



TESIS PRESENTADA AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

Título: Metodología para la gestión y desarrollo estratégico en un Centro de estudio e investigación: Caso estudio Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos.

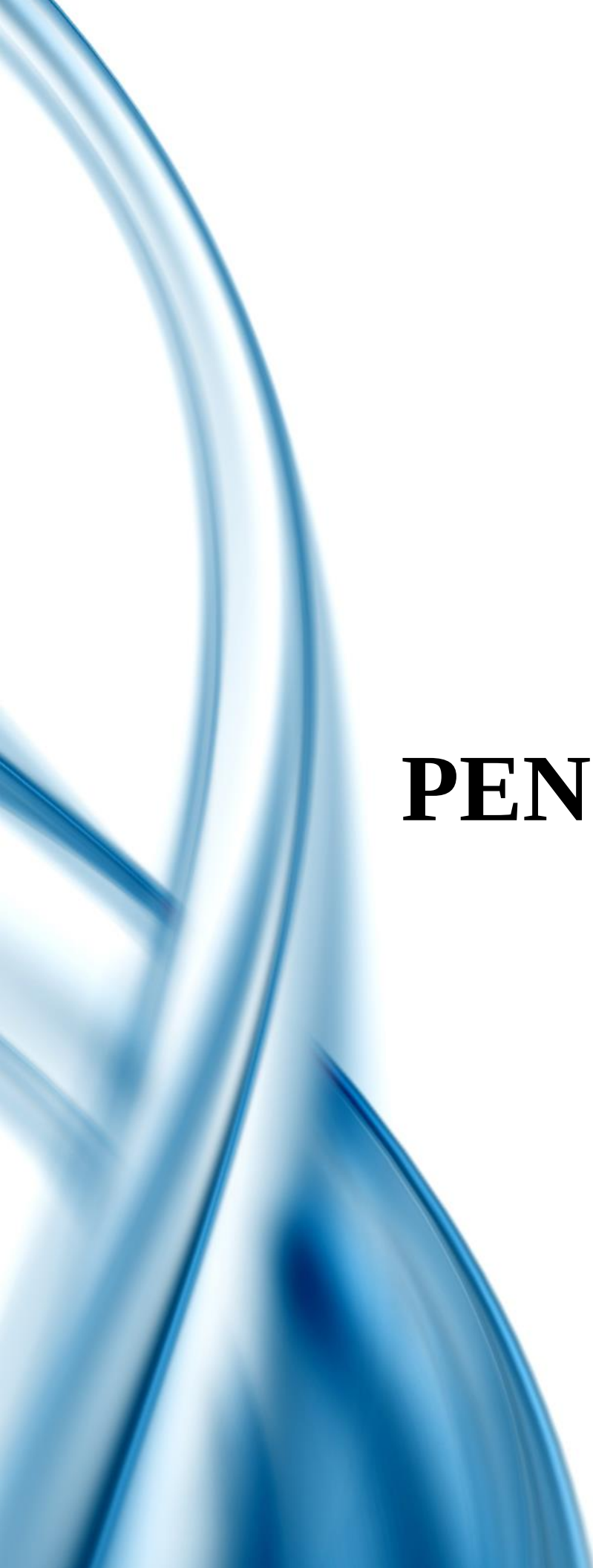
Autores: Maryury Jankally Cáceres Medrano

Lianet Carballo Fernández

Tutores: DrC. Marle Pérez de Armas

DrC. Zaid García Sánchez

Cienfuegos- 2021



PENSAMIENTO

A decorative graphic at the top of the page consisting of several overlapping, wavy, translucent blue lines that create a sense of motion and depth.

*“Si tú no trabajas por tus sueños, alguien te encontrará
para que trabajes por los suyos”.*

Steve Jobs



DEDICATORIA

A decorative graphic at the top of the page consisting of several overlapping, wavy, translucent blue lines that create a sense of movement and depth.

*A nosotras por el esfuerzo, dedicación y perseverancia
durante estos años de estudio.*



AGRADECIMIENTOS



*A Dios por permitirnos llegar hasta aquí y ayudarnos a alcanzar
nuestras metas y sueños.*

*A nuestros padres, por toda su ayuda, guía, sabiduría e
innumerables enseñanzas.*

*A nuestra familia que nos ha apoyado y acompañado
incondicionalmente.*

*A aquellos profesores que nos aportaron sus amplios conocimientos
con total entrega y dedicación durante todo el trayecto.*

*A nuestros tutores, por su paciencia y sabiduría, y por brindarnos
sus conocimientos en todo momento.*

A Marle, por su paciencia, entrega y dedicación.

A todas aquellas personas que de una forma u otra nos ayudaron.

Gracias



ÍNDICE

Índice

Introducción	5
Capítulo I: Marco teórico referencial.....	10
Introducción	10
1.1 Relación entre innovación y energía	11
1.2 Fuentes Renovables de Energía	12
1.2.1 Utilización en el mundo y en Cuba.....	14
1.3 Centros de estudio e investigación.....	17
1.4 Planeación estratégica y gestión de procesos.....	22
1.4.1 Nivel de Madurez Tecnológica (NMT).....	25
1.5 Gestión del capital intelectual y del conocimiento.....	27
Conclusiones parciales	33
Capítulo II: Metodología para la gestión y desarrollo estratégico en un Centro de estudio e investigación	34
Introducción	34
2.1 Metodología para la gestión y desarrollo estratégico en un Centro de estudio e investigación	34
Conclusiones parciales	54
Capítulo III: Aplicación de metodología en el Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos	56
Introducción	56
3.1 Aplicación de la metodología	56
Conclusiones parciales	80
Conclusiones generales.....	82
Recomendaciones	83
Bibliografía.....	84
Anexos.....	95



RESUMEN

Resumen

La presente investigación está enfocada en proponer una metodología que permita la gestión y desarrollo estratégico de un Centro de estudio e investigación a partir de un caso de estudio tomando como referencia el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos. Para cumplir con este objetivo se emplean diferentes métodos y técnicas como entrevistas, trabajo en equipo y con expertos, tormentas de ideas, revisión de documentos, la observación y el análisis descriptivo de datos. La gestión de procesos basada en la gestión del capital intelectual y del conocimiento representan los principales modelos que se aplican así como los criterios de gestión de activos intangibles. Como resultado fundamental se obtiene la metodología propuesta mediante la cual se realiza un diagnóstico y proyección estratégica del Centro enfocada en desarrollar sus capacidades tecnológicas y de innovación y la gestión de sus procesos.

Palabras clave: innovación, capacidades tecnológicas, centros de estudio e investigación, planeación estratégica, gestión de procesos, capital intelectual, conocimiento.



SUMMARY

Summary

This research is focused on proposing a methodology that allows the management and strategic development of a Study and Research Center based on a case study, taking as a reference the Center for Energy and Environment Studies (CEEMA) of the University of Cienfuegos. To meet this objective, different methods and techniques are used, such as interviews, teamwork and with experts, brainstorming, document review, observation, and descriptive data analysis. The management of processes based on the management of intellectual capital and knowledge represent the main models that are applied as well as the criteria for the management of intangible assets. As a fundamental result, the proposed methodology is obtained through which a diagnosis and strategic projection of the Center is carried out, focused on developing its technological and innovation capacities and the management of its processes.

Keywords: innovation, technological capabilities, study and research centers, strategic planning, process management, intellectual capital, knowledge.



INTRODUCCIÓN

Introducción

El conocimiento y la información son los nuevos instrumentos de poder que lideran en la actualidad el mundo. Las organizaciones y empresas deben tener una noción mucho más profunda de la evolución de su ambiente y elaborar útiles de gestión más eficaces (Peinado, Cerecedo & Jaramillo, 2015) ápod (Viloria, Nevado & López, 2008, p. 23).

La actual sociedad de la información y el conocimiento no solo determina nuevas características de las personas, organizaciones y sociedad en general, sino que también exige nuevos modelos de gestión de organizaciones, basados en nuevas fuentes de competitividad empresarial (Saravia, 2010)

Hoy en día es uno de los factores más importantes en las organizaciones, ya que permite que estas reaccionen a los cambios de entorno, pues al establecer flujos al interior de ellas pueden llegar a ser más competitivas e innovadoras (Rodríguez & Herrera, 2021).

Relacionados estrechamente a la generación del conocimiento y la información en el mundo existen diversos laboratorios tecnológicos de reconocida importancia. Algunos son Centros de estudio e investigación que integran las mejores tecnologías disponibles de diversas profesiones y disciplinas que las universidades prestan o ponen al servicio de la sociedad (Castrejón, Hernández & Ruiz, 2012).

Los Centros de estudio e investigación más que laboratorios que ofrecen tecnologías de punta, son centros fundamentales para comenzar a generar procesos de gestión del conocimiento, desarrollar departamentos de investigación y desarrollo con su respectiva priorización, generar proyectos que resuelvan problemas basados en el conocimiento y la innovación teniendo como resultado inmediato nuevas soluciones, diseños a las problemáticas que hoy como humanidad se tiene y el desarrollo de nuevos productos que el mercado está demandando existiendo la oportunidad de ser comercializados (Castrejón, Hernández & Ruiz, 2012).

Por otra parte, la generación del conocimiento y el desarrollo energético de cualquier país se encuentran estrechamente vinculados lo cual ha generado que dentro de las universidades, dado al papel protagónico que estas desempeñan en la sociedad de la información y el conocimiento, surjan varios Centros de estudio e investigación, que debido a la complejidad y conflictividad de los problemas energéticos actuales contribuyan al cuidado del medio ambiente. Estos tienen el propósito de contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad mediante la educación, investigación e implementación de fuentes de energía renovable y su interrelación con el medio ambiente y la sociedad. (Correa, 2018).

A partir del surgimiento en el año 2005 de la llamada Revolución Energética en Cuba por iniciativa del Comandante en Jefe Fidel Castro adquieren mayor relevancia este tipo de centros, dado a que generan, difunden, transfieren resultados científicos tecnológicos y prestan servicios orientados al desarrollo energético sostenible, para lograr altos impactos económicos, sociales y ambientales en el territorio y el país, a partir del uso eficiente de la energía, el aprovechamiento de las fuentes renovables y la reducción del impacto ambiental de las transformaciones energéticas (Bravo, 2015).

El incremento de la utilización de las fuentes renovables de energías constituye un lineamiento de la política energética de Cuba. De esta manera se desarrollan programas para la construcción de centrales hidroeléctricas, la instalación de celdas y paneles fotovoltaicos, sistemas termo solares, y la utilización de otras fuentes de energía como la eólica y la biomasa (Bravo, 2015).

Para el modelo económico cubano el desarrollo de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) y la eficiencia energética, es una prioridad, teniendo como meta para 2030 un 24% de participación de las mismas en la producción de electricidad del país (actualmente apenas alcanza 4,5 %) (Menéndez, 2020) ápod (Parrado, 2021).

El tema energético se ha convertido en un pilar fundamental para el progreso del país. El reto hoy, es lograr una mayor independencia energética mediante la utilización de la mayor cantidad de fuentes renovables nacionales de energía, de ahí la importancia de potenciar y desarrollar los Centros de estudio e investigación encaminados a la mejora del desempeño energético en el país, ambiental y productivo de los sectores de producción y servicios.

Es así como los Centros de estudio e investigación también demandan mejoras en sus modelos de gestión estratégica y de procesos. Algunos modelos pretenden integrar dos aspectos (procesos y estrategia), enmarcados en dos frentes o perspectivas: el enfoque de procesos y el enfoque estratégico. El enfoque de procesos se basa en los clásicos modelos de gestión de calidad, que tienen sus orígenes en las técnicas de la administración de la calidad total o Total Quality Management (TQM); mientras que desde la perspectiva del enfoque estratégico, aparentemente, existe un consenso en que los activos intangibles tienen hoy un mayor potencial para generar ventajas competitivas. En este sentido, la gestión del capital intelectual y la gestión del conocimiento asoman como modelos alternativos de gestión. (Saravia, 2010).

En este contexto, se desarrolla la presente investigación en el Centro de Estudio de Energía y Medioambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” el cual sostiene a lo largo de los años, el tema de estudios ambientales en sus distintas facultades e incluye el medio ambiente en sus líneas de investigación la que por más de 10 años se viene trabajando en la propia Universidad.

Como muestra del desarrollo del tema del medio ambiente, surge en el año 1994 este Centro con la misión de desarrollar actividades de Investigación de Desarrollo e Innovación (I+D+i), de formación de postgrado y capacitación, encaminadas a la mejora del desempeño energético, ambiental y productivo en los sectores de producción y servicios, mediante la introducción de estrategias de producción más limpia (Becerra, 2016).

El CEEMA consolidó el trabajo realizado por la antigua Facultad de Ingeniería Mecánica en el campo de la eficiencia energética y del uso racional de la energía. Además de llevar el peso fundamental de la docencia de pregrado y postgrado en el área energética, así como las investigaciones y prestación de servicios en esa temática (Becerra, 2016).

Situación Problemática:

El Centro de Estudio de Energía y Medioambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” desde su creación ha estado consolidando e incrementando de manera sistemática sus resultados de investigación. Ello permitió obtener el reconocimiento a nivel nacional llegando a liderar la investigación en estas temáticas, se convierte así en coordinador de la Red Nacional de Eficiencia Energética en el país, con un colectivo de investigación de alto prestigio a nivel internacional.

Por su parte, el país dicta la política para el uso de las FRE, se realizan importantes inversiones a nivel nacional y se incrementan de manera significativa las inversiones en este tipo de energía.

La necesidad de transformar y desarrollar la matriz energética mediante el incremento de la participación de FRE y empleo de otros recursos energéticos está concebido en las Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 con el propósito de consolidar la eficiencia y sostenibilidad, en consecuencia, de la economía del país (PNUD, 2019) ápod Parrado (2021).

En particular Cienfuegos en el año 2013 pone en marcha una central de energía solar fotovoltaica, (García, 2016) ápod Parrado (2021), ello unido a la apertura de los negocios privados en los últimos años y las propuestas gubernamentales (Decreto-Ley 345 de la Gaceta

Oficial Ordinaria No. 95 del año 2019), referida a la producción de energía por productores independientes, según la norma, se ofrecen incentivos y beneficios arancelarios y fiscales para que las personas naturales y jurídicas puedan adquirir equipos, que utilicen fuentes renovables de energía y que permitan el uso eficiente de la energía.

Desde estos antecedentes el CEEMA debe responder de manera pertinente a esta demanda del contexto nacional y territorial sin embargo, este acelerado crecimiento del tema no está acompañado del suficiente desarrollo de capacidades que desde el centro de estudio e investigación se necesita, se reconoce la insuficiente proyección estratégica alineada con el contexto territorial en particular, la limitada organización del trabajo de las rutinas y procesos propios del Centro relacionadas con el trabajo en grupos de investigación, insuficiente desarrollo de alianzas estratégicas (internacional, país y territorio) e insuficiente desarrollo de capacidades para generar conocimiento relevante.

Por otro lado cierta “pérdida” de protagonismo del Centro asociado con el surgimiento en el año 2012 de la Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE) siendo la entidad consultora líder en el mercado de los servicios energéticos reconocidos dentro y fuera del país por la capacidad para regular, diagnosticar, controlar y capacitar en el uso racional de la energía para el beneficio de las actuales y futuras generaciones (Ministerio de Energía y Minas, 2021), incentivando fuertemente el desarrollo del uso de las fuentes de energía renovables para contribuir a la eficiencia energética, hace que sea necesario la mejora de los procesos que en él se desarrollan en busca de sostener y elevar los resultados que se poseen.

Es también preocupante la situación con el capital humano en el Centro que debiendo dar respuesta a estas demandas, anteriormente comentadas, se plantea además una sostenida pérdida de este, que aunque no es único del Centro si es de vital importancia para su desarrollo.

De la anteriormente fundamentada **Situación problemática** de la investigación se enuncia el siguiente **Problema científico**:

¿Cómo contribuir al desarrollo estratégico del CEEMA de la Universidad de Cienfuegos?

Para dar respuesta al problema que se declara, se establecen los siguientes elementos metodológicos para la organización de la investigación.

Hipótesis:

Si se realiza un análisis estratégico en el CEEMA desde el enfoque de procesos entonces se podrán identificar vías y acciones para el desarrollo de capacidades y mejora de resultados en el Centro.

Objetivo general:

Proponer una metodología para la gestión y desarrollo estratégico en el Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos a partir de sus procesos y actividades relacionadas con la generación y aplicación de conocimiento científico en su área de estudio.

Objetivos específicos:

1. Elaborar un marco teórico referencial que permita fundamentar y exponer los principales aspectos relacionados con el desarrollo e importancia de los Centros de estudio e investigación así como, la necesidad de aplicación de técnicas y herramientas que garanticen su desarrollo y proyección estratégica.
2. Diseñar una metodología para la gestión y desarrollo estratégico en un Centro de estudio e investigación.
3. Validar la metodología propuesta mediante su aplicación en el CEEMA de la Universidad de Cienfuegos.

La investigación está estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I: Se desarrolla el marco teórico referencial que aborda términos y definiciones relacionados con innovación y energía, Fuentes Renovables de Energía, Centros de estudio e investigación, planeación estratégica y gestión de procesos.

Capítulo II: Se expone la metodología planteada para la gestión y desarrollo estratégico de un Centro de estudio e investigación, considerando la adaptación que se hace a la propuesta por Saravia (2010).

Capítulo III: Se aplica la metodología propuesta para un Centro de estudio e investigación en el caso de estudio: CEEMA de la Universidad de Cienfuegos.



CAPÍTULO I

Capítulo I: Marco teórico referencial

Introducción

El Marco teórico referencial que se presenta a continuación permite el análisis de concepciones y elementos relacionados con la innovación y la energía, las Fuentes Renovables de Energía (FRE), los Centros de estudio e investigación, la planeación estratégica y gestión de procesos, el capital intelectual y la gestión del conocimiento. El sustento conceptual de la investigación se desarrolla considerando el hilo conductor que se ilustra en la Figura 1.1 a continuación.

Figura 1.1

Hilo conductor de la investigación



Nota: Elaboración propia.

En los epígrafes que siguen se abordan aspectos principales relacionados con cada uno de los apartados incluidos en el hilo conductor de la investigación antes presentado.

