] CPCI Consejo Presidencial para la Competitividad y la Innovación: <http://www.competitividad.go.cr>
- [13] Arce, S. A. Costa Rica tiene potencial para formar 'cluster' aeroespacial. *Diario La Nación (Costa Rica)*, sección Tecnología, 15/04/2011. Descargada: 11 de junio, 2013, <http://www.nacion.com/2011-04-15/Tecnologia/NotasSecundarias/Tecnologia2750358.aspx>
- [14] ProChile, Oficina Comercial de Chile en Costa Rica. Estudio de Mercado Servicios de Animación Digital en Costa Rica. San José de Costa Rica: ProChile, 2013.
- [15] MICIT Ministerio de Ciencia y Tecnología (sitio web): <http://www.micit.go.cr/>
- [16] Vindas, L. Competitividad de Costa Rica se estanca por tercer año consecutivo. *Semanario El Financiero*, 2012. Descargada: 11 de junio, 2013, http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/Competitividad-Costa-Rica-estanca_0_148785121.html
- [17] Gómez, M. Los problemas del Sistema de Banca para el Desarrollo. Asociación Bancaria Costarricense, 2013. Descargada: 11 de junio, 2013, <http://www.asobanca.fi.cr/los-problemas-del-sistema-de-banca-para-el-desarrollo/>
- [18] Fernández Font, M. Innovación tecnológica y competitividad: un intento de divulgación de conceptos, enfoques y métodos. México D.F.: Fundación Friedrich Ebert, 1997.
- [19] Flechtheim, O. (1945). Futurology- the New Science of Probability?, 1945. Descargada: 25 de mayo, 2013, <http://iranscope.gchandchi.com/Anthology/Flechtheim.htm>