

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre Innovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

Prospectiva en el marco de la Industria 4.0

Caso: Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria – ASTIN - SENA

Miguel Ángel Solís Molina
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia
E-mail: masolis@sena.edu.co

Johanna Andrea Chamorro
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia
E-mail: jachamorro000@misena.edu.co

Nidia Karina Mora Londoño
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia
E-mail: nkmora@sena.edu.co

Resumen

La presente investigación plantea el uso del análisis morfológico para realizar la prospectiva estratégica del SENA Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN. Los resultados obtenidos sugieren una doble apuesta de dos escenarios. En primer lugar, los biopolímeros y en segundo lugar los materiales inteligentes. Esta doble apuesta refleja el comportamiento de ambidestreza organizacional que busca un desarrollo sostenido en el largo plazo y superior al promedio de la industria en el corto plazo, al incorporar conocimiento nuevo representado en los materiales inteligentes al conocimiento existente reflejado en los biopolímeros y polímeros de origen fósil. La importancia de la utilización de herramientas de planeación estratégica radica en el impacto que tienen los Centros de Formación del SENA en la innovación de las empresas manufactureras del sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos en Colombia.

Palabras clave

Prospectiva estratégica; prospectiva tecnológica; análisis morfológico; ambidestreza organizacional; sector de polímeros; Industria 4.0.

1 Introducción

SENA para desarrollar ventajas competitivas ha implementado el Sistema de Prospectiva, Vigilancia e Inteligencia Organizacional – PREVIOS, con la asesoría del Instituto de Prospectiva, Innovación y Gestión del conocimiento de la Universidad del Valle. El grupo PREVIOS fue creado para anticipar la toma de decisiones que tienen altos costos e impactos y efectos irreversibles. En Colombia, el Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN es uno de los 117 Centros de Formación del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. El Centro ASTIN forma a los futuros tecnólogos en fabricación de productos plásticos, materiales para la industria, diseño de productos y fabricación de moldes y troqueles. A su interior el grupo PREVIOS busca generar un trabajo participativo y colaborativo para visionar el Centro ASTIN al año 2030 como un Centro líder en innovación, que proporcionará una formación acorde con las necesidades y retos tecnológicos del país. Para cumplir con este objetivo, el grupo PREVIOS del Centro ASTIN realizó

el presente estudio utilizando como eje central la variable tecnología mediante la aplicación del análisis morfológico. A continuación, se presenta el fundamento teórico, la metodología, los resultados, y las conclusiones y discusión.

2 Fundamento Teórico

La previsión de los posibles acontecimientos futuros puede ser usada para formular las acciones a llevar a cabo en una organización con el fin de hacer una realidad posible (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000). A los futuros posibles, Bertrand de Jouvenel en “El Arte de la Conjetura” los denomina “futuribles” (Mojica, 2006). A esta previsión de futuribles se le denomina prospectiva estratégica. En prospectiva no se pretende solamente predecir el futuro sino construirlo (Mojica, 2006). Sin embargo, para actuar con efectividad sobre el entorno, se debe reconocer que los fenómenos interactúan entre sí y que la realidad debe concebirse como un conjunto complejo de interrelaciones (Mojica, 2006). Por ello, se plantea que no es posible conocer la realidad con certeza, lo que genera incertidumbre (Mojica, 2006). En este sentido, la prospectiva busca reducir la incertidumbre (Mojica, 2006). De esta manera, la prospectiva es un ejercicio colectivo en el que se debe ser capaz de imaginar los futuros posibles, involucrando a las personas que tienen mayor influencia sobre la realidad que se pretende intervenir, dado que estos actores tienen los medios para hacer que uno de los futuros posibles se convierta en realidad (Mojica, 2006). Adicionalmente, para que las soluciones a los problemas planteados sean reconocidas y aceptadas por la mayoría, se debe propiciar la participación tantas personas internas como externas de la organización sea posible (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000).

Por su parte, Mojica (2006) identifica cuatro etapas para el análisis prospectivo: 1) la identificación de variables, 2) la identificación de los actores sociales, 3) la generación de escenarios y 4) la planeación de las estrategias. En la etapa de identificación de las variables se seleccionan aquellos elementos del sistema objeto de estudio que son más relevantes (i.e., mayor efecto o interés). En la etapa de identificación de los actores sociales, se establecen los objetivos de la prospectiva y se explora el poder que cada actor social sería capaz de ejercer. En la etapa de generación de los escenarios, se consulta a los expertos y a otros implicados para detectar las tendencias a las que el sistema se dirige y para concebir nuevas realidades a las cuales es deseable que el sistema se dirija. Finalmente, en la etapa de planeación de estrategias, se establecen las metas a las que el sistema le conviene encaminarse, y se definen las acciones que los implicados deben ejercer para conseguir dichos fines (Mojica, 2006). Las fases planteadas por Godet et al. (2000) y Mojica (2006) pueden articularse de modo que la identificación de variables corresponde a la fase de exploración, mientras que el papel de los actores sociales, la generación de los escenarios y la planeación de estrategias corresponden a la fase de preparación para acción de la prospectiva estratégica.