1.1 Relación entre innovación y energía

En la actualidad se vive una época de cambios tecnológicos trascendentales que tendrán a mediano plazo un gran impacto sobre la forma de vida y los modelos de negocios. Los empresarios y los países enfrentan un gran reto al tratar de incorporar de manera temprana estos cambios para que otros países y empresas no les tomen demasiada ventaja. El sector energético es un claro ejemplo de algunas de las grandes innovaciones tecnológicas que tendrán impacto profundo en nuestro entorno (Kohlsdorf, 2019).

El Índice Mundial de Innovación destaca la necesidad de innovaciones revolucionarias en el sector energético, en particular a la luz de los objetivos relacionados con el cambio climático y el aumento previsto de la demanda de energía. En el 2040, las necesidades en materia de energía en todo el mundo aumentarán del 30%, según la Agencia Internacional de Energía (IEA) (Jewell, 2018).

Los sistemas tradicionales de energía basada en combustibles fósiles no son sostenibles. Únicamente mediante el fomento de la innovación será posible desarrollar los tipos de sistemas de energía no contaminante necesarios para el futuro. La ecuación energética a la que se enfrentan los encargados de la formulación de políticas supone un aumento de la demanda de energía y la necesidad de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, fomentando al mismo tiempo el crecimiento económico (Jewell, 2018).

Para encontrar soluciones eficaces a este complejo desafío es necesario repensar desde cero la manera en que se produce y consume energía hoy en día, el suministro mundial de energía renovable corresponde al 15%. En el 2050, será necesario en todo el mundo que el 85%, aproximadamente, de las necesidades primarias en materia de energía procedan de fuentes renovables. Para ajustarse a eso, se necesitará innovación a lo largo de la cadena de valor energética y de los distintos sectores, así como una formulación de políticas innovadoras para respaldar la rápida aplicación y utilización de las tecnologías relativas a las energías renovables (Jewell, 2018).

La innovación dentro del sector de la energía se relaciona fuertemente con el uso de las FRE siendo un paso importante en el camino hacia un futuro sostenible. La inversión continua en la innovación energética es fundamental para encontrar maneras menos contaminantes, más eficientes y costos eficaces de satisfacer la creciente demanda; suministrar energía a los 1.200 millones de personas que aún no tienen acceso a la electricidad; reducir la emisión de gases de efecto invernadero y mantener el crecimiento económico. La innovación es clave para el fortalecimiento de la capacidad en materia de energía renovable en todo el mundo, abriendo la

puerta a soluciones eficientes en todos los sectores y todas las etapas del ciclo de vida de la energía, como la generación, la transmisión y el almacenamiento. (Jewell, 2018).

En el escenario actual cada vez más empresas y entidades cuentan con estrategias de acción climática, de descarbonización y de energías renovables. En el siguiente epígrafe se profundiza acerca de las Fuentes Renovables de Energía.

1.2 Fuentes Renovables de Energía

Las FRE son aquellas cuyo potencial es inagotable por provenir de la energía que llega a nuestro planeta de forma continua como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de otros planetas de nuestro sistema solar (Foronuclear, 2021). En otras palabras, son todas las fuentes de energía que provienen de la propia naturaleza y que podemos usar sin preocuparnos por su agotamiento pues su generación y consumo no suponen un futuro desabastecimiento (Fernández, 2021).

Cada día hay más penetración de las energías renovables a nivel global pues tienen como meta la sostenibilidad y son una de las principales soluciones para reducir la huella de carbono. Su gran impacto positivo sobre el medioambiente hace que las industrias se adapten, para combatir uno de los principales problemas que tenemos actualmente: el cambio climático. (Hilcu, 2021). De este modo las FRE ganan espacio en la sociedad actual aunque por lo general, sus costes de desarrollo son más elevados que el de las tecnologías convencionales y, a su vez, muy diferentes entre sí. Por su versatilidad e importancia se detallan posteriormente las principales FRE.

Principales FRE

Existen muchos tipos de energía renovable dependiendo del elemento de la naturaleza del que toman esa energía y de cómo se produce esa transformación hacia una energía eléctrica que se pueda consumir. Entre las principales FRE encontramos:

Energía Solar: la energía solar es aquella que obtenemos del sol. A través de placas solares se absorbe la radiación solar y se transforma en electricidad que puede ser almacenada o volcada a la red eléctrica. (Oviedo-Salazar, J.L., M.H. Badii, A. Guillen y O. Lugo Serrato, 2015).

Puede ser convertida en tres tipos de energía (Bjork et al., 2014; Flores, 2015; Energía Solar, 2020):

- La energía solar térmica se refiere a la energía solar convertida a calor. Generalmente dirigida a poblaciones domésticas, esta puede tomar la forma de espacio solar, calentamiento de agua y piscinas, y refrigeración solar térmica.
- La energía solar concentrada es un tipo de energía solar térmica usada para generar electricidad. Más a menudo destinada a la producción de energía a gran escala, las tecnologías de energía solar concentrada utilizan lentes o espejos para reflejar y concentrar la luz solar en los receptores (un rayo delgado). El calor concentrado se convierte en energía térmica, que a su vez produce electricidad a través de una turbina de vapor o de un motor de calor accionando un generador.
- La energía solar fotovoltaica es la electricidad generada a partir de la utilización de células fotovoltaicas. Los módulos o células pueden ofrecer electricidad en áreas en donde no es rentable utilizar la red convencional, o donde las redes eléctricas son rudimentarias.

Energía Eólica: en el caso de la energía eólica la generación de electricidad se lleva a cabo con la fuerza del viento. Los molinos de viento que están en los parques eólicos son conectados a generadores de electricidad que transforman en energía eléctrica el viento haciendo girar sus aspas (Oviedo-Salazar, Badii, Guillen y Lugo, 2015).

Energía Hidráulica: la energía hidráulica o hidroeléctrica es otra de las energías alternativas más conocidas. Utiliza la fuerza del agua en su curso para generar la energía eléctrica y se produce, normalmente, en presas (Oviedo-Salazar, Badii, Guillen y Lugo, 2015).

Energía Biomasa: la energía biomasa consiste en la combustión de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Con producto biodegradable, como serrín, cortezas y toda aquella materia orgánica, doméstica o urbana que pueda ser reciclada, se puede prensar un combustible que prenda el fuego a modo de yesca, siendo sustituible el carbón por este producto y, a gran escala, pudiendo ser utilizado para producción de energía de forma renovable (Oviedo-Salazar, Badii, Guillen y Lugo, 2015).

Mareomotriz o energía del mar: Es aquella energía transportada por las olas, mareas, corrientes, salinidad o diferencias de temperatura y que puede aprovecharse a partir de tales recursos. Cualquier movimiento que procede del mar es energía cinética y potencial que se aplica en la vida actual (Oviedo-Salazar, Badii, Guillen y Lugo, 2015).

Energía Geotérmica: Energía alternativa que nace en el corazón de la tierra, la energía geotérmica es aquella que aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie

terrestre (normalmente volcánicos) para la generación de energía a través del calor, pues suelen encontrarse a 100 o 150 grados centígrados (Oviedo-Salazar, Badii, Guillen y Lugo, 2015).

La lista de las existentes FRE va más allá de las anteriormente mencionadas. Existen muchas otras que aprovechan prácticamente los mismos elementos que las anteriores, entre ellas la energía azul, la gradiente oceánica, por hidrógeno o incluso la aerotermia Fernández, (2021).

En las últimas décadas con el desarrollo y la investigación que se está haciendo para cambiar el tipo de combustibles que se utiliza y el tipo de energía que se consume, se ha disparado el uso de las FRE en el mundo y en Cuba como se explica a continuación en el siguiente epígrafe.

1.2.1 Utilización en el mundo y en Cuba

El empleo y perfeccionamiento de la utilización de las FRE podría ser considerado como el inicio de una tercera "Revolución Industrial" la transición a una economía de baja emisión de dióxido de carbono permite dar un giro trascendental en la lucha contra el cambio climático, mejorar la seguridad energética, y reducir significativamente las tensiones geopolíticas del presente (Bravo, 2015).

Según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA), el 23% del total de electricidad generada a nivel global corresponde a energías renovables. Durante el año 2015, la capacidad eléctrica relacionada con fuentes limpias alcanzó su máximo histórico de crecimiento (un 5%), principalmente gracias a políticas públicas globales que facilitaron y fomentaron el desarrollo de este tipo de energías. Con una población mundial que ronda los 7.300 millones de personas y una matriz energética mundial que depende en un 80% de los combustibles fósiles, de ahí la importancia de virar hacia modelos de generación de energía más sustentables.

Resulta evidente que el impulso de las energías renovables en América Latina reviste fundamental importancia, tanto desde la perspectiva del desarrollo energético sustentable, como desde el fomento hacia la inversión de capitales privados. Los casos de Brasil, Chile y México, históricos líderes en la materia, evidencian los beneficios ecológicos y económicos de apostar por las fuentes limpias, mientras que las experiencias de Uruguay, Costa Rica, Honduras y Perú demuestran que, incluso para economías más pequeñas, es posible emprender el camino hacia matrices con mayor participación de las energías renovables si se cuenta con las políticas adecuadas y recursos naturales que generen interés y confianza en el

sector privado. Algunos países como Dinamarca, Suecia, China e India constituyen referentes en el uso de la energía renovable, mediante sistemas hidroeléctricos, eólicos y fotovoltaicos, y Costa Rica y Chile sobresalen como las naciones que producen energía verde (Granma, 2021).

En el panorama mundial, en 2019 se ha alcanzado un máximo mundial de energía eólica, se aumentó 6.1 GW la eólica marina instalada, es decir un 35,5% más que en 2018, consiguiéndose una capacidad acumulada de 29 GW. El primer puesto en cuanto a instalación de eólica terrestre lo tiene España, instalando 2.319 MW en 2019. Los países con más capacidad eólica son China (210.478 MW), Estados Unidos (103.584 MW), Alemania (60.822 MW), India (37.505 MW) y España (25.553 MW).

En cuanto a energía solar, se ha instalado 16,7 GW en 2019, mientras que el año anterior solo fueron 8,2 GW, esto supone un incremento del 104% respecto a 2018. Supera también a 2010, cuando Europa tuvo el primer auge solar con 13.4 GW instalados.

España es el país europeo que más energía fotovoltaica ha instalado en 2019, unos 4,7 GW, ha vuelto a ocupar el primer puesto después de 11 años. Le sigue Alemania con 4 GW de nueva potencia y Holanda con 2,5 GW. Cabe destacar Polonia y Portugal con aumento significativo de sus instalaciones solares.

Respecto a la energía solar instalada en el mundo, los países con mayor capacidad coinciden con las economías más fuertes mundiales, China (205.493 MW), Estados Unidos (62.298 MW), Japón (61.840 MW) y Alemania (48.962 MW). España se encuentra en el noveno puesto pasando de tener en 2018 unos 5.600 MW de capacidad a contar con 11.065 MW en 2019.

En el caso de la energía hidráulica, los países con más capacidad europeos son, Noruega (32 MW), Francia (26 MW) e Italia (23 MW), estando España (20 MW) en el cuarto lugar.

En el panorama mundial, en 2019 se instalaron unos 21,8 GW, esto hace que la capacidad total sea de 1.292 GW. Los países con mayor capacidad instalada son China con unos 352 MW, Brasil con 104 MW y Estados Unidos con 103 MW.

Respecto a la nueva potencia, el país que más incrementó su capacidad fue China con 8,5 GW, seguido de Brasil y Pakistán, mientras que España se sitúa en el puesto 34 (Román, 2020).

En Cuba el incremento de la utilización de las FRE constituye un lineamiento de la política energética del país. De esta manera se desarrollan programas para la construcción de

centrales hidroeléctricas, la instalación de celdas y paneles fotovoltaicos, sistemas termo solares, y la utilización de otras fuentes como la eólica y la biomasa (Bravo, 2015).

La matriz energética cubana muestra una marcada dependencia de los combustibles fósiles para la generación de energía. De 2006 a 2019, estos representaron el 69.9 % de la producción primaria de energía en la Isla, con un 52.3 % de crudo y un 17.6 % de gas. El 30.1 % restante provino de productos de caña (27.1 %), leña (2.7 %), e hidroenergía (0.2 %), según especifica Cuba Energía. A su vez, en 2019 la biomasa representó el 97.6 % de la energía procedente de fuentes renovables (Marín, 2021).

En 2019 ya estaban instalados en la Mayor de las Antillas cuatro parques eólicos experimentales con una potencia total de 11,8 megawatt (mW), además de otros 70 parques solares fotovoltaicos, con 207 mW de potencia, que alcanzan una generación eléctrica de 310 gigawatt hora (gWh) al año y sustituyen aproximadamente 81 000 toneladas de combustible en 12 meses, de acuerdo con la fuente. Por otra parte, están instalados 24 081 paneles solares aislados en escuelas, policlínicos, viviendas aisladas y casa del médico de la familia, entre otros. Al tiempo que el potencial de radiación solar en el país es de aproximadamente cinco kilowatt hora (kWh) por metro cuadrado por día (Ramos, 2021).

Al Sistema Eléctrico Nacional están conectados por 34,5 kilovoltios los centrales de biomasa. Por su distribución geográfica a lo largo de la isla, la electricidad producida con esta fuente que se aporta a la red pública se considera una generación distribuida impactando en la disminución de las pérdidas en la red por este concepto, en la sustitución de importaciones de combustible fósil para la generación de electricidad del país y en la disminución de emisión de dióxido de carbono a la atmosfera. Existen 3441 biodigestores en los 168 municipios del país, de los cuales se encuentran funcionando 2869 (Observatorio Académico de Energías Renovables, 2021).

Con respecto a la hidroenergía, el Minem señala que existen, a nivel nacional, 162 centrales hidroeléctricas con una potencia total instalada de 71,9 mW. La de mayor potencia es la Central Hidroeléctrica de Hanabanilla con 43 mW (Observatorio Académico de Energías Renovables, 2021).

Como parte de una política de Estado y de su plan de desarrollo hacia 2030, Cuba ha aumentado las previsiones sobre el papel de las energías renovables en su matriz energética hacia ese año. Continúan planes e inversiones en este sector. Hoy se investiga y se trabaja en la isla en proyectos relacionados con bioeléctricas, parques eólicos y tecnología solar

fotovoltaica, pero también en otros campos como edificios inteligentes y vehículos eléctricos. Hoy, el 95% de la matriz energética nacional se compone de combustibles fósiles. La política para el desarrollo prospectivo de las (FRE) y el uso eficiente de la energía hasta 2030, aprobada por el Consejo de Ministros en 2014, y el Decreto Ley No. 345, “Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía”, en vigor desde finales de 2019, han trazado el camino y establecido vías, objetivos y regulaciones para que la balanza se vaya inclinando paulatinamente hacia las FRE. Para 2030, Cuba aspira a llegar al 24 % de la generación de energía con fuentes renovables (CUBADEBATE, 2021).

Los fundamentos anteriormente expuestos demuestran el auge que tiene el uso de las FRE, tanto en el mundo, como en Cuba, razón por la que se le ha concedido cierta relevancia y ha provocado que muchos Centros de estudio e investigación a nivel internacional y nacional dediquen parte de su labor a desarrollar y aportar a este tema. El siguiente epígrafe aborda acerca de los Centros de estudio e investigación.

1.3 Centros de estudio e investigación

Los Centros de estudio e investigación, de forma general, son organizaciones que concentran grupos de personas dedicadas a la indagación de temas de interés y que poseen en común el punto de vista científico, lo que les permite el desarrollo de ideas propias en función de aspectos específicos. Conceptualmente se señala que los Centros de estudio e investigación “son organizaciones que congregan profesionales y académicos unidos en una estructura estable mediante objetivos y valores relativamente comunes” (Rubio, 2009).

En la Guía Sectorial de Colciencias, son definidos como: “Organizaciones públicas o privadas independientes, con personería jurídica, o dependientes de otra persona jurídica que tienen como misión institucional desarrollar diversas combinaciones de investigación (básica o aplicada) con líneas de investigación declaradas y un propósito científico específico. Los Centros de estudio e investigación pueden prestar servicios técnicos y de gestión a sus posibles beneficiarios, pueden estar orientados a la generación de bienes públicos de conocimiento para el país, como también tener una orientación a la generación de conocimiento para la competitividad del país y su aplicación mediante procesos de desarrollo tecnológico” (Colciencias, 2015).

Existen diversos ranking en el mundo encargados de recopilar y comparar indicadores que permiten brindar información para orientar al público en la selección de instituciones a las que van a solicitar servicios e informar a los gestores de las instituciones sobre las fortalezas y

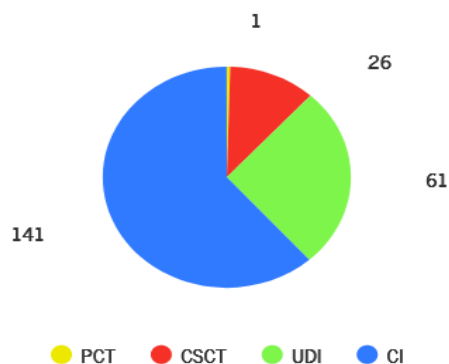
debilidades de su institución. Dentro de estos se encuentra el ofrecido por Scimago Institutions Rankings que muestra una clasificación de instituciones académicas y relacionadas con la investigación. Entre ellas se registran en el año 2021, la Academia China de Ciencias, la Corporación Estatal de Red de China, Hoffmann-La Roche GmbH de Alemania, Institutos Novartis de Investigación Biomédica de Estados Unidos, Centro Nacional de Investigaciones Científicas de Francia, Instituto Ludwig para la Investigación del Cáncer de Estados Unidos, el Instituto Federal Suizo (SCIMAGO, 2021).

En la actualidad los principales Centros de estudio e investigación en el mundo se distinguen por sus distintas disciplinas académicas. Relacionados con la disciplina de investigaciones de energía y medio ambiente se destacan en España el Centro de Estudios Especializados en Energías Renovables (CEER), el Centro de Estudios Avanzados en Energía y Medio Ambiente (CAEMA), en México el Departamento de Medio Ambiente y Energía, en Estados Unidos el Departamento de Energía con el Laboratorio Nacional de Idaho (INL) y el Laboratorio Nacional de Oak Ridge (ORNL), el Centro de Investigación y Desarrollo de Colombia.