En la fase de preparación para la acción, la generación de escenarios es un proceso fundamental en la prospectiva porque permite la toma de decisiones a partir de posibles alternativas denominadas escenarios (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000). Un escenario es un “conjunto formado por la descripción de una situación futura y un camino de acontecimientos que permiten pasar de una situación original a otra futura” (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000, pág. 17). En el conjunto de los escenarios se encuentran las siguientes categorías: 1) el escenario probable, tendencial o referencial, 2) el escenario alternativo, 3) los escenarios deseables o preferidos y 4) los escenarios de ruptura. En cuanto al escenario tendencial o referencial es aquél que “muestra el camino por donde estaremos transitando si las cosas no cambian (...), sirve como punto de

referencia para hallar otras alternativas de futuro” (Rodríguez Figueroa, 2013, pág. 94). Por su parte, el escenario alternativo corresponde a “otras alternativas posibles de situaciones futuras entre las cuales puede encontrarse el escenario deseable” (Rodríguez Figueroa, 2013, pág. 94). Los escenarios deseables o preferidos “reflejan la expectativa de atención de las demandas actuales de la sociedad, de políticas de gobierno, de estrategias empresariales, entre otras, que son expresadas a través de metas y/o valores de los actores sociales” (SENA, 2017, pág. 6). Los escenarios de ruptura representan un cambio con respecto a la realidad actual, pueden ser deseables o no, y “se caracterizan por una alta incertidumbre y escasa posibilidad de predicción” (CEPAL, 2013, pág. 41).

De acuerdo a Godet et al. (2000), la prospectiva estratégica comprende un conjunto de herramientas cuyo propósito es estimular la imaginación, reducir las incoherencias, crear un lenguaje común, estructurar la reflexión colectiva y permitir la apropiación. Uno de estos propósitos es explorar el campo de los posibles y reducir la incertidumbre. Una de las herramientas utilizadas para alcanzar este objetivo es el llamado análisis morfológico (Godet, Monti, Meunier, & Roubelat, 2000). El análisis morfológico fue desarrollado en los años 60 por el físico suizo Fritz Zwicky (1969). En general, el análisis morfológico se puede aplicar para explorar posibles soluciones a un problema o para explorar nuevas y diferentes ideas. En el contexto de la prospectiva estratégica, Godet et al. (2000) señala que “el análisis morfológico sirve para explorar de manera sistemática los futuros posibles a partir del estudio de todas las combinaciones resultantes de la descomposición de un sistema” (pág. 82).

En la literatura, se pueden encontrar estudios empíricos de la aplicación del análisis morfológico en los ámbitos científico y tecnológico. La caja morfológica ha sido utilizada con el propósito de evaluar el proceso de generación de nuevas métricas de evaluación de los resultados de investigación y su impacto en las políticas gubernamentales que afectan a la ciencia en Alemania, como, por ejemplo, las decisiones de financiamiento (Markscheffel, 2013). En Chile, en la industria de ingeniería de la construcción, se utilizó el análisis morfológico para integrar el concepto de sustentabilidad en la planeación y construcción de proyectos, debido a la tendencia mundial a desarrollar nuevos enfoques de producción donde se consideran las variables medioambientales (Martínez, González, & Da Fonseca, 2009). En el caso de la industria textil en Perú, se utilizó la caja morfológica para explorar escenarios futuros, visualizando estrategias al 2021 con el fin de aumentar el crecimiento y el desarrollo empresarial sostenible, teniendo en cuenta criterios como la probabilidad, la deseabilidad y la gobernabilidad (Gallo, 2014).

En Colombia, en el sector de servicios, específicamente de desarrollo de software, se han realizado estudios prospectivos (Díaz Vega & Ospina Ospina, 2014) con el propósito de tener mayor claridad en cuanto a los posibles caminos y escenarios que se podrían adoptar utilizando el análisis morfológico para identificar variables y dimensiones (i.e., negativa, tendencial y positiva) para cada variable (Díaz Vega & Ospina Ospina, 2013). Específicamente, en el sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos, se cuenta con el estudio prospectivo del sector, donde se han realizado estados del arte, construcción de escenarios y se han elaborado estrategias para el sector (ICIPC; CIPP; ACOPLÁSTICOS; Universidad Externado de Colombia, 2011). En los estudios mencionados, la caja morfológica se implementó con la ayuda de un grupo de expertos, para dar solución al problema de la visualización de escenarios. Los criterios de deseabilidad, probabilidad y gobernabilidad fueron aplicados para facilitar la toma de decisiones y elegir los escenarios apuesta para la generación de estrategias.

Adicionalmente, cabe destacar que uno de los recursos más importantes a tener en cuenta para la generación de estrategias de una organización es su conocimiento (Grant, 1996). Para Zack (1999) las organizaciones deben establecer un vínculo entre su estrategia y su conocimiento. Establecer las brechas entre lo que se hace y debe hacer (i.e., misión y visión), y lo que se sabe y debe saber (i.e., conocimiento actual y necesidades de conocimiento futuro), permite desarrollar estrategias con el fin de obtener ventajas competitivas que les faciliten a las organizaciones aprovechar las oportunidades antes que sus competidores (Solís-Molina & Pérez Castaño, 2009). En este sentido, en las organizaciones se pueden establecer dos tipos de brechas, la brecha de la estrategia y la brecha del conocimiento (Zack, 1999). De este modo, las organizaciones plantean estrategias y gestionan el conocimiento requerido para llevarlas a cabo, buscando ampliar lo que hacen y reducir lo que no hacen, al ampliar lo que conocen y reducir lo que desconocen obteniendo beneficios (Solís-Molina M. A., 2009). Por otro lado, las organizaciones pueden explorar campos desconocidos en conocimiento y en gestión con el fin de reducir la brecha entre lo que no saben y lo que no hacen, y lo que deberían saber y hacer (Solís-Molina M. A., 2009). En la literatura se ha identificado que este comportamiento denominado ambidestreza organizacional obedece a desarrollar actividades para ampliar la base del conocimiento existente (i.e., explotación) e incorporar conocimiento nuevo (i.e., exploración) de manera simultánea, con el fin de obtener un desempeño sostenido en el largo plazo y superior al promedio de la industria en el corto plazo (O'Reilly III & Tushman, 2013).

Asimismo, con este comportamiento las organizaciones buscan evitar las trampas del aprendizaje que Levinthal y March (1993) han denominado la trampa del éxito y la trampa del fracaso. La trampa del éxito por desarrollar actividades de explotación de su conocimiento existente dejando de lado la exploración del conocimiento, lo que puede llevar a las organizaciones a la obsolescencia de sus activos en el largo plazo y dejarlas fuera del mercado (Levinthal & March, 1993). Por otro lado, la trampa del fracaso hace alusión a desarrollar múltiples iniciativas que no logran traducirse en desempeño y que pueden llevar a las organizaciones a la banca rota en el corto plazo por una falta de recursos para su funcionamiento (Levinthal & March, 1993). Por ello, se plantean los beneficios de las sinergias entre la explotación y la exploración, dado que la explotación suministra los recursos requeridos para la exploración, y a su vez la exploración aporta las oportunidades para invertir los recursos derivados de la explotación (Lavie, Stettner, & Tushman, 2010).

Estudios previos sobre el comportamiento de las empresas manufactureras en Colombia, han encontrado diferencias significativas en el desempeño de las organizaciones que desarrollan un comportamiento de ambidestreza organizacional y uno de especialización en explotación o en exploración, reconociendo el valor de la capacidad de absorción como variable moderadora de la relación entre la ambidestreza o especialización y el desempeño de las organizaciones (Solís-Molina, Hernández-Espallardo, & Rodríguez-Orejuela, 2018). A este respecto, la capacidad de absorción se entiende como la habilidad que tienen las organizaciones de adquirir, asimilar y explotar comercialmente los conocimientos que obtienen de fuentes externas o por medio de iniciativas de internas de investigación y desarrollo (Cohen & Levinthal, 1990). Por lo tanto, dado que el SENA es una entidad que contribuye con la incorporación de conocimiento nuevo en las empresas favoreciendo sus procesos de innovación (Solís-Molina, Hernández-Espallardo, & Rodríguez-Orejuela, 2017), es relevante proyectar los Centros de Formación del SENA utilizando herramientas de planeación como la prospectiva estratégica, que permitan reducir las brechas de conocimiento, de modo que, a la vez que fortalecen su conocimiento existente incorporan

conocimiento nuevo.