Cuba es uno de los países que cuenta con diversos Centros de estudio e investigación. Datos aportados por el ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en octubre del 2021 señalan la existencia en el país de 229 entidades de ciencias, tecnologías e innovación. Se agrupan dentro de estas 61 Unidades de Desarrollo e Innovación (UDI), 26 Centros de Servicios Científicos y Tecnológicos (CSCT), 1 Parque Científico Tecnológico (PCT) y ocupando la mayor cifra 141 Centros de Investigación (CI), ver Figura 1.2.

Figura 1.2

Entidades de ciencias, tecnologías e innovación.



Nota: Elaboración propia.

Según lo establecido en el Decreto Ley no. 323 del 2014 (Gaceta Oficial Extraordinaria de la República de Cuba, 2014) vigente en Cuba, los Centros de estudio e investigación tienen como misión fundamental la investigación científica y la innovación. Pueden además, prestar servicios científicos y tecnológicos con valor agregado, relacionados con la actividad de investigación-desarrollo, así como efectuar producciones especializadas. Tanto los servicios científicos y tecnológicos como las producciones especializadas pueden ser exportados, de acuerdo con los procedimientos establecidos. Los Centros de estudio e investigación son autofinanciados, presupuestados con tratamiento especial, o de forma excepcional totalmente presupuestados. Dentro de la forma de funcionamiento autofinanciado se reconoce la empresa de ciencia y tecnología.

Para clasificar como Centro de estudio e investigación la entidad tiene que cumplir los requisitos siguientes (Gaceta Oficial Extraordinaria de la República de Cuba, 2014):

- a) Tener organizada la mayor parte de la actividad de investigación, desarrollo e innovación en proyectos;
- b) tener en el último trienio más del ochenta por ciento (80 %) de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación, con alguna de las salidas siguientes:
 - I. Productos, tecnologías o procesos, nuevos o significativamente mejorados, con impacto en las exportaciones, la sustitución efectiva de importaciones, la elevación de la eficiencia, la productividad y la calidad de vida de la población;
 - II. propuestas de soluciones económicas, sociales, políticas y ambientales para la toma de decisiones; y
 - III. nuevos conocimientos en los campos de la ciencia y la tecnología en que se desempeña;
- c) contar con no menos del ochenta por ciento (80 %) de los investigadores vinculados a la actividad de ciencia, tecnología e innovación;
- d) contar con investigadores categorizados como titulares o auxiliares, así como especialistas de alta calificación, y garantizar el tránsito de las categorías inferiores a las superiores, con una estrategia que asegure la reserva científica necesaria;
- e) disponer de una infraestructura material y económica para el cumplimiento de su misión, según los campos de la ciencia y la tecnología a los que tribute;
- f) organizar el escalado de sus resultados de investigación, siempre que se cierre ciclo con la producción, a partir de capacidades propias o externas; y

- g) tener constituido el Consejo Científico, conforme a lo establecido, el que debe dar evidencia del ejercicio de la crítica científica de manera sistemática.

Principios de funcionamiento

- a) Responder a las necesidades del desarrollo de la economía y la sociedad;
- b) priorizar la ejecución de los encargos estatales;
- c) no cumplir funciones estatales;
- d) integrarse con personas naturales o jurídicas para lograr un mayor impacto en la economía y la sociedad;
- e) reconocer y estimular el potencial humano dedicado a la actividad de ciencia, tecnología e innovación, sobre la base de criterios que garanticen su preservación y favorezcan el mayor impacto de los resultados;
- f) fortalecer las actividades de interfaces y de transferencia de tecnología que concreten los resultados de la ciencia y la tecnología, en especial, los de la innovación;
- g) implementar sistemas de protección de la propiedad intelectual, de aseguramiento de la calidad y de buenas prácticas y realizar su actividad con una elevada eficiencia productiva y estándares de calidad apropiados;
- h) recibir, la entidad y el personal que labora en las actividades de ciencia, tecnología e innovación, los beneficios económicos que genera la aplicación de sus resultados;
- i) responder las inversiones de la ciencia, la tecnología y la innovación, en lo fundamental, a las prioridades establecidas en los programas y proyectos estratégicos de interés nacional;
- j) dirigir la actividad de supervisión y el control de su desempeño, hacia la evaluación del impacto de los resultados;
- k) propiciar la introducción, en la economía y en la sociedad, de los resultados con impactos efectivos de la ciencia, la tecnología y la innovación;
- l) incrementar, de forma sistemática, la superación integral del personal en función de la actividad o misión que tiene planteada la entidad.

Los Centros de estudio e investigación se encuentran adscritos o no a las universidades, tienen una dedicación preferente a la investigación y la innovación y en ocasiones logran desplegar redes sociotécnicas en los territorios (Núñez y Montalvo, 2014-2015).

Dentro de sus universidades el país cuenta con Centros de estudio en sectores estratégicos: alimentos, industria, energía, TIC, construcciones, biotecnología, con frecuencia muy activos en la gestión del conocimiento y la innovación, ver Anexo 1 (Díaz-Canel, 2021).

Las cantidades de Centros de estudio en el país dentro de las universidades se agrupan por sectores estratégicos como se muestra en la Tabla 1.1 y se representa su distribución en la Figura 1.3. En esta se puede observar la relevancia que tiene el sector de la Energía dentro estos centros ocupando el segundo lugar en todo el país.

Tabla1.1

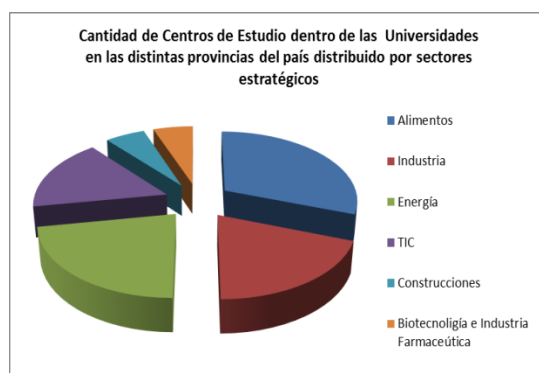
Cantidad de Centros de Estudio dentro de las universidades por sector estratégico.

Sectores Estratégicos	Cantidad
Alimentos	11
Industria	7
Energía	8
TIC	6
Construcciones	2
Biotechnología e Industria Farmacéutica	2

Nota: Elaboración propia a partir de Díaz-Canel (2021).

Figura 1.3

Distribución de la Cantidad de Centros de Estudio dentro de las universidades por sector estratégico.



Nota: Elaboración propia a partir de Díaz-Canel (2021).

Aun cuando la relevancia de los Centros de estudio e investigación en el país queda evidenciada como se comenta anteriormente, para el estudio no se encontraron suficientes referencias que desde el ámbito de la gestión, sus sistemas y procesos aborden el tema.

La planeación estratégica, la calidad, el sistema o modelo de gestión para desarrollar la I+D+i que en ellos se establece no son aspectos comúnmente tratados en el ámbito nacional, sin embargo, sobre el tema se encontraron a nivel internacional referentes como: Saravia (2010); Castrejón, Hernández, y Ruiz 2012); Peinado, Cerecedo, y Jaramillo (2015). Por lo que a continuación se abordan estas temáticas relacionadas posteriormente a Centros de estudios e investigación.

1.4 Planeación estratégica y gestión de procesos

Los cambios sustanciales en el plano económico, político y tecnológico que han tenido lugar en el ámbito internacional y el impacto directo de ellos en la economía, han transformado el entorno y las condiciones en que operan la mayor parte de las organizaciones. En esta batalla que vienen librando los empresarios por mantener niveles competitivos, se hace necesaria la búsqueda de alternativas que permitan enfrentar esos cambios al momento de su ocurrencia, lo que ha precisado una evolución de las técnicas de dirección, que se basan cada vez más en la planeación (Domínguez,2009).

Como parte de este perfeccionamiento surge la planeación estratégica, una potente herramienta para mejorar los resultados de las organizaciones. Igor Ansoff (1980), gran teórico de la estrategia, identifica la aparición de la Planeación Estratégica con la década de 1960 y la asocia a los cambios en los impulsos y capacidades estratégicas (Rodríguez 2010).

La planeación estratégica es uno de los componentes o funciones de la dirección estratégica y al mismo tiempo, un proceso dinámico y sistemático que contribuye en la supervivencia y crecimiento de una institución. Es un esfuerzo sistemático formal de la empresa para establecer sus propósitos básicos que a través de planes detallados permiten la implantación de objetivos y estrategias que logren el cumplimiento de dichos propósitos, con el fin de ser sostenibles, eficaces y rentables (Quintero, López, y Rivero, 2015).

A través de la planificación estratégica, en las empresas u otras organizaciones, se trata de identificar la situación actual. La capacidad que se desarrolla con esta es la de aprender a escoger el camino con más probabilidades de tener éxito. Así, permite efectuar un proceso interno de reflexión que contribuye a:

- Anticipar los cambios de contexto.
- Identificar los problemas futuros.
- Buscar respuestas posibles.
- Definir las prioridades y las mejores acciones.

En ese proceso de análisis interno se identifican aquellos aspectos y capacidades de la organización que deben maximizarse o minimizarse para lograr hacer frente los retos el entorno, en dependencia de que estos constituyan fortalezas (factores claves que favorecen el cumplimiento de la misión) o debilidades (factores que dificultan el cumplimiento de la misión).

Al realizar el análisis interno se conocen todos los factores que influyen en la organización (ejemplo: personas, tecnologías, recursos financieros, etc.).

En su visión hacia el exterior, la planeación estratégica aporta una propuesta fortalecida ante los poderes públicos y los principales proveedores, clientes y beneficiarios; además promueve metas estratégicas y proyectos claros (Fernández, y Quintana, 2008).

En un análisis externo se identifican y preveen los cambios que pueden afectar la realidad actual o futura de la organización, los cuales pueden provocar un impacto favorable(oportunidad) o un impacto negativo(amenaza), en lo referente a factores externos tales como económicos, tecnológico, políticos-legales, demográficos y medioambientales. Ver Anexo 2 Factores del macro entorno (Mesa, 2021).

Las fuerzas del entorno pueden constituir oportunidades, pero también amenazas que pueden afectar la capacidad de la empresa de establecer relaciones de confianza con el cliente.

La posición estratégica general se aplica una vez conocida la posición estratégica externa e interna de la empresa. A través de las matrices de la evaluación de los impactos se procede a realizar la matriz DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) (Mesa, 2021).

La matriz DAFO es muy importante para la organización porque constituye una herramienta de toma de decisiones al enfrentar un proceso de planeación estratégica. El objetivo fundamental de este instrumento es brindar una visión de cómo maximizar las fortalezas, minimizar las debilidades, maximizar el aprovechamiento de las oportunidades y afrontar lo mejor posible las amenazas (Mesa, 2021).

La DAFO responde preguntas como, ¿Qué fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas aparecen si se desea, por ejemplo, comercializar un nuevo servicio? A partir de preguntas

como esta se determinan las variables de carácter externo (oportunidades y amenazas) y carácter interno (fortalezas y debilidades) que influyen en el nuevo servicio. Ver Anexo 3 Factores internos y externos de la organización (Mesa, 2021).

Un enfoque fundamental y ampliamente reconocido en la gestión organizacional es el enfoque de procesos y por procesos, por lo que a continuación se aborda el tema en su integración al análisis estratégico.

Gestión de procesos

El término gestión de procesos se está convirtiendo en un nombre genérico utilizado por varios modelos de gestión para referirse a los enfoques que priorizan la gestión, el análisis y el mejoramiento de los procesos de negocios.

Aunque existen varias definiciones en relación con el concepto, la mayoría coincide en definir proceso al conjunto de actividades concatenadas entre sí que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Mariño (2003:9), por ejemplo, menciona varias definiciones para referirse al significado de un proceso, siendo una de ellas: secuencia de acciones o conjunto de actividades encadenadas que transforman en productos o resultados con características definidas unos insumos o recursos variables, agregándoles valor con un sentido específico para el cliente.

Davenport (1996:6) expresa que un proceso es un conjunto estructurado y medido de actividades, diseñado para producir un algo específico para un mercado o cliente determinado y que, por tanto, supone un énfasis especial en cómo se hace el trabajo dentro de la organización, contrastando con el énfasis especial en el enfoque de producto.

Además, Davenport (1996:7) agrega que enfocarse hacia el proceso implica adoptar el punto de vista del cliente, ya que los procesos son la estructura que permite producir valor para sus clientes. Por tanto, la gestión de procesos implica una gestión orientada al cliente, un enfoque de calidad concebida como satisfacción del cliente. Zaratiegui (1999) considera que los procesos son posiblemente el elemento más importante y más extendido en la gestión de las empresas innovadoras, especialmente de las que basan su sistema de gestión en la Calidad Total, y que se han desarrollado dos tipos de técnicas de gestión de procesos. Por un lado, las técnicas para gestionar y mejorar los procesos, como, por ejemplo, el método sistemático de mejora y la reingeniería, que constituyen una aplicación puntual a procesos concretos o de uso extendido a toda empresa; y, por otro lado, los modelos de gestión, como, por ejemplo, el Modelo Europeo de Excelencia Empresarial-EFQM (por sus siglas en inglés), el mapa de

procesos y el cuadro de mando integral, en donde los procesos desempeñan un papel central como base de la organización y como guía para articular el sistema de indicadores de gestión (Saravia, 2010).

Una de las formas de aplicar la gestión de procesos en las organizaciones consiste en (Saravia, 2010):

- Identificar los atributos valorados por el cliente o elementos de valor e identificar los atributos críticos mediante la evaluación de la satisfacción de clientes.
- Definir los procesos y representar la interacción entre ellos en un mapa de procesos.
- Identificar los procesos críticos a partir del análisis y la identificación de los procesos clave para mejorar los atributos críticos.
- Documentar los procesos y definir indicadores de gestión de procesos.
- Analizar y mejorar los procesos críticos mediante el análisis de datos y el uso de las herramientas de control de calidad que provienen de la calidad total.

El nivel de madurez tecnológica es una de las herramientas vinculadas a la planeación estratégica que está relacionada con el análisis de los aspectos referentes a la ciencia, la tecnología y la innovación, por lo que será abordada en el epígrafe que a continuación se desarrolla.

1.4.1 Nivel de Madurez Tecnológica (NMT)

La herramienta de los Niveles de Maduración Tecnológica (*Technology Readiness Levels, TRL*, en inglés) se utiliza para la toma de decisiones en los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) de tecnologías específicas (Mankins, 1995) (DOE, 2011). Sirve para caracterizar el nivel de avance de una tecnología en aspectos de escala, fidelidad y ambiente para lograr su comercialización.

En general, la escala identifica si se encuentra en concepto, laboratorio, prototipo o producción; la fidelidad corresponde a si su fase es especulativa, prueba de concepto, validación, demostración o idéntica a las de operación; y el ambiente señala si está en simulación, en condiciones similares a las reales, relevantes u operativas. También, esta herramienta es utilizada en varios países del mundo para planear programas nacionales de I+D+i, para comparar dos tecnologías que compiten por una misma solución, o para conocer el nivel de financiamiento y madurez del negocio necesarios para alcanzar su eficaz y eficiente comercialización (Martínez, et. al 2016).

Escala de los niveles de madurez de la tecnología (TRLs) (NASA, 2012):

TRL 1. Investigación Básica: En esta fase se desarrolla la idea y se comienza la transición de la investigación básica hacia investigación aplicada, pero todavía no hay ninguna actividad o aplicación de negocios concreta.

TRL 2. Formulación de la Tecnología: En esta fase se formula la tecnología y se observan aplicaciones prácticas que pueden llegar a ser una invención, las cuales pueden aún ser especulativas y puede aún no haber pruebas o análisis detallados que confirmen dichas suposiciones.

TRL 3. Investigación Aplicada - Prueba de Concepto: En esta fase inicia la validación de la idea, la cual ya incluye actividades de investigación y desarrollo como estudios analíticos y pruebas a nivel laboratorio para validar físicamente las predicciones de los elementos separados de la tecnología, aunque estos aún no están integrados en un sistema completo.

TRL 4. Desarrollo a pequeña escala en laboratorio: En esta fase se integran los componentes básicos o elementos separados de la tecnología y se valida que funcionen en conjunto a nivel laboratorio con el objetivo de identificar el potencial de ampliación y cuestiones operativas.

TRL 5. Desarrollo a escala real: En esta fase se desarrolla el primer prototipo, es decir los componentes se integran de forma que la configuración del sistema sea similar a su aplicación final en casi todas sus características, pero su operatividad es aún a nivel laboratorio.

TRL 6. Prototipo validado en entorno simulado: En esta fase se realiza la validación del prototipo en condiciones similares a las que se espera vaya a funcionar, por lo que el prototipo debe ser capaz de desarrollar todas las funciones requeridas por un sistema operativo y los procesos se amplían para demostrar el potencial industrial.

TRL 7. Prototipo validado en entorno real: En esta fase se demuestra que la tecnología funciona y opera en una escala pre-comercial, usualmente es donde se realiza la primer corrida piloto y pruebas reales para identificar las cuestiones de la fabricación y operaciones finales.

TRL 8. Prototipo comercial: En esta fase se demuestra que la tecnología funciona a nivel comercial a través de una aplicación a gran escala, las cuestiones operativas y de fabricación han sido resueltas y se elaboran los documentos para la utilización y mantenimiento del producto.

TRL 9. Aplicación comercial: En esta fase el producto completamente desarrollado y disponible para la sociedad, ya que tecnología se encuentra en su forma final y operable en un sin número de condiciones operativas.

Conocer los niveles de madurez tecnológica (TRL) permite (Alcantara, 2019):

- Tomar decisiones relacionadas con el desarrollo y estado de madurez de la tecnología.
- Gestionar el progreso de la actividad de investigación y desarrollo.
- Gestionar riesgos.
- Decidir sobre el financiamiento de la tecnología
- Decidir sobre la transición y etapas de la tecnología

Las organizaciones con un nivel de madurez tecnológica más bajo tienden a tener operaciones ineficientes, calidad de trabajo inconsistente y problemas para adaptarse rápidamente cuando cambian las necesidades del negocio. Las empresas con un mayor nivel de madurez tecnológica tienen procesos estandarizados y su capacidad de adaptarse al crecimiento del negocio es más fácil (Alcantara, 2019).