De esta manera, los Centros de Formación del SENA pueden contribuir con reducir las brechas de estrategia y conocimiento del sector manufacturero en Colombia. En el caso del sector plástico de empaques flexibles y semirrígidos en Colombia (ICIPC; CIPP; ACOPLÁSTICOS; Universidad Externado de Colombia, 2011), corresponde al Centro Nacional ASTIN del SENA apropiar tecnologías asociadas con la fabricación y transformación de productos plásticos que corresponden a su tecnología medular, y las tecnologías complementarias relacionadas con el diseño de productos industriales y la fabricación de moldes y troqueles. El Centro ASTIN ha venido desarrollando actividades de asistencia técnica en el sector productivo (Solís-Molina, Martínez, De Mendoza, & Cabal Hicapie, 2001), transferencia a la formación profesional (Quiñonez & Vera Mondragón, 2005) y estudios sectoriales para identificar necesidades de formación y servicios tecnológicos (Solís-Molina & Coy, 2007). En estas actividades se han utilizado herramientas como la vigilancia tecnológica en la que se ha identificado el campo de conocimiento de los biopolímeros y los plásticos biodegradables como una posible apuesta del sector para la reducción de las brechas de conocimiento (Quiñonez, 2009). Asimismo, desde la brecha de la estrategia se ha propiciado la adopción de modelos de gestión para la dirección de proyectos con el fin de dinamizar los procesos de investigación y desarrollo al interior de la organización (Narváz Agudelo, Mora Londoño, Suárez Ramírez, Gómez Molina, & Ramos Rodríguez, 2008). De este modo, el presente estudio busca contribuir con el desarrollo de estrategias que permitan reducir las brechas de conocimiento y estrategia en el sector de empaques.

3. Metodología

En la primera etapa de identificación de variables a partir de la matriz de importancia y gobernabilidad - IGO se evidenciaron cuatro variables críticas en la prospectiva del Centro ASTIN: tecnología, investigación, pedagogía y didáctica, y clima organizacional (ver Figura 1).

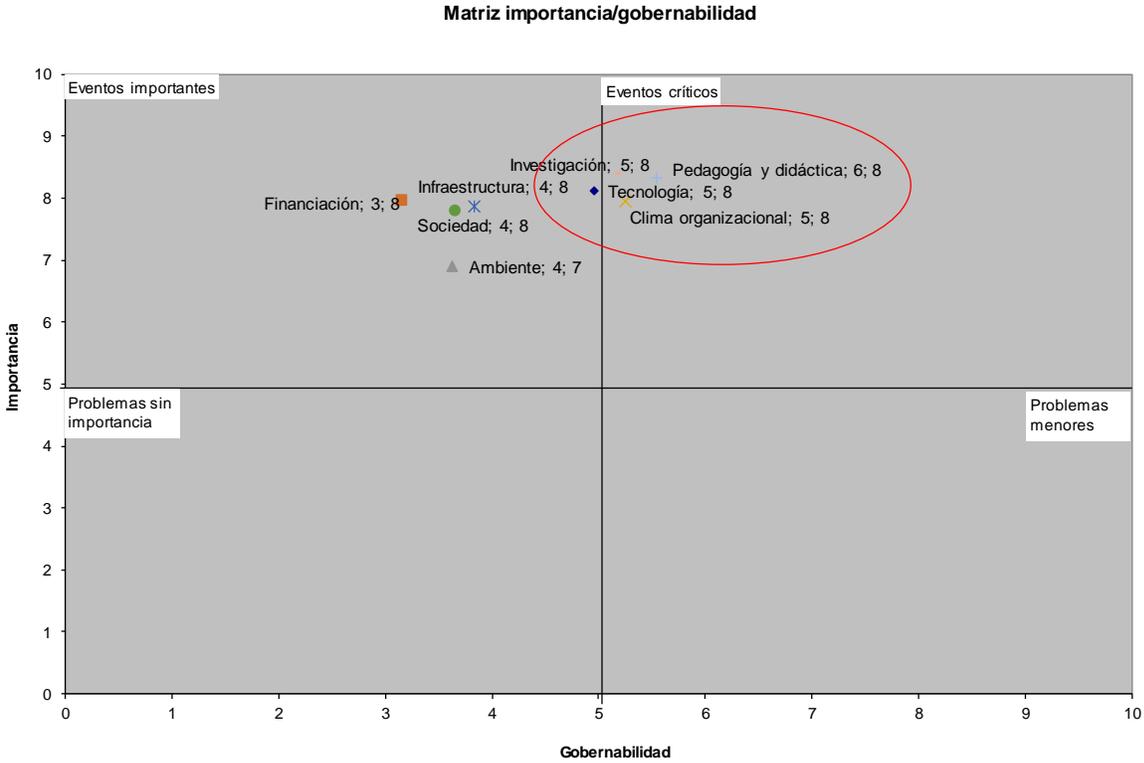


Figura 1. Matriz IGO Centro ASTIN 2030.

Fuente: elaboración propia.

Para el Centro ASTIN la variable tecnología juega un rol fundamental debido a la alta inversión de recursos económicos y capital humano que deben ser destinados para la consecución de proyectos innovadores que generen alto impacto en la industria del empaque a mediano y largo plazo. Por esta razón, el estudio se centró en estudiar los escenarios posibles para esta variable. Para el ejercicio prospectivo desarrollado se utilizó el instructivo metodológico del Sistema de Prospectiva, Vigilancia e Inteligencia Organizacional del SENA PREVIOS, que para la prospectiva tecnológica sugiere el siguiente modelo (ver Figura 2):



Figura 2. Modelo PREVIOS.
Fuente: SENA (2017).

En la fase de pre-prospectiva que corresponde a la fase exploratoria, se llevó a cabo una revisión de literatura y vigilancia tecnológica consultando bases de datos especializadas como Science Direct, la revista Tecnología del Plástico, y grupos focales como directivos, funcionarios, instructores y aprendices del Centro ASTIN, para identificar los futuros posibles o futuribles. Basados en esta revisión se elaboró un mapa de trayectoria tecnológica (ver Figura 3), el cual sintetiza de forma gráfica aquellas tecnologías que se encuentran en el radar de la industria y del mercado que pueden afectar directa e indirectamente los proyectos del Centro ASTIN, a mediano y largo plazo. Este mapa permitió identificar tecnologías potenciales y emergentes tales como: empaques inteligentes, pruebas y ensayos para biomateriales, fabricación de envases activos y desarrollo de materiales compuestos cerámicos. El mapa incluye tres elementos: direccionadores de desarrollo, áreas tecnológicas y tres tipos de líneas tecnológicas (i.e., actuales, emergentes y potenciales) (Centro ASTIN, 2017). La validación del mapa se realizó con los líderes de proceso del Centro ASTIN.

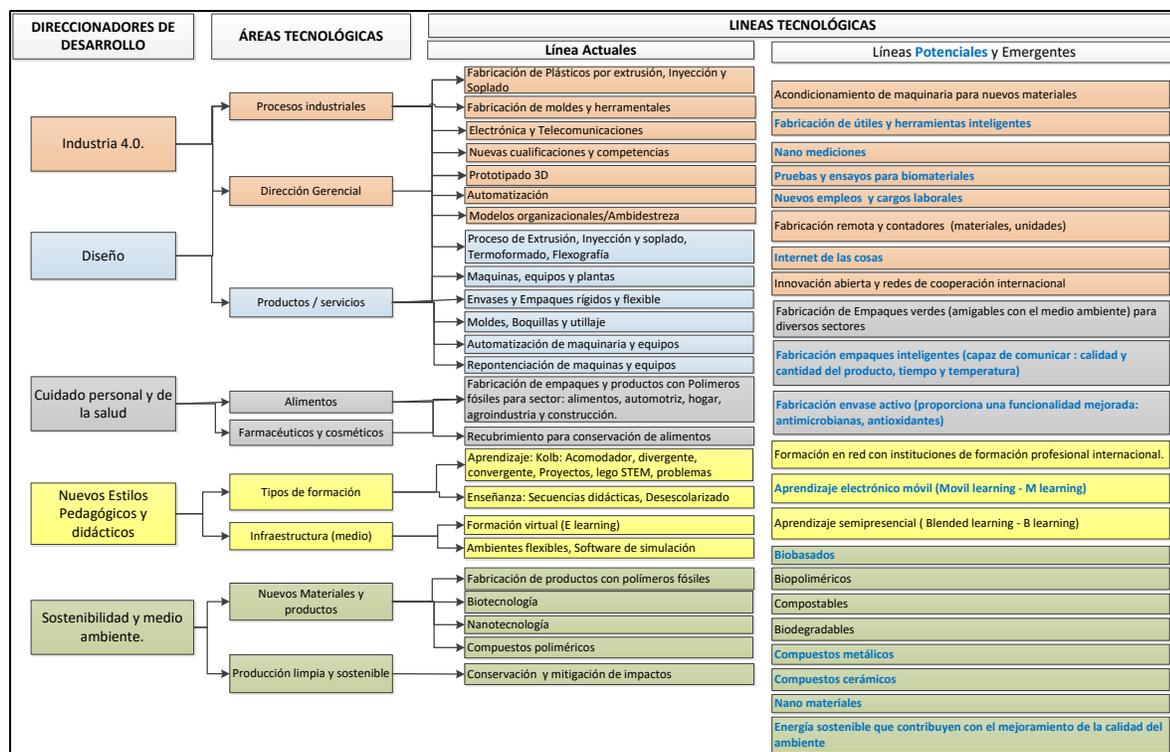


Figura 3. Mapa de Trayectoria Tecnológica

Fuente: Centro ASTIN (2017).