Así, se puede analizar que el NMT se relaciona con la capacidad de generar conocimiento. Las organizaciones capaces de gestionar efectivamente su conocimiento por lo general están asociadas con la capacidad de aprender. Los aspectos intangibles y de capital intelectual cobran gran relevancia, el centro de estudio concebido como una entidad intensiva en conocimiento, debe ser evaluado y analizado desde estos aspectos. En el epígrafe que a continuación se presenta se abordan estos mediante dos de los modelos de la gestión de procesos: Gestión del capital intelectual y del conocimiento.

1.5 Gestión del capital intelectual y del conocimiento

En el ámbito académico se han desarrollado varios modelos que tratan de explicar la creación de valor en las organizaciones, entre los que se pueden citar, a modo de ejemplos, la Gestión del Capital Intelectual (*Intellectual Capital-IC*); la Gestión del Conocimiento (*Knowledge Management-KM*); la Administración de la relación con los clientes (*Customer Relationship Management-CRM*); la Gestión estratégica monitoreada con un cuadro de mando integral (*Balanced Scorecard-BSC*); la Administración de la cadena de suministros (*Supply Chain Management-SCM*). Si analizamos estos enfoques de gestión estratégica, todos están basados o están íntimamente ligados a la generación de valor en las organizaciones mediante la gestión de activos intangibles.

Hoy, existe un consenso sobre el gran potencial que tienen los activos intangibles para generar valor en las organizaciones. Lev (2003:13) considera que la riqueza y el crecimiento en la economía de hoy en día vienen determinados principalmente por los activos intangibles (intelectuales). Los activos materiales y financieros se están convirtiendo en *commodities*, ofreciendo en el mejor de los casos una mediana rentabilidad.

En este contexto, Kaplan y Norton (2000:15) consideran que la habilidad de una empresa para movilizar y explotar sus activos intangibles o invisibles, se ha convertido en algo mucho más decisivo que invertir y gestionar sus activos tangibles y físicos. Navas y Ortiz de Urbina (2002) consideran que los activos intangibles se están convirtiendo, cada día con mayor peso, en la clave del éxito competitivo de las empresas, por lo que su identificación, medición y evaluación es un campo de estudio cada vez más relevante desde el punto de vista de la Dirección de Empresas. Lev (2003:21) define el término activos intangibles como un sinónimo de capital intelectual para referirse a fuentes generadoras de valor que carecen de sustancia física, y son generados por medio de la innovación, diseños organizativos únicos o prácticas de gestión de los recursos humanos.

Para gestionar el capital intelectual; es decir, para crear, adquirir, desarrollar o explotar activos intangibles, diversos autores han propuesto diferentes modelos, los que se presentan en la Tabla 1.2

Tabla 1.2

Modelos de Gestión de Capital Intelectual.

Modelo	Autores	Año
Balanced Scorecard	Kaplan y Norton	1992
Technology Broker	Brooking	1996
Navigator de Skandia	Edvinsson	1997
Intellectual Assets Monitor	Sveiby	1997
Intelect	Euroforum	1998
Dirección por competencias	Bueno	1998

Nota: Tomado de Saravia (2010).

La Fundación Iberoamericana del Conocimiento define el modelo *Intelect* como una herramienta que permite identificar, seleccionar, estructurar y medir los activos intangibles. Por lo tanto, el modelo ofrece información relevante para la toma de decisiones, para analizar la capacidad de la organización de generar resultados sostenibles, para mejorar constantemente y crecer a largo plazo, y para estimar el valor de la empresa.

Asimismo, en La Fundación Iberoamericana del Conocimiento se señalan las siguientes características del modelo:

- Modelo de capital intelectual que se enlaza con la estrategia empresarial.
- Modelo personalizado a cada organización.
- Modelo abierto y flexible.
- Medición no solo de resultados sino también de los procesos que los generan.
- Visión sistémica del modelo.
- Aplicabilidad del modelo.
- Combina distintas unidades de medida.

En relación con la estructura del modelo, *Intelect* se estructura en bloques, elementos e indicadores:

a) Bloques: Agrupación de activos intangibles en función de su naturaleza.

Según el modelo, los activos intangibles se clasifican en tres grandes bloques:

- Capital humano. Está referido al recurso que constituyen las personas que conforman la organización, al conocimiento explícito y tácito de ellas y la capacidad de generar valor del personal.
- Capital estructural. Es el conocimiento y los activos intangibles definidos, sistematizados e internacionalizados en la organización. A diferencia del anterior, el capital estructural es de propiedad e inherente a la institución, aun cuando algunas personas dejen de trabajar en la organización.
- Capital relacional. Está referido al conjunto de activos intangibles que se derivan de la relación de la institución con los clientes y proveedores o, en general, con cualquier otro agente externo.

b) Elementos: Activos intangibles que corresponden a cada bloque, en la Tabla 1.3 se muestran los elementos de cada uno de los tres bloques. Cada organización debe elegir los elementos más relevantes en función de su estrategia y los factores críticos de éxito.

Tabla 1.3*Modelo Intellect (Euroforum)*

Capital Intelectual			
	Capital humano	Capital estructural	Capital relacional
Presente	Satisfacción personal Estructura personal Competencias Liderazgo Estabilidad	Cultura y Filosofía Procesos reflexión estrat. Estructura organizacional Propiedad intelectual Tecnología de proceso Tecnología de producto Procesos de apoyo Procesos captación conocimiento Mecanismos Comunicación Tecnología información	Base de datos clientes Lealtad clientes Relación clientes Satisfacción clientes Proc. apoyo/servicio cliente Cercanía al mercado Notoriedad de marca Reputac. nombre empr. Alianzas estratégicas Interrelación proveedores Interrelación otros agentes
Futuro	Mejora competencia Capacidad innovación	Proceso de innovación	Capacidad de mejora Recreac. base datos clientes

Nota: Tomado de Saravia (2010).

c) Indicadores: Son la forma de medir o evaluar los elementos. Cada organización debe elegir los indicadores que le permiten medir los elementos críticos dentro de cada bloque.

La Gestión del conocimiento

Von Krogh et al. (2001:6-9) resalta tres ideas básicas acerca del concepto conocimiento:

- El conocimiento es una certeza justificada: el conocimiento es una construcción de la realidad más que algo cierto en sentido abstracto o universal.
- El conocimiento es tanto explícito como tácito: en el sentido que algunos conocimientos son susceptibles de escribirse (explícito), mientras que otros son muy difíciles de describir (tácito).
- La eficaz creación de conocimiento depende de un contexto propicio, un espacio común en el que se fomenta el establecimiento de relaciones y este contexto de organización que puede ser físico, virtual o mental. En este sentido, el conocimiento está implícito en el lugar, a diferencia de la información o los datos que no dependen de un contexto.

Para gestionar el conocimiento, en primer lugar, se debe identificar el tipo de conocimiento que se desea gestionar, pues las acciones más pertinentes dependen de esta clasificación. Al respecto, la clasificación más frecuente es tipificar el conocimiento como tácito o explícito.

- El conocimiento tácito es el conocimiento implícito que utilizan los miembros de una organización para realizar su trabajo y que no está codificado, es difícil de difundir y es difícil de expresar verbalmente, porque se manifiesta en destrezas que se basan en acciones y no pueden reducirse a reglas y recetas (Choo, 1999:136).

- El conocimiento explícito es el conocimiento que se puede expresar formalmente, comunicarse o difundirse con facilidad. Choo, (1999:133), quien cita a Nonaka y Takeuchi, (1995) cuando presenta la definición, considera que el conocimiento explícito puede codificarse ya sea mediante símbolos (palabras, números, fórmulas), objetos físicos (dibujos técnicos, prototipos, fotos, etcétera) o reglas (manual de procedimientos, normas, etcétera).

Con relación a los procesos de creación de conocimiento, aunque varios autores han planteado modelos de generación de conocimientos, el modelo de Nonaka y Takeuchi, (1999) es el de mayor difusión en el ámbito académico. Según Nonaka y Takeuchi, (1999:68), mediante la interacción y conversión entre conocimiento tácito y explícito, hay cuatro modos de crear conocimiento en las organizaciones: socialización, exteriorización, combinación e interiorización (proceso CECI). Además, dado que la creación del conocimiento requiere de un espacio concreto, surge el concepto de *Ba*, que significa el espacio compartido donde se producen las interacciones del conocimiento. Así, de acuerdo con el tipo de proceso CECI que se lleve a cabo, existen cuatro tipos de *Ba* (véase Tabla 1.4).

Tabla 1.4

Modelo de creación del conocimiento

		CONOCIMIENTO GENERADO	
		CONOCIMIENTO EXPLÍCITO	CONOCIMIENTO TÁCITO
O R I G E N	CONOCIMIENTO EXPLÍCITO	COMBINACIÓN («Ba» sistematizador)	INTERIORIZACIÓN («Ba» operativo)
	CONOCIMIENTO TÁCITO	ESTERIORIZACIÓN («Ba» dialogante)	SOCIALIZACIÓN («Ba» originario)

Nota: Tomado de Saravia (2010).

A continuación, se detallan los procesos CECI:

- **Combinación:** es el proceso de generar conocimientos explícitos a partir de conocimientos explícitos. Esta es una forma común de transferir conocimiento mediante la combinación o el reordenamiento de documentos o por la reestructuración de conocimientos anteriormente explicitados. El proceso se desarrolla en el denominado *Ba* sistematizador.

- Exteriorización: es el proceso fundamental de creación del conocimiento, en el cual el conocimiento tácito logra explicitarse al compartirse metáforas, analogías, modelos o anécdotas. El proceso se lleva a cabo en el denominado *Ba* dialogante.
- Socialización: es el proceso de compartir experiencias que crean conocimientos tácitos a partir de otros conocimientos tácitos, como los modelos mentales y las habilidades técnicas. Con frecuencia, el proceso de socialización se da cuando los aprendices observan, ayudan o imitan al personal más experimentado. Este proceso se desarrolla en el denominado *Ba* originario.
- Interiorización: es el proceso de aprender por medio de la ejecución reiterada de una tarea, de modo que el conocimiento explícito de los principios y procedimientos sea absorbido como el conocimiento tácito del estilo y el hábito del individuo. El proceso se desarrolla en el denominado *Ba* operativo.

Conclusiones parciales

Al término del presente capítulo se arriba a las siguientes conclusiones

1. Los sistemas tradicionales de energía basados en combustibles fósiles no son sostenibles. Únicamente mediante el fomento de la innovación será posible desarrollar los tipos de sistemas de energía no contaminante necesarios para el futuro. La innovación es la clave del fortalecimiento de la capacidad en materia de energía renovable en todo el mundo, abriendo la puerta a soluciones eficientes en todos los sectores y todas las etapas del ciclo de vida de la energía,
1. Los Centros de estudio e investigación son organizaciones que concentran grupos de personas dedicadas a la indagación de temas de interés y que poseen en común el punto de vista científico. Se encuentran adscritos o no a las universidades y tienen una dedicación preferente a la investigación y la innovación.
2. Aun cuando la relevancia de los Centros de estudios e investigación en el país queda evidenciada, para el estudio no se encontraron suficientes referencias que desde el ámbito de la gestión, sus sistemas y procesos aborden el tema.



CAPÍTULO II

Capítulo II: Metodología para la gestión y desarrollo estratégico en un Centro de estudio e investigación

Introducción

En el presente capítulo se expone la metodología planteada para la gestión y desarrollo estratégico desde un Centro de estudio e investigación (en lo adelante Centro), enfocada en el desarrollo de capacidades tecnológicas y de innovación; se hace una adaptación de la propuesta por Saravia (2010). Desde esta metodología se plantean seis fases y 14 pasos que permiten realizar un diagnóstico estratégico, el mapeo y evaluación de los procesos del Centro así como el análisis de indicadores para finalmente proyectar las vías y acciones que garanticen desarrollar capacidades para la generación y aplicación del conocimiento científico en el área del conocimiento del Centro.

2.1 Metodología para la gestión y desarrollo estratégico en un Centro de estudio e investigación

Para la realización del estudio que se presenta se conforma un grupo de trabajo integrado por investigadores y colaboradores del Centro que, a partir del marco teórico, el estudio de la metodología propuesta por Saravia (2010) y mediante el trabajo en equipo y la aplicación de técnicas como la tormenta de ideas, la revisión documental, la entrevista y el análisis descriptivo de datos se logran analizar y evaluar los diferentes aspectos que se recogen en la metodología que a continuación se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1

Metodología para la gestión y desarrollo estratégico en un Centro de estudio e investigación

Fases	Nombre	Fuentes de información/Metodología
I	Diagnóstico estratégico	Trabajo en equipo y con expertos, entrevista en profundidad con investigadores. Aplicación del marco teórico relacionado con la planeación estratégica.
II	Gestión de procesos	Trabajo en equipo y con expertos, entrevista en profundidad con investigadores. Aplicación del marco teórico relacionado con la gestión de procesos y calidad.

III	Gestión de procesos incorporando la gestión del Capital Intelectual	Trabajo en equipo y con expertos, entrevista en profundidad con investigadores. Aplicación del marco teórico relacionado con el capital intelectual, a partir del modelo de gestión de procesos.
IV	Gestión de procesos incorporando la gestión del conocimiento	Trabajo en equipo y con expertos, entrevista en profundidad con investigadores. Aplicación del Marco Teórico relacionado con la gestión del conocimiento, a partir del modelo de gestión de procesos.
V	Planeación estratégica	Trabajo en equipo y con expertos, entrevista en profundidad con investigadores. Aplicación del marco teórico relacionado con la planeación estratégica en particular con lo referente a las técnicas nivel de madurez tecnológica.
VI	Seguimiento y control	Trabajo en equipo y con expertos, entrevista en profundidad con investigadores.

Nota: Adaptado de Saravia (2010).

Se adoptan y adaptan un conjunto de características distintivas que son aplicables y de gran importancia para la propuesta metodológica que se hace; desarrolladas por Pérez (2014) fundamentan la experiencia de entidades intensivas en conocimiento en particular el caso de las empresas de alta tecnología del sector de la Biotecnología en Cuba.

Características distintivas de la metodología propuesta:

- **El conocimiento como activo estratégico y recurso limitante del Centro;** se fundamenta el desarrollo a partir de la generación y uso del conocimiento lo que permite ejecutar proyectos con productos innovadores, y donde el valor del conocimiento invertido y su posterior aplicación poseen elevado impacto económico y social a nivel local y nacional.
- **La perspectiva de la planificación estratégica como enfoque fundamental, resultado y fuente del aprendizaje;** se considera la misión, visión y los objetivos de la organización los referentes principales para la gestión. Estos aspectos guiarán la formulación de las estrategias hacia la mejora de los resultados de un modo proactivo.

De esta manera el proceso de dirección estratégica se orientará a examinar y cuestionar de manera sistemática el marco de acción organizativo establecido, a partir de un ciclo de aprendizaje que de modo general, retroalimenta la planificación continua, la implementación y la reflexión profunda, facilitando y reforzando la dirección estratégica como resultado del aprendizaje.

- **La gestión de procesos como criterio fundamental;** el Centro orienta sus actividades sobre la base del enfoque y gestión de los procesos lo que garantiza su alineación con el sistema de gestión de la Universidad y permite trabajar sobre los estándares internacionales y nacionales que certifican dicha temática.
- **La elevada calificación, competencia, motivación y el trabajo en equipo que se alcanza en la gestión del capital humano;** las personas poseen un nivel alto de competencias relacionadas con el saber hacer, querer hacer y poder hacer, lo que permite lograr un desempeño individual y grupal relevante. El desempeño individual estará «marcado» por el resultado del trabajo en equipo.
- **La habilidad de la dirección para captar y desplegar sistemáticamente capacidades específicas que se necesitan obtener y/o desarrollar en el Centro;** la dirección posee un reconocido liderazgo que permite impulsar y guiar al Centro hacia la reconfiguración constante de la base de recursos y capacidades que este necesita para adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno y también crecer (dinámica).
- **La infraestructura tecnológica que garantiza la sostenibilidad del crecimiento del Centro;** la Universidad moviliza recursos para apoyar la gestión de los proyectos en aras de enfrentar estándares de calidad internacionales y los costos de oportunidad.
- **Orientación a la responsabilidad social;** El accionar del Centro se guiará no solo por criterios relacionados con la rentabilidad, capital e inversiones, costos, precios, tarifas y prácticas de mercado, sino que también tendrá preocupación por el «qué hacer» con el contexto social en el que se desempeña, de modo que le permita contribuir a la calidad de vida y el bienestar de la sociedad en su conjunto, de su territorio y localidad así como por la identificación del impacto ambiental, la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Fase I: Diagnóstico estratégico

Objetivo: realizar diagnóstico estratégico para identificar las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que presenta el Centro.

Está compuesta por tres pasos:

Paso #1: Reconocimiento del Centro. Se hará una caracterización y descripción de los principales hitos y resultados que durante el desarrollo y evolución del Centro se han dado, han sido reconocidos o han marcado de manera relevante su trabajo. Conocer la trayectoria del mismo.

Paso #2: Análisis interno y externo para identificar las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que presenta.

- Elaborar matriz DAFO.
- Elaborar matriz de impactos cruzados. Se le confiere una puntuación a la interacción (impactos) entre fortalezas con oportunidades y amenazas; debilidades con oportunidades y amenazas. La influencia puede ser alta, media, baja o nula y para esto se anota 3, 2, 1 y 0 respectivamente. Se utiliza hoja de cálculo en EXCEL (Ver Figura 2.1).
- Analizar los resultados obtenidos en la matriz de impactos cruzados. Según las puntuaciones designadas se obtienen los resultados del análisis interno y externo, se escoge el de mayor por ciento (%) que indicará la orientación estratégica según el cuadrante en el que se encuentre.
- Construir el problema estratégico general y formular la solución estratégica. A partir de la orientación estratégica obtenida en el paso anterior, se seleccionan los factores internos y externos de mayor impacto, se construye el problema estratégico general y se formula la solución estratégica correspondiente.