Adicionalmente, se realizaron búsquedas utilizando como palabras claves “materials” y “polymers”, conceptos asociados con la tecnología medular del Centro ASTIN. De este modo, se identificaron artículos de la World Future Society - WFS que permitieron plantear las diferentes alternativas de escenarios para la variable tecnología.

Para la realización de la prospectiva del Centro ASTIN se definió la variable tecnología entendida como el conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Esta variable fue analizada bajo cuatro escenarios llamados A1, A2, A3 y A4, siendo A1 el escenario tendencial y A4 el escenario de mayor ruptura. Los escenarios utilizados, redactados en tiempo presente del año 2030, se describen a continuación. A1: El Centro ASTIN presta servicios de formación profesional integral, pruebas de laboratorio y servicios de asistencia técnica basados en las tecnologías relacionadas con la fabricación de productos plásticos de origen fósil. A2: El Centro ASTIN presta servicios relacionados con tecnologías basadas en nuevos materiales como los biopolímeros (caña, maíz, algas, soya), los cuáles se han convertido en una opción rentable, confiable y amigable con el ambiente. Los empaques, además de fabricarse, se cultivan (Docksai, 2012). A3: El Centro ASTIN presta servicios relacionados con tecnologías basadas en la utilización de polímeros orgánicos orientados al desarrollo de productos con propiedades magnéticas y conductoras, flexibles y de bajo costo para aplicaciones de computación cuántica y electrónica (Wagner, 2002). A4: El Centro ASTIN presta servicios relacionados con tecnologías basadas en materiales inteligentes, los cuales tienen propiedades que pueden cambiar dependiendo de un estímulo termoeléctrico, piezoeléctrico, cambio de forma o auto-reparación. Se utilizan para alternativas de generación de energía (Bisk, 2012).

En la fase de ejecución, se llevó a cabo un taller con el Comité Primario ampliado del Centro ASTIN conformado por los líderes de las áreas y el personal invitado (20 personas). En promedio el personal cuenta con 14 años de experiencia en el sector y 10 años de experiencia en el Centro ASTIN. El 75% de las personas tiene posgrado. En esta actividad, cada escenario se evaluó utilizando dos dimensiones principales. La primera dimensión corresponde al producto de la probabilidad (0 a 1) y la deseabilidad (0 a 100) que hace alusión a la brecha de la estrategia, es decir, lo que se puede hacer frente a lo que se debería y quiere hacer. La segunda dimensión hace referencia a la brecha del conocimiento (0 a 10), es decir, lo que sabe frente a lo que se debería saber. Cada dimensión de cada escenario se mide frente al escenario tendencial. Asimismo, se invitó al Comité Técnico del Centro ASTIN, conformado por tres empresas del sector plástico y una universidad, para validar las alternativas.

4. Resultados

En la variable tecnología se observa que el escenario a corto plazo es el A2 (Biopolímeros), ya que tiene alta probabilidad y deseabilidad, y la brecha de conocimiento es la menor frente a la situación actual (ver Figura 4). Los escenarios A3 y A4 se consideran de largo plazo (8-10 años), por el poco conocimiento que se tiene actualmente sobre estas tecnologías. Por parte del personal interno del Centro ASTIN la alternativa A2 fue la elegida. Sin embargo, el personal externo del Comité Técnico eligió el escenario A4 como aquel en el que el Centro ASTIN debería enfocarse en el futuro, ya que representa un mayor avance tecnológico que beneficiaría la apropiación de tecnología por parte de las empresas nacionales para contar con una mayor ventaja competitiva. De este modo, el escenario A4 fue el priorizado por los empresarios y la comunidad académica del Comité Técnico del Centro ASTIN.