Figura 2.1

Matriz de impactos cruzados

Escala de impactos 0=Nulo, 1=Bajo, 2=Medio, 3=Alto		CUADRANTE I: ¿CÓMO IMPACTA LA F1..X EN EL APROVECHAMIENTO DE LA O1..X?					CUADRANTE II: ¿CÓMO IMPACTA LA F1..X PARA ELIMINAR O ATENUAR EL EFECTO DE ESTA AMENAZA A1..X?				SUBTOTAL DE IMPACTO POR FORTALEZAS Y DEBILIDADES
		O1	O2	O3	...	On	A1	A2	...	An	
F1											0
F2											0
F3											0
F4											0
...											0
F _n											0
CUADRANTE III: DO						0	CUADRANTE IV: DA				0

CUADRANTE III: DO						0	CUADRANTE IV: DA				0	
Escala de impactos 0=Nulo, 1=Bajo, 2=Medio, 3=Alto	CUADRANTE I: ¿CÓMO IMPACTA LA F1..X EN EL APROVECHAMIENTO DE LA O1..X?					%	CUADRANTE II: ¿CÓMO IMPACTA LA F1..X PARA ELIMINAR O ATENUAR EL EFECTO DE ESTA AMENAZA A1..X?				%	
	O1	O2	O3	...	On		A1	A2	...	An		
D1						#DIV/0!					#DIV/0!	0
D2												0
D3												0
...												0
Dn												0
CUADRANTE III: DO						0	CUADRANTE IV: DA				0	
SUBTOTAL DE IMPACTOS POR OPORTUNIDADES Y AMENAZAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANÁLISIS INTERNO							ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA:		Marque X
APOYARSE EN LAS FORTALEZAS	FO	(+)	FA	(=)		%			
	0		0	0		##			
MINIMIZAR LAS DEBILIDADES	DO	(+)	DA	(=)		%			
	0		0	0		##			
ANÁLISIS EXTERNO							FO: Ofensiva		
APROVECHAR LAS OPORTUNIDADES	FO	(+)	DO	(=)		%	FA: Defensiva		
	0		0	0		##			
PROTEGERSE DE LAS AMENAZAS	FA	(+)	DA	(=)		%	DO: Mantto - Adaptativa		
	0		0	0		##	DA: Supervivencia		

Nota: Elaboración propia.

Fase II: Gestión de procesos

Objetivo: Identificar, mapear y documentar los procesos del Centro.

Esta fase se encuentra estructurada por una secuencia de pasos los cuales son:

Paso #1: Identificar los atributos valorados de la investigación desde la perspectiva de calidad. Los mismos se agrupan en bloques o elementos de calidad y se detalla brevemente su descripción. Utilizar para recoger estos datos la Tabla 2.2. Entendiéndose como elementos de calidad aquellos que agrupan varios atributos afines y atributos de calidad aquellos que caracterizan el producto y/o servicio en cuestión, en este caso la investigación.

Tabla 2.2*Atributos valorados de la investigación.*

Elementos de calidad	Atributos	Descripción

Nota: Elaboración propia.

Paso #2: Identificar los atributos críticos de la investigación. Se realiza no con el objetivo de evaluar la calidad de un Centro de estudio e investigación en particular sino de hacer un sondeo cualitativo acerca de los factores más relevantes para la gestión de procesos de un Centro.

Paso #3: Identificar y elaborar mapa de procesos, documentar procesos. Se definen los procesos que normalmente realizan los investigadores en el Centro y se muestra la interacción entre ellos. Se documentan los procesos.

Paso #4: Realizar un análisis de valor de procesos e identificar los procesos críticos desde la perspectiva de calidad. Para analizar el valor de cada uno de los procesos, se utiliza una matriz como la que se muestra en la Tabla 2.3 que trata de identificar los procesos capaces de mejorar cada uno de los atributos valorados de la investigación. Se propone plantear la relación atributo-proceso de manera cualitativa. Cabe señalar que también se puede elaborar la matriz cuantitativamente, asignando puntajes según el impacto alto, medio o bajo del proceso, para mejorar cada atributo.

Tabla 2.3

Matriz de análisis de valor de los procesos.

Análisis de valor de Procesos		Atributos valorados de la investigación.														
P1																
P2																
P3																
...																
Pn																

Nota: Elaboración propia.

Fase III: Gestión de procesos incorporando la gestión del capital intelectual

Objetivo: Aplicar el análisis de indicadores de capital intelectual a los procesos del Centro.

Para este análisis se utiliza la clasificación dada por el Modelo Intellect agrupadas en tres bloques: Capital humano, estructural y relacional (aspectos tratados en el marco teórico). Ver Figura 2.2, 2.3 y 2.4.

Figura 2.2

Detalle de indicadores de Capital humano.

BLOQUE 1: CAPITAL HUMANO		
Elemento	Indicador	Detalle del indicador
Satisfacción del personal	Índice de motivación de investigadores	Grado de motivación de investigadores (encuesta), ya sea por reconocimiento en el mundo académico, por reducir el trabajo en otras labores, por obtener más ingresos económicos o por otros incentivos.
Estructura del personal	Número de investigadores equivalentes a tiempo completo	Cantidad total de investigadores equivalentes
	Investigadores/líneas de investigación	Cantidad promedio de investigadores por línea de investigación.
	Número mínimo de investigadores por línea de investigación	Balance de investigadores; distribución equitativa de investigadores por líneas de investigación.
	Asistentes/investigadores	Ratio para medir el apoyo de personal a los investigadores.
	Record histórico de investigaciones/investigador	Experiencia como investigador: total de investigaciones hechas a lo largo de su vida por investigador.
Competencia	Calificación de investigadores	Calidad de los investigadores según informes de evaluación internos.
	% Doctores	Porcentaje de investigadores que tienen el grado de Doctor respecto al total de investigadores que publica-

Nota: Tomado de Saravia (2010).

Figura 2.3

Detalle de indicadores de Capital estructural.

BLOQUE 2: CAPITAL ESTRUCTURAL		
Elemento	Indicador	Detalle del indicador
Propiedad intelectual	Número de publicaciones disponibles (libros)	Número de publicaciones propias del centro que están a disposición de los investigadores; investigaciones pasadas que han sido publicadas en formato de libro impreso.
	Número de investigaciones (base de datos)	Base de datos de investigaciones, internas y externas, que no han sido publicadas; acceso a formato digital.
	Número de artículos (base de datos)	Base de datos de artículos (<i>papers</i>) de difusión de resultados de investigaciones; acceso a formato digital.
Tecnología de Información	Número de <i>papers</i> (base de datos internacionales)	Acceso a base de datos internacionales (externa) en formato digital.
Procesos de apoyo/Captación de conocimientos	Número de suscripciones en revistas	Número de revistas presentes en la hemeroteca; revistas que la universidad recibe por estar suscritos.
	Número de títulos en biblioteca	Número de libros consultados (que no sean antiguos) en la Biblioteca de la universidad.
Tecnología de proceso	Número de documentos y manuales internos	Documentos y manuales de consulta de metodología de la investigación, mejores prácticas, etcétera.

Nota: Tomado de Saravia (2010).

Figura 2.4

Detalle de indicadores de Capital relacional.

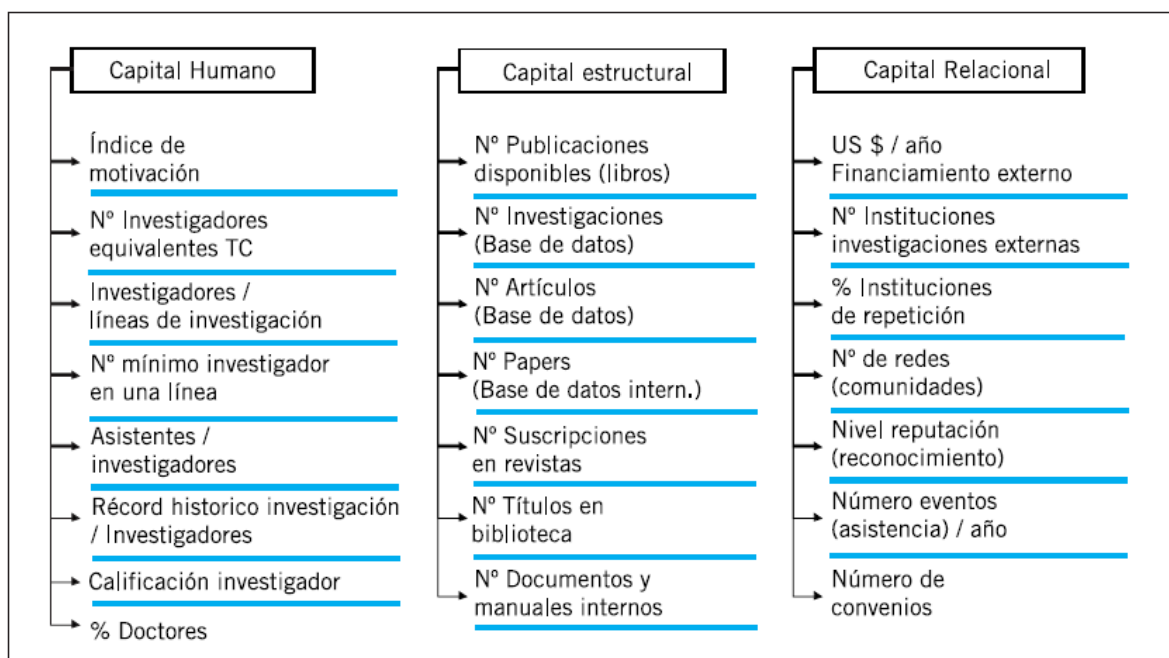
BLOQUE 3: CAPITAL RELACIONAL		
Elemento	Indicador	Detalle del indicador
Relación con clientes	US \$ / año de financiamiento externo	Facturación total obtenida de fuentes externas de financiamiento
	Nº instituciones investigaciones externas	Número de instituciones que financian investigaciones externas
Lealtad de clientes	% instituciones de repetición	% de instituciones que han financiado más de una investigación
Interrelación otros agentes	Nº de redes (comunidades)	Número de redes o comunidades en las cuales los investigadores forman parte
	Número de eventos (asistencia)/año	Número de eventos en los que participan los investigadores
Reputación nombre empresa	Nivel de reputación (reconocimiento)	Nivel de imagen y reputación; reconocimiento de la sociedad medida por encuestas
Alianzas estratégicas	Número de convenios	Número de convenios que se mantienen activos con otras instituciones para apoyar o realizar investigaciones conjuntas.

Nota: Tomado de Saravia (2010).

Los indicadores presentados permiten identificar 22 activos intangibles relevantes. Los mismos se resumen en la Figura 2.5.

Figura 2.5

Indicadores de gestión de capital intelectual en centros de investigación.



Nota: Tomado de Saravia (2010).

Esta fase se encuentra estructurada por una secuencia de pasos los cuales son:

Paso #1: Identificar los procesos generadores de activos intangibles, con el propósito de incorporar esta visión a la gestión de procesos. Esta información se recoge en una tabla como la que se presenta en la Tabla 2.4 donde se muestra el listado de indicadores por bloques y se identifica el proceso generador de activo intangible.

Tabla 2.4

Procesos generadores de activos intangibles

Indicadores de gestión de capital intangible	Procesos
E1: Número de investigaciones publicadas en base de datos	
E2: Número de investigaciones no publicadas en base de datos	

E3: Número de artículos en la base de datos	
E4: Número de <i>papers</i> (Base de datos internacionales)	
E5: Número de suscripciones en revistas	
E6: Número de títulos en biblioteca	
E7: Número de documentos y manuales internos	
R1: US \$ / año financiamiento externo (ya propuesto)	
R2: Nº. instituciones investigaciones externas	
R3: % instituciones de repetición.	
R5: Aporte en incremento de reputación	
R6: Número de eventos: Asistencia / año	
R7: Número de convenios	
H1: Índice de motivación	
H2: Número de investigadores equivalentes a tiempo completo.	
H3: Investigadores / Líneas de investigación	
H4: Número mínimo de investigadores en una línea	
H5: Asistentes / Investigadores	
H6: Récord histórico investigaciones / Investigadores	
H7: Calificación de investigadores	
H8: % de doctors	

Nota: Elaboración propia.

Paso #2: Elaborar un nuevo mapa de procesos en el caso que corresponda ya que del análisis anterior pueden surgir nuevos procesos que el Centro no tiene identificado o que los realiza de manera informal.

Fase IV: Gestión de procesos incorporando la gestión del conocimiento

Objetivo: aplicar el marco teórico relacionado con la gestión del conocimiento de manera que permita relacionar los procesos de gestión del conocimiento (GC) con los procesos del Centro.

Los procesos relacionados con la GC permiten identificar y estructurar actividades de creación, captación y transmisión de conocimientos. En la Figura 2.6 tomada de Saravia (2010) se muestran las actividades que se proponen utilizar.

Figura 2.6

Actividades de creación, captación y transmisión de conocimientos

Actividades de generación de conocimientos		Conocimiento generado	
		Conocimiento explícito	Conocimiento tácito
Origen	Conocimiento explícito	Combinación A1: Elaborar documentos y/o manuales de metodología de la investigación. A2: Elaborar documentos y/o manuales técnicos (teorías y técnicas específicas, métodos de procesamiento, etcétera). A3: Facilitar acceso a <i>papers</i> , investigaciones y resumen de resultados en formato digital. A4: Facilitar acceso a catálogo virtual de libros, revistas y bases de datos internacionales.	Interiorización A5: Capacitación permanente en metodología de investigación por medio de web. A6: Capacitación permanente en teorías, técnicas y métodos por la web. A7: Capacitación permanente mediante el análisis de investigaciones realizadas por la web. A8: Capacitación permanente en «mejores prácticas» por medio de la web. A9: Consulta de recursos en web durante la investigación (revisar A5; A6; A7 y A8). A10: Consulta de recursos recomendados por comunidades virtuales.
	Conocimiento tácito	Exteriorización A11: Explicitar (documentar) mejores prácticas.	Socialización A12: Transmisión de conocimientos entre investigadores. A13: Transferencia de conocimiento tácito en el ámbito académico. A14: Comunicación en redes y comunidades virtuales de aprendizaje. A15: Participación de investigadores en eventos.

Nota: Tomado de Saravia (2010).

Asimismo, Saravia (2010) plantea estrategias de generación de conocimientos como se muestra en la Figura 2.7 para implementar las quince actividades de generación de conocimientos expuestas anteriormente.

Figura 2.7

Estrategia para implementar las actividades de conocimiento.

Actividades de generación de conocimientos		Conocimiento generado	
		Conocimiento explícito	Conocimiento tácito
Origen	Conocimiento explícito	Combinación <i>Ba</i> Sistematizador Preparar documentos y facilitar estos recursos por la web (documentar y digitalizar). Actividades A1, A2, A3, A4	Interiorización <i>Ba</i> Operativo Fomentar la capacitación permanente y la consulta durante las investigaciones, mediante lecturas <i>on-line</i> . Actividades A5, A6, A7, A8, A9, A10
	Conocimiento tácito	Exteriorización <i>Ba</i> Dialogante Fomentar una cultura colaborativa en el aprendizaje de los investigadores, mediante los esfuerzos por explicitar el conocimiento tácito. Actividad A11	Socialización <i>Ba</i> Originario Promover reuniones de intercambio de experiencias y vivencias entre investigadores, y fomentar jornadas de reflexión. Actividades A12, A13, A14, A15

Nota: Tomado de Saravia (2010).

Esta fase se encuentra estructurada por una secuencia de pasos los cuales son:

Paso # 1: Analizar las actividades de generación de conocimiento en comparación con los procesos que se definieron anteriormente y asignar actividades a cada uno de los procesos. Para ello se utiliza la Tabla 2.5.

Tabla 2.5

Incorporación de actividades de generación de conocimientos a los procesos

Procesos		Actividades de generación de conocimiento
P1		
P2		
P3		
...		
Pn		

Nota: Elaboración propia

Fase V: Planeación estratégica

Objetivo: Establecer la proyección estratégica del Centro relacionada con el desarrollo de capacidades tecnológicas en particular haciendo uso del Nivel de Madurez Tecnológica (*Technology Readiness Levels, TRL*, en inglés). Se trata de aplicar herramientas que son utilizadas para la toma de decisión en los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) de tecnologías específicas en este caso las energéticas.

La innovación basada en la ciencia parte desde la generación del conocimiento original y dónde se hace (un grupo de trabajo en una empresa o grupo social, conjunto de investigadores en una entidad académica) y llega hasta la comercialización en el mercado, o su apropiación para beneficio de una comunidad o grupo social. Este proceso no es simple y requiere de herramientas que permitan clasificar sus etapas y las características de éstas en términos técnicos, de proceso y de negocio. De esta manera el TRL se presenta como una efectiva herramienta de amplio uso y reconocimiento internacional.

La aplicación del TRL¹ permite caracterizar el nivel de avance de una tecnología en aspectos de escala, fidelidad (fase especulativa, prueba de concepto, validación, demostración o idéntica a las de operación) y ambiente (simulación, en condiciones similares a las reales, relevantes u operativas) para lograr su comercialización. Sin embargo, será necesario hacer operacional la herramienta comprendiendo y adaptando las definiciones de los niveles que plantea, lo que resultará en una escala o métrica ajustada al caso que se trate (sector, tipo de tecnología, etc.). Por lo que para el presente estudio se propone como el reconocimiento e introducción de la herramienta con la consideración de los resultados que aporta para ser incluidos en el proceso de proyección estratégica del Centro.

En este trabajo se propone el uso de TRL como herramienta para la evaluación de la capacidad de desarrollo tecnológico de un Centro de estudio e investigación. La factibilidad que brinda la escala TRL de ser ajustada tanto al propósito como en su modo de uso para diferentes actores y contextos, la hacen una propuesta válida para usarse en el proceso de planeación y también como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones en la gestión del Centro; un centro

¹ Esta herramienta es también ampliamente utilizada, a nivel mundial, para programas nacionales de I+D+i, para comparar tecnologías que compiten por una misma solución, para conocer el nivel de financiamiento y madurez del negocio y como una herramienta de planeación y toma de decisiones. Por su importancia ha sido adaptada a sectores como la salud y el sector energético en EU. (EARTO, 2014) ápod Martínez Tagueña et al. (2016)

de estudios e investigación deberá evaluar, proyectar y comunicar el desarrollo de las capacidades tecnológicas que investiga, de esta forma planear su recorrido y conocer necesidades de recursos se convierten en aspectos críticos para su gestión.

Se resalta que se entiende la “tecnología” desde un concepto amplio como un proceso social, se reconoce el concepto de “tecnología social” como aquella que es susceptible de ser utilizada para el empoderamiento ciudadano y, en especial, para el desarrollo autónomo de proyectos colaborativos con la finalidad de que sean apropiadas por las comunidades de usuarios y les den usos novedosos.