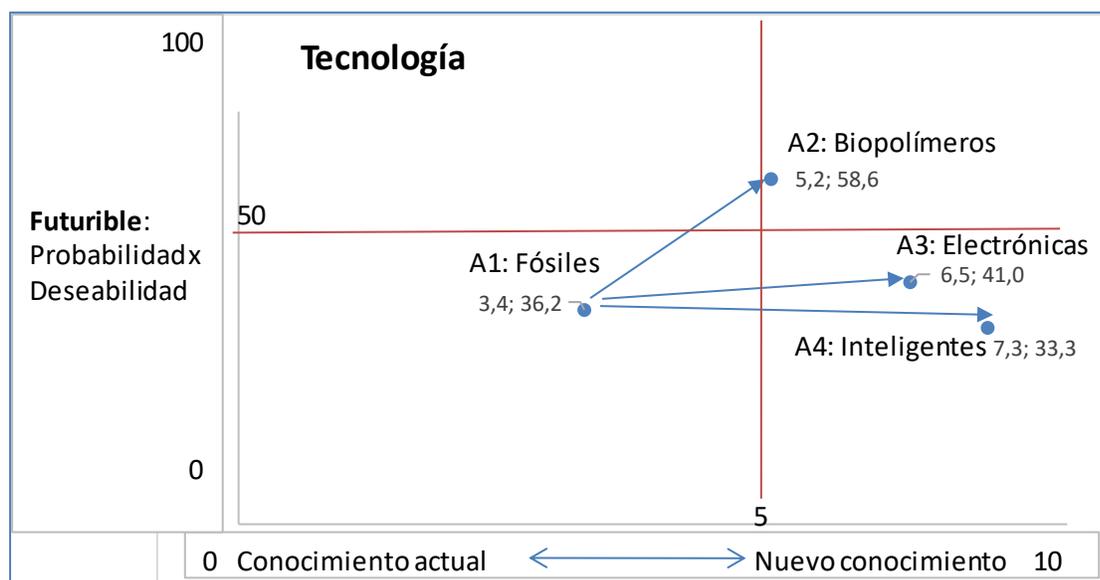


Figura 4. *Prospectiva Variable Tecnología.*

Fuente: elaboración propia.

5. Discusión y conclusiones

En el presente trabajo, se definió la variable tecnología para realizar el ejercicio de prospectiva. Se identificaron cuatro escenarios posibles y se midieron dos dimensiones (i.e., probabilidad-deseabilidad y brecha de conocimiento) para cada escenario de dicha variable. En cuanto al aporte metodológico el uso de herramientas como el análisis morfológico aunado con el uso de mediciones cuantitativas facilitó la discusión y la toma de decisiones sobre la elección de los escenarios apuesta. Los resultados del estudio morfológico señalan que el Centro ASTIN debe centrarse en dos escenarios: A2 (i.e., tecnologías basadas en biopolímeros) escogido por el cliente interno, aprovechando la experiencia y el conocimiento acumulados, y el escenario A4 (i.e., materiales inteligentes) escogido por el cliente externo, el cual, según los expertos, le reportará al Centro ASTIN una mayor ventaja competitiva en el futuro. En este caso, ambos resultados concuerdan con las necesidades de desarrollo de los campos tecnológicos señalados en el estudio prospectivo del sector de empaques plásticos flexibles y semirrígidos, que sugieren los campos de los biopolímeros y los materiales inteligentes como los que han tenido una mayor tasa de crecimiento a nivel mundial, pero que, en Colombia, su desarrollo aún es incipiente (ICIPC; CIPP; ACOPLÁSTICOS; Universidad Externado de Colombia, 2011). De este modo, los Centros de Formación Profesional del SENA como el Centro ASTIN son los llamados a apropiarse de estas tecnologías para el sector industrial.

Este resultado de una doble apuesta concuerda con el comportamiento de ambidestreza organizacional que se ha observado lleva a un desempeño sostenido en el largo plazo (O'Reilly III & Tushman, 2013) evitando las trampas del aprendizaje (Levinthal & March, 1993). Sin embargo, esta doble apuesta conlleva a un reto mayor que es desarrollar la capacidad de absorción suficiente de tal modo que el conocimiento nuevo logre aplicarse junto con el conocimiento existente en los programas de formación y en la prestación de servicios tecnológicos. De este modo, se espera contribuir con impactar la innovación de las empresas manufactureras reduciendo las brechas de conocimiento y estrategia en el sector plástico para mejorar su competitividad en el contexto internacional.

6. Referencias

- Bisk, T. (2012). Unlimiting Energy's Growth: As Costs Decline and Sophistication Increases, Smart Materials Could Help Unlock Limits to Growth. *The Futurist*, 46(3), 29-31.
- Centro ASTIN. (2017). *Plan Tecnológico 2018-2030 Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria ASTIN*. Cali: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
- CEPAL. (2013). *Prospectiva y desarrollo. El clima de la igualdad en América Latina y el Caribe a 2020*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. doi:10.2307/2393553
- Díaz Vega, M. I., & Ospina Ospina, M. J. (2013). Prospectiva 2014-2018 mipymes dedicadas al desarrollo de software por encargo en Colombia. *Informador Técnico*, 77(1), 69-83.
- Díaz Vega, M. I., & Ospina Ospina, M. J. (2014). Prospectiva 2019-2023 para Mipymes dedicadas al desarrollo de software por encargo. *El hombre y la máquina*(44), 75-91.

- Docksai, R. (2012). Market for Bioplastics: Businesses Are Developing Green Alternatives to Fossil-Fuel-Based Plastics. *The Futurist*, 46(6), 9-12.
- Gallo, E. C. (2014). Ensayo prospectivo: "Un insumo para superar brechas de Gamarra en el entorno Latino americano". *REVISTA CIENTÍFICA INGETECNO*, 3(1), 28-36.
- Godet, M., Monti, R., Meunier, F., & Roubelat, F. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica* (Cuarta ed.). Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique. Obtenido de ASAP Biblioteca Digital.
- Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(S2), 109-122. doi:10.1002/smj.4250171110
- ICIPC; CIPP; ACOPLÁSTICOS; Universidad Externado de Colombia. (2011). *Estudio Prospectivo de los Empaques Plásticos Flexibles y Semirrígidos en Colombia Escenarios y estrategias al horizonte 2020*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Lavie, D., Stettner, U., & Tushman, M. L. (2010). Exploration and Exploitation Within and Across Organizations. *The Academy of Management Annals*, 4(1), 109-155. doi:10.1080/19416521003691287
- Levinthal, D. A., & March, J. G. (1993). The myopia of learning. *Strategic Management Journal*, 14(S2), 95-112. doi:10.1002/smj.4250141009
- Markscheffel, B. (2013). New metrics, a chance for changing scientometrics a preliminary discussion of recent approaches. *Scientometrics-Status and Prospect for Development.*, 10-12.
- Martínez, P., González, V., & Da Fonseca, E. (2009). Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. *Ingeniería de construcción*, 24(1), 05-32.
- Mojica, F. J. (2006). Concepto y aplicación de la prospectiva estratégica. *Revista MED*, 14(1), 122-131.
- Narváez Agudelo, A., Mora Londoño, N., Suárez Ramírez, A., Gómez Molina, L., & Ramos Rodríguez, E. (2008). Modelo de dirección de proyectos de I+D en el Centro ASTIN del SENA. *Informador Técnico*, 72, 14-21. doi:10.23850/22565035.761
- O'Reilly III, C. A., & Tushman, M. L. (2013). Organizational Ambidexterity: Past, Present, and Future. *Academy of Management Perspectives*, 27(4), 324-338. doi:10.5465/amp.2013.0025
- Quiñonez, I. (2009). Vigilancia Tecnológica aplicada para identificar las tendencias tecnológicas en los biopolímeros y plásticos biodegradables. *Informador Técnico*, 73, 53-65. doi:10.23850/22565035.756
- Quiñonez, I., & Vera Mondragón, B. (2005). Plantas piloto: Una nueva opción en la formación técnica. *Informador Técnico*, 69(1), 10-15. doi:10.23850/22565035.795
- Rodríguez Figueroa, J. J. (2013). Diseño prospectivo de escenarios para la ciencia, tecnología e innovación al 2040. *revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 16(2), 92-105.
- SENA. (2017). *Métodos y herramientas de prospectiva, vigilancia e inteligencia organizacional*. Bogotá D.C.: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.
- Solís-Molina, M. A. (2009). *Modelo de gestión del conocimiento tecnológico en el subsector de plásticos para los laboratorios de polímeros del Centro Nacional ASTIN del SENA*. Cali: Universidad del Valle.

- Solís-Molina, M., & Coy, L. (2007). Caracterización Ocupacional del Sub-sector del plástico. *Informador Técnico*, 71, 36-41. doi:10.23850/22565035.779
- Solís-Molina, M., & Pérez Castaño, B. (2009). Modelos de Gestión del Conocimiento: El caso de los laboratorios del Centro Nacional ASTIN del SENA. *Informador Técnico*, 73(1), 44-52. doi:<https://doi.org/10.23850/22565035.755>
- Solís-Molina, M., Hernández-Espallardo, M., & Rodríguez-Orejuela, A. (2017). Impacto del SENA en la innovación de las empresas manufactureras en Colombia: una mirada desde la ambidestreza organizacional. *Informador Técnico*, 81(1), 9-23. doi:10.23850/22565035.712
- Solís-Molina, M., Hernández-Espallardo, M., & Rodríguez-Orejuela, A. (2018). Performance implications of organizational ambidexterity versus specialization in exploitation or exploration: The role of absorptive capacity. *Journal of Business Research*, 91, 181-194. doi:10.1016/j.jbusres.2018.06.001
- Solís-Molina, M., Martínez, S., De Mendoza, A., & Cabal Hicapie, R. (2001). Elaboración de un producto a partir de plástico reciclado. *Informador Técnico*, 63, 35-43. doi:10.23850/22565035.953
- Wagner, C. (2002). Breakthroughs in Plastics: Researchers Develop Plastics with Magnetic and Superconducting Properties. *The Futurist*, 36(2), 8.
- Zack, M. H. (1999). Developing a Knowledge Strategy. *California Management Review*, 41(3), 125-145. doi:<https://doi.org/10.2307/41166000>
- Zwicky, F. ((1969). Discovery, invention, research through the morphological analysis. McMillan, New York. de 1969). *Discovery, invention, research through the morphological analysis*. New York: McMillan. Obtenido de ToolsHero.