Asimismo, se reconoce la presencia de la innovación social, entendida como “la aplicación de ideas y prácticas novedosas en el ámbito de la gestión pública con la finalidad de generar valor social, que satisfagan mejor las necesidades sociales y servicios públicos de mayor calidad, mediante la asignación y utilización de los recursos públicos” (Martínez et al., 2016).

Paso #1: Evaluación de NMT del Centro

Aplicar la guía elaborada por CONACyT adaptada del modelo de Niveles de Maduración Tecnológica de la NASA y se complementa con conceptos del Modelo Nacional de Gestión de Tecnología (NMX-GT-004-IMNC-2012). Esta guía podrá ser aplicada a nivel de Centro y/o al nivel de avance de un proyecto. Se presenta dicha guía en la Figura 2.8.

Figura 2.8

Guía CONACyT

Nivel de Madurez de Tecnológica	Elementos clave	ID	Parámetros esperados al final de la etapa. Si no ha cumplido con los siguientes aspectos, se encuentra en un nivel inferior del TRL.
Desarrollo de la invención	1 Investigación básica. Principios básicos observados y reportados. Artículos científicos publicados sobre los principios de la nueva	1	¿Finalizó con la investigación básica de su idea?
		2	¿Identificó principios de investigación básica que pudieran trasladarse en principios nuevos que puedan ser utilizados en nuevas tecnologías?
	2 Investigación de Laboratorio. Concepto tecnológico y/o aplicación tecnológica formulada. <u>Investigación aplicada.</u> Publicaciones o referencias que subrayan las aplicaciones de la nueva tecnología. <u>Inicio de la invención.</u>	1	¿Realizó un análisis de los artículos científicos, modelos o teorías científicas que respaldan la aplicación de la idea en algún área tecnológica?
		2	¿Realizó estudios de búsqueda y análisis de patentes a nivel nacional e internacional, y los resultados indicaron que no existe un desarrollo igual a su idea? (benck mark tecnológico)
		3	¿Ha explorado principios básicos de manufacturabilidad?
		4	¿Ha explorado posibles usuarios de la invención?
		5	¿Cuenta con un grupo de investigación que pueda facilitar la evaluación inicial de factibilidad de la tecnología?
		6	¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?

Validación de concepto	3	Investigación de Laboratorio. Prueba experimental de concepto Primera evaluación de la factibilidad de un concepto y su tecnología.	1	¿Tiene identificados los componentes de su invención tecnológica?
			2	¿Ha llevado a cabo algún proceso de validación de mercado sobre su invención? (I+D en laboratorio más primeras prácticas con posibles usuarios)
			3	¿Realizó/actualizó estudios de búsqueda y análisis de patentes a nivel nacional e internacional, y los resultados indicaron que no existe un desarrollo igual a su idea? (benchmark tecnológico)
			4	¿Los resultados de la búsqueda y análisis de patentes indicaron que la invención puede ser protegida mediante algún mecanismo de protección?
			5	¿Ha realizado un estudio sobre los aspectos regulatorios (comités de ética, normas, ISO's, y certificaciones) que son requeridos para su invención tecnológica?
			6	¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?
	4	Desarrollo Tecnológico. Validación tecnológica a nivel laboratorio Validación de un prototipo inicial con componentes integrados en laboratorio con baja confiabilidad de comportamiento.	1	¿Ha integrado los componentes principales de su invención tecnológica?
			2	¿Ha realizado pruebas de validación de efectividad de dicha invención en laboratorio?
			3	¿Ha explorado con mayor profundidad aspectos / certificaciones de manufacturabilidad relacionados con el desarrollo de su invención tecnológica?
			4	¿Ha continuado la validación de mercado de su invención con más entrevistas con usuarios potenciales y estudios de mercado?
			5	¿Su invención tecnológica funciona a nivel laboratorio?
			6	¿Identificó los riesgos tecnológicos de mercado y financieros con un plan de mitigación de los mismos?
			7	¿Actualizó el estudio de patentes nacionales e internacional, y tiene definida una estrategia de gestión de la propiedad intelectual? (benchmark tecnológico)
			8	¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?

Desarrollo de prototipo	5	Desarrollo Tecnológico. Tecnología validada en laboratorio pero en condiciones de un entorno relevante (condiciones que simulan condiciones existentes en un entorno real). La integración de los componentes empieza a ser de alta confiabilidad.	1	¿Ha probado su prototipo en laboratorio en condiciones de un ambiente real?
			2	¿Tiene plenamente identificadas y considerados aspectos de manufacturabilidad del futuro producto?
			3	¿El prototipo a escala real cumple con las normas y/o previsiones legales o del medio ambiente del sector?
			4	¿Actualizó el estudio de patentes nacionales e internacional, y tiene definida una estrategia de gestión de la propiedad intelectual? (benchmark tecnológico)
Producción piloto y demostración	6	Demostración tecnológica. Tecnología demostrada en un ambiente relevante (Para el caso de plataformas tecnológicas, el ambiente relevante debe considerar condiciones industriales, no de laboratorio experimental académico). Pre-producción de un producto, incluyendo pruebas en un ambiente real.	1	¿Tiene integradas las tecnologías de producto y manufactura en una planta piloto? (considerando todos los aspectos de manufacturabilidad)
			2	¿Tiene alineado el nuevo producto con las tecnologías de producción?
			3	¿Cuenta con usuarios potenciales que pruebe la producción a baja escala?
			4	¿Cuenta con una organización operativa acorde a las necesidades de operación de la producción? (mercado, tecnología, logística, producción y otros)
	7	Desarrollo de Producto. Demostración de <u>prototipo a nivel sistema</u> en un ambiente operativo real (sistema real) Producción a baja escala para demostración en ambiente operativo real.	5	¿Inició el proceso sobre el registro de las certificaciones requeridas por instancias gubernamentales para la producción y despliegue del prototipo?
			1	¿Cuenta con una proceso de manufactura operacional en baja escala? (produciendo productos comerciales)
			2	¿Cuenta con usuarios potenciales que prueben la versión final del producto?
			3	¿Cuenta con una estructura organizacional adecuada para la implementación?
			4	¿Cuenta con un producto terminado para prueba de primeros clientes?

Introducción inicial al mercado	8	Desarrollo de Producto. Sistema completo y evaluado Manufacturabilidad probada y validada para ambiente real. Sistema completo y certificado. Producto o servicio comercializable. Resultados de las pruebas del sistema en su configuración final.	1	¿Se encuentra manufacturando el producto en su versión final?
			2	¿Tiene un producto comercializable?
			3	¿Su organización es operativa al 100%?
			4	¿Su prototipo cumple con estándares de la industria en cuestión?
			5	¿Elaboró los documentos para la utilización y mantenimiento del producto (manual del usuario, soporte técnico)?
Expansión de mercado	9	Producto terminado. Pruebas con éxito en entorno real. Despliegue. Tecnología disponible en el mercado. Aplicación comercial.	1	¿Cuenta con producción sostenida?
			2	¿Cuenta con un producto que cuenta con un crecimiento de mercado?
			3	¿Cuenta con cambios incrementales de producto que le lleven a crear nuevas versiones?
			4	¿Los procesos de manufactura y producción son optimizados a través de innovaciones incrementales?

Nota: Tomado de Martínez et. al (2016)

En la Tabla se resaltan, a modo de ejemplo, algunos criterios que desde un nivel tan temprano como TRL de nivel 1 y 2 relacionados con –Desarrollo de la invención y Validación del concepto, se necesita cumplir estando vinculados con la gestión de propiedad intelectual y estudio de mercado.

A continuación se exponen una serie de conceptos necesarios para una mayor comprensión de la misma.

Investigación y Desarrollo Experimental (I+D): Es una actividad de innovación tecnológica puede ser llevada a cabo en diferentes fases del proceso de innovación, siendo utilizada no sólo como la fuente de ideas creadoras sino también para resolver los problemas que pueden surgir en cualquier fase de dicho proceso hasta su culminación. Comprende la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.

La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.

La investigación aplicada consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.

El desarrollo experimental consiste en trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y está

dirigido a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes

Innovación: Es la introducción al mercado de un producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización o método organizacional nuevo o significativamente mejorado, por parte de una organización. Observe que sus principales características son que es algo nuevo, único y comercializable.

Innovación tecnológica: Innovación que se distingue por una mejora o novedad en las características del desempeño de los productos o servicios, y su aplicabilidad en la práctica dependerá del grado en que dichas características y su grado de novedad sean un factor importante en las ventas de una empresa o industria concerniente.

Desarrollo tecnológico: Desarrollo Tecnológico. Uso sistemático del conocimiento y la investigación dirigidos hacia la producción de materiales, dispositivos, sistemas o métodos incluyendo el diseño, desarrollo, mejora de prototipos, procesos, productos, servicios o modelos organizativos.

Propiedad intelectual: Conjunto de derechos de carácter exclusivo que otorga el Estado, por tiempo determinado, a las personas físicas o morales que han realizado creaciones intelectuales abarcando las obras contempladas por la Propiedad Industrial, Derechos de Obtentor y el Derecho de Autor.

Pruebas: Se refiere a todas las actividades que sean requeridas para validar y demostrar la funcionalidad de los componentes así como su aplicación.

Principios básicos: Es aquello que sustenta, respalda y da validez a la idea y traza la línea de investigación.

Validación comercial / Quick Look: Poder identificar-validar, a través del contacto con fuentes primarias directas, las secciones del CANVAS² relacionadas con los segmentos de clientes, mercado y propuesta de valor que agrega la oferta tecnológica.

El *Quick Look* contiene lo siguiente, utilizando como referencia fuentes secundarias como marco referencial, pero principalmente de fuente primarias (de preferencia al menos 100

² Es la herramienta para analizar y crear modelos de negocios de forma simplificada. Se visualiza de manera global en un lienzo dividido en los principales aspectos que involucran al negocio y gira en torno a la propuesta de valor que se ofrece (Carazo, 2017).

entrevistas con actores clave de la industria en cuestión): Descripción de la tecnología, beneficios potenciales, mercados potenciales para la comercialización, interés de los mercados, estado que guarda el desarrollo tecnológico, proceso de protección intelectual, tecnologías que compiten y competidores “análisis de benchmarking”, identificación de barreras de entrada al mercado, recomendaciones, medición del nivel potencial de comercialización, realizar entrevistas con expertos de mercado y de transferencia de tecnología y documentación de entrevistas (Internet, presenciales, telefónicas, grupos de enfoque, etc.).

Ambiente operativo real: Pruebas y validaciones con usuarios reales y potenciales.

TRL y energía

Para el caso particular de un Centro dedicado al estudio e investigación del tema energético se propone la dada por “*Technology Readiness Assessment Guide*” (Nolte et al., 2003) (TRA Guide) de la Oficina de Gestión Ambiental del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE/EM), empleada para la evaluación y desarrollo de proyectos tecnológicos.

De manera general, el proceso permite:

- Identificación de los elementos críticos de la tecnología
- Asignación y evaluación del nivel de maduración tecnológica (TRL)
- Desarrollo de un plan de maduración tecnológica

En la Figura 2.9 se muestra TRL para el caso energético.

Figura 2.9

Niveles y criterios de evaluación de los TRL según el DOE.

NIVEL RELATIVO DE TECNOLOGÍA	TRL	ESCALA	FIDELIDAD	AMBIENTE	DOCUMENTACIÓN
Sistema Operante	TRL 9	Completa	Idéntica	Operativo (rango completo)	-
Sistema Comisionado	TRL 8	Completa	Idéntica	Operativo (rango limitado)	-
	TRL 7	Completa	Similar	Relevante	-
Demonstración Tecnológica	TRL 6	Ingeniería Planta piloto	Similar	Relevante	Los resultados de las pruebas de laboratorio de un sistema prototipo que está cerca de la configuración deseada en términos de rendimiento, peso y volumen. ¿Cómo difiere el entorno de la prueba del entorno operativo? ¿Quién lleva a cabo las pruebas? ¿Cuál fue el comportamiento de la prueba en comparación con las expectativas? ¿Cuáles fueron los problemas, si se detectaron? ¿Cuáles eran los planes para resolver los problemas antes de pasar al siguiente nivel?
Desarrollo de la Tecnología	TRL 5	Laboratorio	Similar	Relevante	Los resultados de la prueba de un sistema a nivel laboratorio se integran con otros elementos de soporte en un entorno operativo simulado. ¿Cómo difiere el entorno relevante del entorno operacional esperado? ¿Cómo se comparan los resultados de la prueba con los datos esperados? ¿Qué problemas se detectaron?
	TRL 4	Laboratorio	Partes	Simulado	Conceptos del sistema que se han considerado y los resultados de las pruebas a escala de laboratorio. Se hace referencia a quién y cuándo hizo este trabajo. Proporcionar una estimación de cómo la tecnología y los resultados de las pruebas difieren de las metas esperadas del sistema.
Investigación para probar la	TRL 3	Laboratorio	Partes	Simulado	Resultados de las pruebas de laboratorio realizadas para medir parámetros de interés y la comparación con las predicciones analíticas para subsistemas críticos. Se hace referencia a quién, dónde y cuándo realizó estas pruebas y comparaciones.
factibilidad	TRL 2		Artículo		Publicaciones u otro tipo de publicaciones que describen la aplicación y que proporcionan un análisis para apoyar el concepto.
Investigación de la Tecnología	TRL 1		Artículo		Investigación publicada que identifica los principios subyacentes a la tecnología. Se hace referencia a quién, dónde y cuándo.
Básica					

Nota: Tomado de Martínez et al. (2016)

Paso #2: Diseño de proyecto estratégico del Centro

La realización de esta proyección la desarrolla el equipo de trabajo definido para ello, el que en ocasiones puede contar con comités o personas asesores que también pueden participar del proceso. En esta etapa el equipo de trabajo deberá definir los objetivos estratégicos, criterios de medida e indicadores que permitan desarrollar y evaluar su desarrollo para un horizonte estratégico previamente definido.

Paso #3. Elaborar mapa estratégico del Centro

En este paso auxiliándose de la herramienta mapa estratégico de Kaplan y Norton (2004) se establecen, las perspectivas que se proponen respetan y son coherentes con los fundamentos que Kaplan y Norton (2004) que ellos establecen en la inducción de los procesos y los resultados organizacionales.

Paso #4. Implantación

En este proceso se necesitan consolidar algunas rutinas y habilidades, así como crear otras que permitan responder a los cambios y objetivos planteados, lo cual debe generar un nuevo marco de aprendizaje donde se instauren nuevos hábitos.

En la medida que se logre un «balance» entre lo que ocurre habitualmente y que garantiza continuidad, a la vez que se cuestionan, se adoptan y generan nuevas rutinas organizativas se hace posible que la implantación forme parte del continuo proceso de aprendizaje del Centro. Para lograr esta dinámica es relevante el papel de la dirección orientada a examinar y cuestionar sistemáticamente las acciones que se desarrollan.

Fase VI: Seguimiento y control

Objetivo: dar seguimiento a la implantación y controlar el impacto de las actividades del plan de acciones para desarrollar la gestión estratégica de innovación en el Centro.

Paso #1: Control estratégico

Se supervisa y da seguimiento a la implantación de cada una de las actividades del plan de acciones para desarrollar la innovación en el Centro.

Es de destacar que este control permite actuar antes de, durante y posterior a la evaluación del desempeño del Centro; también se tendrá en cuenta que se necesita de un periodo de tiempo razonablemente amplio para que el Centro alcance valorar cambios en su nivel de TRL.

Conclusiones parciales

Al término del presente capítulo se arriba a las siguientes conclusiones:

1. La metodología diseñada para la gestión y desarrollo estratégico desde un Centro de estudio e investigación y centrada en el desarrollo de capacidades tecnológicas para la innovación resulta de una adaptación de la propuesta por Saravia (2010). Desde esta metodología se plantean seis fases y 14 pasos. Relacionadas con esta se identifican un conjunto de características que permiten resaltar los aspectos fundamentales en los que se centra.
2. La medición del nivel de madurez tecnológica permite caracterizar el nivel de avance de una tecnología lo que resulta de gran utilidad en la propuesta metodológica que se realiza y lo que aporta para ser incluidos en el proceso de proyección estratégica de un Centro.



CAPÍTULO III

Capítulo III: Aplicación de metodología en el Centro de Estudio de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos

Introducción

La aplicación de la metodología propuesta que se presenta en este capítulo intenta revelar (ejemplificar) los aspectos y criterios que de manera organizada deben ser considerados para establecer una proyección estratégica de la gestión de la innovación en un Centro de estudio e investigación.

Tomando el CEEMA como un caso válido para su aplicación se desarrolla la metodología en cinco de sus seis fases y 11 de sus 14 pasos. En particular la fase V, paso #2 propone de manera general los aspectos que deben ser trabajados en el seguimiento de este estudio.

3.1 Aplicación de la metodología

Fase I: Diagnóstico estratégico

Paso #1: Reconocimiento del Centro.

Antecedentes obligados

La Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” se funda a partir de la Universidad de Las Villas, siendo esta el centro matriz de la Universidad de Cienfuegos y la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”.

A la altura del año 1971 se decide trasladar para la provincia de Cienfuegos, grupos de energía de la Universidad de Villa Clara. A partir del surgimiento de algunas empresas como la Refinería y la Termoeléctrica, finalmente se desplaza el departamento de energía en su totalidad.

En el año 1976 se comienza a realizar un trabajo intenso en el campo de la energía y por petición se plantea el hecho de eliminar la combustión de petróleo en los centrales azucareros. Es así como se inicia una ardua labor para reducir y eliminar el uso del petróleo, creándose un precedente de buen trabajo en el uso de la energía.

Posteriormente, en el año 1990 el director de departamento y el vicerrector de postgrado participan en un fórum de energía realizado en México e interactúan con el Sistema de Gestión

de Energía (SGE), tomando de este el conocimiento y la experiencia; comenzándose a desarrollar notablemente a nivel de país. Otros países como Colombia, Ecuador, Venezuela a partir de la interacción con universidades deseaban contar con este sistema, por lo que la Universidad de Cienfuegos (UCf) mediante personal capacitado realizó asesorías que contribuyeron a la transferencia de conocimientos.

En el año 2011 se crea la ISO 50001 y surge en Cuba el SGE basado en la norma NC ISO 50001 en empresas cubanas, aplicándose a muchas de estas instituciones. El centro continúa trabajando junto con la Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE) en el uso de esta norma en las diferentes empresas del territorio y del país para incrementar la eficiencia energética, la productividad y la competitividad de las empresas a través de la impartición de cursos de capacitación y promoción de acciones de divulgación y sensibilización sobre la implementación de dicha norma.

En los últimos años el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) se ha dedicado a trabajar el uso de las fuentes renovables de energía y surge la necesidad de separar las acciones de carácter docente de las investigaciones y proyectos, sucediendo una interacción a nivel internacional en todas las líneas que trabaja.

Caracterización del Centro de Estudio

La Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” sostiene a lo largo de los años, el tema de estudios ambientales en sus distintas facultades, y cómo incluye el medio ambiente en sus líneas de investigación. En el caso de la Facultad de Ingeniería está definido hace más de 10 años, su línea se basa en la energía sostenible, en la producción más limpia y en una economía ecológica.

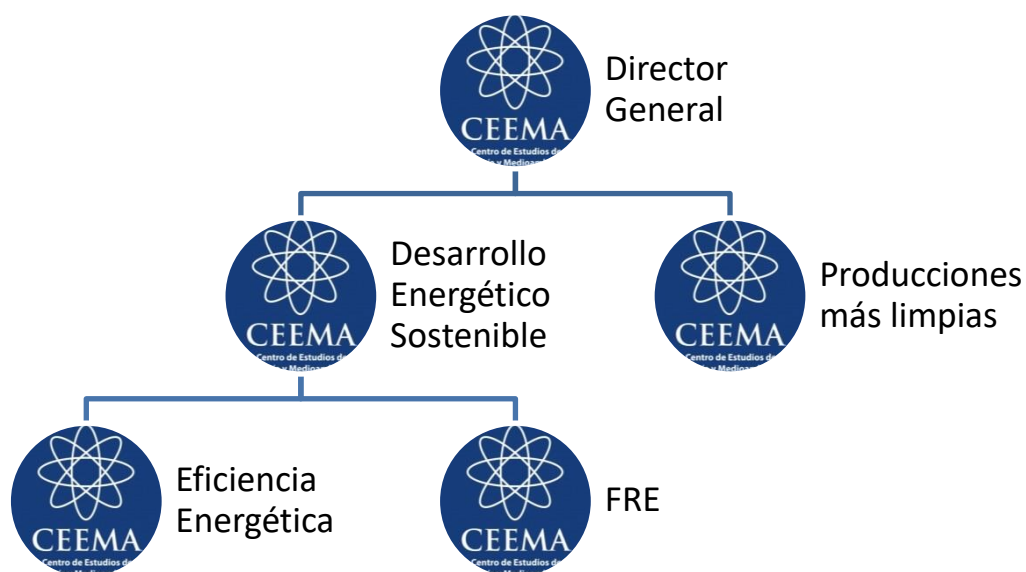
Como muestra del desarrollo de procesos dedicados al tema de medio ambiente, surge en el año 1994 el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente, consolidando el trabajo realizado por la antigua Facultad de Ingeniería Mecánica en el campo de la eficiencia energética y del uso racional de la energía, además de llevar el peso fundamental de la docencia de pregrado y postgrado en el área energética, así como las investigaciones y prestación de servicios en esa temática.

El Centro se ubica en la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cuatro Caminos Carretera a Rodas, km 3 1/2, Cienfuegos, Cuba.

Posee una organización interna a partir de varios grupos de investigación (3) en dos líneas de investigación: desarrollo energético sostenible y producciones más limpias, lo que se representa en la Figura 3.1.

Figura 3.1

Organigrama del CEEMA



Nota: Elaboración propia

Es el CEEMA un centro multidisciplinario, lo integran profesionales competentes en varias disciplinas. Se destacan la Ingeniería Mecánica, Química, Eléctrica, en Control Automático y Telecomunicaciones.

En la Tabla 3.1 se muestra un desglose de la plantilla del centro.

Tabla 3.1

Desglose de la plantilla del CEEMA

Plantilla aprobada	14
Plantilla cubierta	9
Doctores en Ciencias Técnicas y titulares	3
Máster (instructor y profesor auxiliar)	2

Adiestrado	1
Jubilados recontratados	3

Nota: Elaboración propia

El Centro está destinado a desarrollar los conocimientos en el campo de la eficiencia energética, las FRE y el medio ambiente, así como llevar el peso fundamental de la docencia de pregrado y postgrado en el área energética, las investigaciones y prestación de servicios en esa temática.

Dentro de la planeación estratégica de la organización y para el logro de las funciones tiene definidas su misión, visión, objetivos y valores, los que se resumen a continuación (Becerra, 2016):

Misión

La misión del centro, consiste en desarrollar actividades de I+D+i, de formación de posgrado y capacitación, encaminadas a la mejora del desempeño energético, ambiental y productivo de los sectores de producción y servicios.

Visión

Mientras, su visión parte de lograr el incremento de la eficiencia energética, el uso de fuentes renovables, reducir el consumo de agua, materias primas y emisiones de todo tipo, así como el desarrollo de estudios de sostenibilidad; para de esta forma contribuir a la formación integral de profesionales de la Educación Superior Cubana.

En ambas se identifica su compromiso con la Revolución y con sus principios, se refleja las expectativas de los miembros de la organización y sobre todo las motivaciones para desarrollar acciones por parte de la dirección. Se corresponden con los valores y principios de la propia universidad donde radican.

Objetivo

Su objetivo es formar profesionales competentes en las ramas del saber que involucran las líneas de investigación del Centro, se basa en un proceso formativo de concepciones,

principios, normas y valores para lo cual dispone de un capital humano de elevado nivel científico y un notable camino en su trabajo.

Objetivos estratégicos

- Mejorar la calidad de los procesos educativos de la UCf con resultados de investigaciones que tributen a las líneas de investigación liderada por el CEEMA.
- Incrementar la motivación, la preparación, el compromiso de los profesores, investigadores y trabajadores en la superación.
- Ampliar la efectividad de la colaboración internacional expresada en la participación de especialistas en redes, organizaciones y proyectos.
- Desarrollar docencia de pregrado y postgrado (cursos, entrenamientos, diplomados, maestría y doctorado) que proponga un proceso formativo de concepciones, principios, normas y valores.
- Responder a la necesidad de que el ser humano encuentre una ética, una forma más ecológica y social de analizar la realidad que influyan en los comportamientos ciudadanos y las formas de gobernar y administrar los recursos materiales y humanos.

Valores, parte de la cultura organizacional

Los valores organizacionales son el conjunto de creencias que una organización tiene sobre su quehacer diario. Por ende son el soporte de la cultura organizacional, inspiran y dan marco a la misión, visión y objetivos de la organización. Los valores organizacionales deben incorporarse, de tal manera que se manifiesten y sean tangibles en la actividad diaria de cada uno de los miembros del centro; los valores reconocidos son:

- Profesionalidad: Calidad, entrega, desempeño con eficacia, resultados, oficio, integridad, respeto, eficiencia, hacer las cosas bien hechas, amor, creatividad, sentido de pertenencia, capacidad, conocimiento, auto perfeccionamiento, calificación, autocrítica.
- Ética: Mantener nuestros principios para con la organización. Actuar basado al respeto a los demás.
- Inteligencia: Capacidad, audacia, persistencia, dedicación, flexibilidad, creatividad, innovación, capacidad empática, visión, conocimiento, comunicación.
- Respeto: Reconocimiento, aprecio y valoración de las cualidades y derechos de los demás, ya sea por su valor como persona, conocimiento, experiencia, actuación o normas.

- **Honestidad:** Alta moral política ideológica y ética revolucionaria. Combatir manifestaciones de enfrentamiento a la revolución cubana, no apropiarse de lo ajeno ni permitir que otros lo hagan. No distorsionar la realidad del servicio.
- **Responsabilidad:** Asumir las consecuencias de nuestras acciones y decisiones con apego a la justicia y al cumplimiento del deber en todo el sentido.
- **Patriotismo:** El amor a nuestra patria, defenderla en todo momento así como nuestra ideología.
- **Trabajo en equipo:** Propiciar y potenciar el espíritu de cooperación y colaboración y la organización del trabajo en torno a nuestros equipos, la participación es un factor fundamental.

Resultados relevantes del CEEMA

Al CEEMA se le reconoce en su línea de Transformaciones Energéticas y sostenibles un Premio Nacional de Investigación Científica en la Academia de Ciencia Cubana (ACC). Durante el período del año 2013 al 2018, obtuvo 22 premios provinciales de Investigación Científica, 8 de Innovación Tecnológica y 4 de otras categorías. Además realizó 34 proyectos de investigación asociados al Programa Nacional de Ciencia y Técnica “Eficiencia y Economía energética” y 83 publicaciones divididas en cuatro grupos.

En su línea de Producciones más Limpias alcanza su resultado más destacado en el año 2016 en conjunto con la Universidad Central de las Villas UCLV siendo el Premio de Investigación Científica de la Academia de Ciencias de Cuba. De igual forma en el período comprendido del año 2013-2018 obtienen 9 Premios Provinciales en Investigación Científica, 2 en Innovación Tecnológica y 5 en otras categorías. Realizaron 7 proyectos de Investigación y 34 publicaciones igualmente divididas en 4 grupos.

Paso #2: Análisis interno y externo para identificar las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que presenta.

Mediante el trabajo en grupo con investigadores y colaboradores del Centro se pudo identificar las principales debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades. A continuación, se expresan cada uno de estos aspectos:

Análisis interno

Debilidades

1. Pérdida de la masa crítica profesoral o científica de alta calificación.(Ver Figura 3.2)
2. Carencia de laboratorios para investigaciones científicas.
3. Falta de motivación profesional y económica en los jóvenes para trabajar en el CEEMA y la UCf.
4. Pérdidas de liderazgos nacionales en ramas del conocimiento científico (Gestión Energética).
5. No existe una pirámide de investigación, ni sistema de gestión claramente definida relacionada con el desarrollo estratégico de la ciencia en el Centro.

Fortalezas

1. Elevado nivel científico y docente del personal en el Centro.
2. Reconocida trayectoria a nivel nacional (prestigio del Centro).
3. Oferta de posgrados (doctorado y maestrías).
4. Desarrollo y participación en proyectos nacionales e internacionales.
5. Grupos de investigación donde vincular estudiantes en grupos científico estudiantil (UCf, UCLV, entre otras).
6. Personal competente para establecer y desarrollar laboratorios nacionales o con colaboración extranjera.

Análisis externo

Amenazas

1. Se continúa con la sistemática pérdida del personal.
2. Limitaciones económicas para laboratorios.
3. No se avizora cambios en la política salarial para la docencia y la investigación.
4. Se establecen nuevos espacios universitarios y entidades productivas (ONURE) con liderazgo en la temática.

Oportunidades

1. Disponibilidad de una elevada masa de estudiantes para trabajar en grupos científicos estudiantiles.
2. Se incrementa la gestión de proyectos y contratos empresariales para innovación e investigación en las temáticas energéticas.

3. Se potencia el uso de las FRE en el campo de la Gestión Energética.
4. Se establece una política nacional enfocada al desarrollo de la temática desde lo local.
5. Apertura de nuevos actores económicos con una demanda potencial de conocimiento sobre el tema (Pequeñas y Medianas Empresas PYMES).

Del año 2000 a la fecha, el Centro ha tenido una pérdida considerable y sostenida de su personal científico y profesoral principalmente dado por el factor de emigración el cual se ha ido agravando con el transcurso de los años.

Estas pérdidas agrupadas por Doctores, Máster e Ingenieros.

Figura 3.2

Pérdida de personal en el CEEMA desde el 2000 al 2021.



Nota: Elaboración propia.

Por su parte, otros criterios relacionados con algunas limitaciones del Centro que aunque no fueron identificadas como debilidades si deben ser expuestas a criterio de las autoras por la importancia que se les brinda. En este caso las actividades relacionadas con la comunicación de la ciencia, la asesoría legal y la informatización siguen siendo aspectos que pueden tener una mejora significativa en el Centro.

Luego de ser identificados las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que presenta el Centro se procede a realizar la Matriz DAFO. Ver Tabla 3.2

Tabla 3.2

Matriz DAFO del CEEMA

Análisis DAFO	
Debilidades	Amenazas
1. Pérdida de la masa crítica profesoral o científica de alta calificación.	1. Se continúa con la sistemática pérdida del personal.
2. Carencia de laboratorios para investigaciones científicas.	2. Limitaciones económicas para laboratorios.
3. Falta de motivación profesional y económica en los jóvenes para trabajar en el CEEMA y la UCf.	3. No se avizora cambios en la política salarial para la docencia y la investigación.
4. Pérdidas de liderazgos nacionales en ramas del conocimiento científico (Gestión Energética).	4. Se establecen nuevos espacios universitarios y entidades productivas (ONURE) con liderazgo en la temática.
5. No existe una pirámide de investigación, ni sistema de gestión claramente definida relacionada con el desarrollo estratégico de la ciencia en el Centro.	
Fortalezas	Oportunidades
1. Elevado nivel científico y docente del personal en el Centro.	1. Disponibilidad de una elevada masa de estudiantes para trabajar en grupos científicos estudiantiles.
2. Reconocida trayectoria a nivel nacional (prestigio del Centro).	2. Se incrementa la gestión de proyectos y contratos empresariales para innovación e investigación en las temáticas energéticas.
3. Oferta de posgrados (doctorado y maestrías)	3. Se potencia el uso de las FRE en el campo de la Gestión Energética.
4. Desarrollo y participación en proyectos nacionales e internacionales.	4. Se establece una política nacional enfocada al desarrollo de la temática desde lo local
5. Grupos de investigación donde vincular estudiantes en grupos científico estudiantil (UCf, UCLV, entre otras).	5. Apertura de nuevos actores económicos con una demanda potencial de conocimiento sobre el tema (Pequeñas y Medianas Empresas

	PYMES)
6. Personal competente para establecer y desarrollar laboratorios nacionales o con colaboración extranjera.	

Nota: Elaboración propia.

Se continúa el procesamiento con el trabajo de los expertos, donde se evalúan el nivel de impacto que presenta en los factores internos y externos identificados anteriormente, para lo que se le confiere una puntuación a esta interacción. La influencia puede ser alta, media, baja o nula y para esto se anota 3, 2, 1 y 0 respectivamente. Ver Figura 3.3

Figura 3.3

Matriz de impactos cruzados

Escala de impactos 0=Nulo, 1=Bajo, 2=Medio, 3=Alto		CUADRANTE I: ¿CÓMO IMPACTA LA F1.X EN EL APROVECHAMIENTO DE LA O1.X?					CUADRANTE II: ¿CÓMO IMPACTA LA F1.X PARA ELIMINAR O ATENUAR EL EFECTO DE ESTA AMENAZA A1.X?				SUBTOTAL DE IMPACTO POR FORTALEZAS	
		O1	O2	O3	O4	O5	A1	A2	A3	A4		
		Disponibilidad de una elevada masa de estudiantes para trabajar en grupos científicos estudiantiles.	Se incrementa la gestión de proyectos y contratos empresariales para innovación e investigación en las temáticas energéticas.	Se potencia el uso de las FRIE en el campo de la Gestión Energética.	Se establece una política nacional enfocada al desarrollo de la temática desde lo local	Apertura de nuevos actores económicos con una demanda potencial de conocimiento sobre el tema. Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES)	Se continúa con la sistemática pérdida del personal.	Limitaciones económicas para laboratorios.	No se avizora cambios en la política salarial para la docencia y la investigación.	Se establecen nuevos espacios universitarios y entidades productivas (CONURE) con liderazgo en la temática.		
F1	Elevado nivel científico y docente del personal en el Centro.	3	3	3	3	3	2	1	1	1	20	
F2	Reconocida trayectoria nivel nacional (Prestigio del centro)	3	3	3	3	3	1	1	1	2	20	
F3	Oferta de posgrados (doctorado y maestrías)	3	3	3	3	3	1	3	1	2	22	
F4	Desarrollo y participación en proyectos nacionales e internacionales	3	3	3	3	3	2	1	2	2	22	
F5	Grupos de investigación donde vincular estudiantes en grupos científico estudiantil (UCF, UCLV, entre otras).	3	3	2	2	3	1	1	2	3	20	
F6	Personal competente para establecer y desarrollar laboratorios nacionales o con colaboración extranjera.	3	3	3	3	3	1	2	1	1	20	
CUADRANTE III: DO							88	CUADRANTE IV: DA				36

Escala de impactos 0=Nulo, 1=Bajo, 2=Medio, 3=Alto		CUADRANTE I: ¿CÓMO IMPACTA LA F1.X EN EL APROVECHAMIENTO DE LA O1.X?					CUADRANTE II: ¿CÓMO IMPACTA LA F1.X PARA ELIMINAR O ATENUAR EL EFECTO DE ESTA AMENAZA A1.X?					SUBTOTAL DE IMPACTO POR DEBILIDADES.
		O1	O2	O3	O4	O5	A1	A2	A3	A4		
 CEEMA Centro de Estudios Energéticos y Medioambientales		Disponibilidad de una elevada masa de estudiantes para trabajar en grupos científicos estudiantiles.	Se incrementa la gestión de proyectos y contratos empresariales para innovación e investigación en las temáticas energéticas.	Se potencia el uso de las FFE en el campo de la Gestión Energética.	Se establece una política nacional enfocada al desarrollo de la temática desde lo local	Apertura de nuevos actores económicos con una demanda potencial de conocimiento sobre el tema. Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES)	Se continúa con la sistemática pérdida del personal.	Limitaciones económicas para laboratorios.	No se avizora cambios en la política salarial para la docencia y la investigación.	Se establecen nuevos espacios universitarios y entidades productivas (CINURE) con liderazgo en la temática.		
D1	Pérdida de la masa crítica profesoral o científica de alta calificación.	3	3	3	3	3	3	3	3	3		27
D2	Carencia de laboratorios para investigaciones científicas.	1	3	3	3	3	1	1	1	3		19
D3	Falta de motivación profesional y económica en los jóvenes para trabajar en el CEEMA y la UCF.	3	3	2	2	2	3	2	3	1		21
D4	Pérdidas de liderazgos nacionales en ramas del conocimiento científico (Gestión Energética).	2	3	3	3	3	3	3	3	3		26
D5	No existe una pirámide de investigación, ni sistema de gestión claramente definida relacionada con el desarrollo estratégico de la ciencia en el Centro.	3	3	3	3	3	1	1	1	3		21
CUADRANTE III: DO							69	CUADRANTE IV: DA				45
SUBTOTAL DE IMPACTOS POR OPORTUNIDADES Y AMENAZAS		30	33	31	31	32	19	19	19	24		238

ANÁLISIS INTERNO						ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA:		Marque X
APOYARSE EN LAS FORTALEZAS	FO	(+)	FA	(=)	%			
	88		36	124	52.10			
MINIMIZAR LAS DEBILIDADES	DO	(+)	DA	(=)	%	FO: Ofensiva		
	69		45	114	47.90	FA: Defensiva		
ANÁLISIS EXTERNO						DO: Mantto - Adaptativa	✗	
APROVECHAR LAS OPORTUNIDADES	FO	(+)	DO	(=)	%	DA: Supervivencia		
	88		69	157	65.97			
PROTEGERSE DE LAS AMENAZAS	FA	(+)	DA	(=)	%			
	36		45	81	34.03			

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 3.3 se muestran los factores internos y externos de mayor impacto.

Tabla 3.3

Factores internos y externos de mayor impacto

FACTORES INTERNOS	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
F3 Oferta de posgrados (doctorado y maestrías)	D1 Pérdida de la masa crítica profesoral o científica de alta calificación.
F4 Desarrollo y participación en proyectos nacionales e internacionales.	D4 Pérdidas de liderazgos nacionales en ramas del conocimiento científico (Gestión Energética).
FACTORES EXTERNOS	

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
O2 Se incrementa la gestión de proyectos y contratos empresariales para innovación e investigación en las temáticas energéticas.	A4 Se establecen nuevos espacios universitarios y entidades productivas (ONURE) con liderazgo en la temática.
O5 Apertura de nuevos actores económicos con una demanda potencial de conocimiento sobre el tema (Pequeñas y Medianas Empresas PYMES).	

Nota: Elaboración propia.

Al analizar la Matriz de impactos cruzados se puede observar que el Centro se encuentra en el tercer cuadrante, la posición DO (Mini-Maxi). En este caso se aplica al problema estratégico generado una estrategia de adaptación que permita reducir al mínimo las debilidades y aumentar las oportunidades.

Problema estratégico general

Si se materializa el establecimiento de nuevos espacios universitarios y entidades productivas (ONURE) con liderazgo en la temática, teniendo en cuenta la pérdida de la masa crítica profesoral o científica de alta calificación y las pérdidas de liderazgos nacionales en ramas del conocimiento científico (Gestión Energética) no podrán hacerse valer la oferta de posgrados (doctorado y maestrías) y el desarrollo y participación en proyectos nacionales e internacionales para aprovechar el incremento de la gestión de proyectos y contratos empresariales en la innovación e investigación en las temáticas energéticas y la apertura de nuevos actores económicos con una demanda potencial de conocimiento sobre el tema (Pequeñas y Medianas Empresas PYMES).

Solución estratégica general

Utilizar plenamente la oferta de posgrados (doctorado y maestrías); el desarrollo y participación en proyectos nacionales e internacionales sobre el incremento de la gestión de proyectos y contratos empresariales para innovación e investigación en las temáticas energéticas; la apertura de nuevos actores económicos con una demanda potencial de conocimiento sobre el tema (Pequeñas y Medianas Empresas PYMES) para minimizar el establecimiento de nuevos espacios universitarios y entidades productivas (ONURE) con liderazgo en la temática que

supere la pérdida de la masa crítica profesoral o científica de alta calificación y las pérdidas de liderazgos nacionales en ramas del conocimiento científico (Gestión Energética).

Fase II: Gestión de procesos

Paso #1: Identificar los atributos valorados de la investigación desde la perspectiva de calidad.
Ver, Tabla 3.4

Tabla 3.4

Atributos valorados de la investigación.

Atributos valorados de la investigación		Descripción
Creación del conocimiento	Aporte al conocimiento	Generación de conocimientos, teorías o modelos.
	Relevancia	Tema de interés, que permita resolver cuestiones en la sociedad o ámbito de estudio.
	Alcance	Aplicable a múltiples situaciones, capacidad de generalizar resultados
Impacto	Impacto en la Sociedad	Solución a problemas del país o a un ámbito social específico.
	Impacto Empresarial	Aplicable a empresas, solución a problemas de las empresas.
	Impacto Académico	Aporte al mundo académico, usado para nuevas investigaciones o en actividades lectivas.
	Tema e Hipótesis	Objetivos claramente definidos, idoneidad de la hipótesis y vínculo con los

Calidad documental		resultados.
	Marco Teórico	Pertinente y suficiente marco teórico, dominio teórico del tema de estudio.
	Estructura	Estructura de capítulos, secuencia lógica y pertinente de capítulos
	Metodología	Metodología pertinente y válida para sustentar resultados, rigurosidad científica.
	Redacción	Calidad de la redacción y estilo; facilidad de lectura y comprensión.
	Síntesis	Capacidad de síntesis y claridad de conclusiones y recomendaciones.
Disponibilidad de investigaciones	Cantidad de investigación	Volumen total de investigaciones del Centro
	Líneas de investigación	Cantidad de investigaciones por línea, balance entre las líneas de investigación.
	Difusión	Conocimiento de existencia de publicación y acceso a la publicación.

Nota: Adaptado de Saravia (2010)

Paso #2: Identificar los atributos críticos de la investigación.

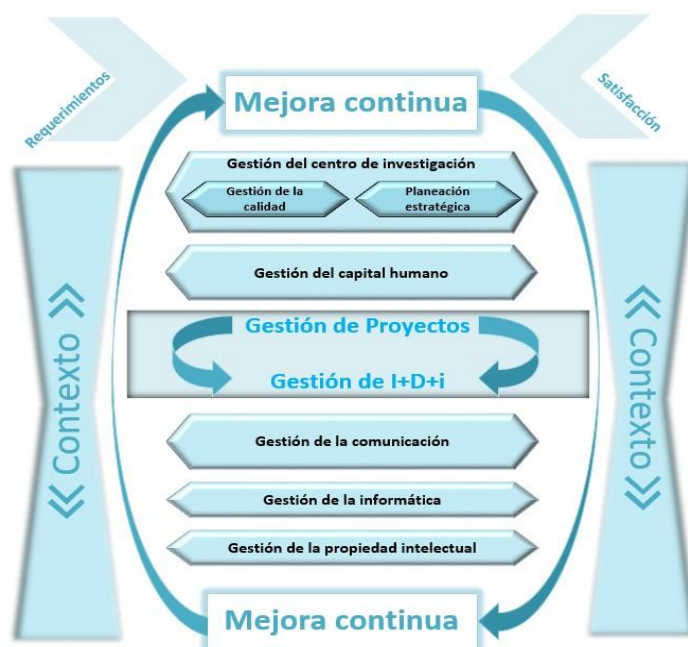
- Alcance de la investigación

- Impacto empresarial
- Impacto académico
- Aporte al conocimiento
- Relevancia.

Paso #3: Identificar y elaborar un mapa de procesos, documentar procesos. Ver, Figura 3.4.

Figura 3.4

Mapa de procesos del CEEMA



Nota: Elaboración propia

Se identificaron en total 6 procesos divididos en 1 proceso clave (PC), 2 procesos estratégicos (PE) y 3 procesos de apoyo (PA).

A continuación se muestra cada proceso y se describen brevemente.

PC: Gestión de proyecto

Se encarga de evaluar, procesar, gestionar, planear, la pre-propuesta que llega al Centro en términos de las áreas de efectividad (desarrollo energético sostenible y producciones más limpias) para convertirla en proyecto y de ahí evaluar la pertinencia del proyecto.

En este proceso se busca asegurar que los proyectos generen conocimiento que pueda ser sistematizado y difundido, al interior y exterior del Centro.

PE: Gestión del Centro de investigación

Planeación estratégica

Encargado de realizar el proceso para un desarrollo estratégico; el diagnóstico y planeación estratégica que buscan identificar las capacidades y/o limitaciones del Centro para soportar el desarrollo de la cartera de proyectos, sobre estrategias y objetivos claramente definidos en el tiempo.

Gestión de la calidad

Establece las actividades relacionadas con la implementación de requisitos y estándares nacionales e internacionales que garantizan la calidad de los procesos y sus resultados. Se ocupa de documentar, evaluar y controlar los atributos y elementos de calidad relacionados con los procesos.

PE: Gestión del capital humano (CH)

Se trata de una visión amplia y enriquecida sobre esta actividad. Se integra desde la gestión de CH institucional (UCf), a nivel del Centro e individual que garantiza la entrada y mantenimiento de personas altamente motivadas y competentes (estudiantes, profesores e investigadores) con el trabajo científico que se desarrolla en el Centro.

PA: Gestión de la comunicación

Se encarga de realizar acciones relacionadas con la comunicación efectiva del trabajo y resultados del Centro. Se ocupa de difundir la imagen y prestigio desde la labor científica del Centro, sus investigadores y demás actores, colaboradores y participantes relacionados con este.

Visibiliza la sistematización del conocimiento aportado por los proyectos así como la difusión interna y externa mediante la publicación, que aunque representa en sí una forma tradicional de comunicar los resultados de una investigación, existen otras formas de comunicación: las notas de prensa, los artículos que se elaboran para la comunidad académica, la transferencia de conocimientos al aula, la presentación de resultados en conferencias.

PA: Gestión de la informática

Encargado del acompañamiento a las actividades de todos los procesos, en particular al proceso clave de manera que garantiza una actualizada y pertinente gestión de la información en el Centro.

PA: Gestión de propiedad intelectual

Desarrolla actividades relacionadas con el proceso de gestión de la propiedad intelectual (PI) mediante la planificación, evaluación de las actividades de I+D+i, protección de resultados de PI, comercialización y transferencia de activos de PI, control de activos intangibles y la capacitación. Dichas actividades se integran a nivel institucional (UCf) de manera coherente siendo el Centro responsable de estas actividades dentro de la gestión de sus proyectos.

Paso #4: Realizar un análisis de valor de procesos e identificar los procesos críticos desde la perspectiva de calidad.

Se continúa el trabajo en equipo y con los expertos y se realiza el análisis de valor de procesos y se identifican los procesos críticos desde la perspectiva de calidad a partir de los atributos críticos identificados anteriormente. En la Tabla 3.5 se muestra la matriz de análisis de valor de procesos donde se identificó de manera cualitativa como cada atributo impacta sobre cada uno de los procesos.

Tabla 3.5

Matriz de análisis de valor de procesos.

Análisis de Valor de procesos.		Atributos valorados de la investigación.														
		Alcance	Impacto empresarial	Impacto académico	Aporte al conocimiento	Relevancia	Síntesis	Difusión	Tema e hipótesis	Marco teórico	Cantidad de investigación	Líneas de investigación	Metodología	Impacto en la sociedad	Estructura	Redacción
P1	Gestión de proyecto.	X	X	x	x	X		X	X		x	X		x	x	
P2	Gestión del capital	X		x	x			X			x	X		x	x	

	humano															
P3	Gestión del centro de investigación.	X	X	x	x	X		X	X		x	X	x	x	x	
P4	Gestión de la informática	X		x	x	X		X					x	x		
P5	Gestión de la comunicación.	X	X			X		X			x	X		x		
P6	Gestión de la propiedad intelectual	X	X	x	x	X		X				X	x	x	X	

Nota: Elaboración propia.

Resulta de este análisis concluir que, los procesos Gestión de proyectos, Gestión del Centro de investigación y Gestión de la propiedad intelectual, son los procesos que se identifican como críticos ya que desde la perspectiva de calidad tienen más influencia sobre los atributos críticos valorados de la investigación.

Fase III: Gestión de procesos incorporando la gestión del capital intelectual

Paso #1: Identificar los procesos generadores de activos intangibles, con el propósito de incorporar esta visión a la gestión de procesos.

En la Tabla 3.6 se resumen los procesos generadores de activos intangibles.

Tabla 3.6

Procesos generadores de activos intangibles

Indicadores de gestión de capital intangible	Procesos
E1: Número de investigaciones publicadas en base de datos	Gestión de proyectos.
E2: Número de investigaciones no publicadas en base de datos	Gestión de proyectos.
E3: Número de artículos en la base de datos	Gestión de proyectos.
E4: Número de <i>papers</i> (Base de datos internacionales)	Gestión de proyectos.
E5: Número de suscripciones en revistas	Gestión de proyectos.

E6: Número de títulos en biblioteca	Gestión de proyectos.
E7: Número de documentos y manuales internos	Gestión de la calidad
R1: US \$ / año financiamiento externo (ya propuesto)	Gestión de proyectos.
R2: Nº. instituciones investigaciones externas	Gestión de proyectos.
R3: % instituciones de repetición.	Gestión de proyectos.
R4: Número de redes de pertenencia	Planeación estratégica
R5: Aporte en incremento de reputación	Gestión de proyectos y de comunicación
R6: Número de eventos: Asistencia / año	Gestión de proyectos.
R7: Número de convenios	Gestión de proyectos y Planeación estratégica
H1: Índice de motivación	Gestión del capital humano
H2: Número de investigadores equivalentes a tiempo completo.	Gestión del capital humano
H3: Investigadores / Líneas de investigación	Gestión del capital humano
H4: Número mínimo de investigadores en una línea	Gestión del capital humano
H5: Asistentes / Investigadores	Gestión del capital humano
H6: Récord histórico investigaciones / Investigadores	Gestión del capital humano
H7: Calificación de investigadores	Gestión del capital humano
H8: % de doctors	Gestión del capital humano

Nota: Elaboración propia.

Fase IV: Gestión de procesos incorporando la gestión del conocimiento

Paso # 1: Analizar las actividades de generación de conocimiento en comparación con los procesos que se definieron anteriormente.

Analizando las actividades de generación de conocimiento en comparación con los procesos que se definieron anteriormente, la asignación más adecuada de actividades se muestra en la Tabla 3.7

Tabla 3.7

Incorporación de actividades de generación de conocimientos a los procesos.

Procesos	Actividades de generación de conocimientos
Gestión de la Calidad	A1: Elaborar documentos y / o manuales de metodología de la investigación.
	A2: Elaborar documentos y / o manuales técnicos (teorías y técnicas específicas, métodos de procesamiento, etcétera).
Gestión del Centro de investigación Gestión de la informática	A3: Facilitar acceso a <i>papers</i> , investigaciones y resumen de resultados en formato digital.
Gestión de proyectos Gestión de la informática	A4: Facilitar el acceso a un catálogo virtual de libros, revistas y bases de datos internacionales.
Gestión del capital humano	A5: Capacitación permanente en metodología de investigación mediante la web.
	A6: Capacitación permanente en teorías, técnicas y métodos por la web.
	A7: Capacitación permanente mediante análisis de investigaciones realizadas por la web.
	A8: Capacitación permanente en mejores prácticas por medio de la web.
Gestión de proyectos	A9: Consulta de recursos en la web durante la investigación (revisar A5, A6, A7 y A8)
	A10: Consulta de recursos recomendados por comunidades virtuales.
Gestión de la calidad	A11: Explicitar (documentar) mejores prácticas.
Gestión de proyectos Gestión de capital humano	A12: Transmisión de conocimientos entre investigadores.

Gestión de proyectos	A13: Transferencia de conocimientos tácitos en el ámbito académico.
Gestión de la comunicación Gestión de proyectos	A14: Comunicación en redes y comunidades virtuales de aprendizaje.
Gestión de la comunicación	A15: Participación de investigadores en eventos.

Nota: Elaboración propia.

Fase V: Planeación estratégica

El desarrollo de esta fase es trascendental, en ella se evalúan las cuestiones de proyección estratégica para el desarrollo de las capacidades tecnológicas y de innovación en el Centro. Para el caso del CEEMA en la UCf se analiza:

- Proyectar la innovación energética desde la gestión del Centro e integrarla al sistema de I+D+i de la UCf, ocupándose de aspectos estratégicos para el desarrollo de capacidades tecnológicas a nivel de Centro y UCf.
- Reconocer e incorporar la generación de tecnologías sociales e innovación social³ como resultado del trabajo multidisciplinar que debe continuar desarrollando el Centro. Se comprende que el trabajo y la intervención en el tema energético pasa por lo social, se hace necesario identificar lo social en la innovación (Moya, 2021) Esto conlleva a un trabajo de mayor complejidad a nivel institucional (UCf) articulando y alineando las diversas líneas de investigación que actualmente existen así como el trabajo de grupos de investigación en correspondencia con las necesidades de conocimiento generadas por la ciencia en este campo.
- Alinear y articular con mayor efectividad los destacados impactos potenciales de la ciencia generada en el CEEMA con el proyecto de desarrollo local en la provincia y país para el tema energético.

³ Se trata como resultado del trabajo multidisciplinar y las intervenciones que se generan en la sociedad a partir de uso de las FRE. Tecnología social como “aquella que es susceptible de ser utilizada para el empoderamiento ciudadano y, en especial, para el desarrollo autónomo de proyectos colaborativos con la finalidad de que sean apropiadas por las comunidades de usuarios y les den usos novedosos”. Martínez, et al. (2016).

- Generar una efectiva y mayor visibilidad, conexión, alianzas y participación del Centro desde el proceso de comunicación e informatización que permita lograr un alcance a nivel nacional e internacional.
- Desarrollar el proceso de gestión de la propiedad intelectual (PI) para su realización mediante las actividades de planificación, evaluación de las actividades de I+D+i, protección de resultados de PI, comercialización y transferencia de activos de PI, control de activos intangibles y la capacitación.
- Llevarse a cabo la evaluación del TRL como parte de las actividades de planeación y desarrollo estratégico del CEEMA, evaluado por un equipo de expertos.

Paso #1: Evaluación de NMT del Centro

Se aplica la guía TRL Modelo Nacional de Gestión de Tecnología (NMX-GT-004-IMNC-2012) a nivel del Centro considerando que las adaptaciones realizadas al Modelo de la NASA son pertinentes para el análisis inicial del tema a nivel del Centro objeto de estudio.

A partir de considerar que el CEEMA está vinculado fundamentalmente al desarrollo de investigación aplicada y según la escala de la guía resultó que solo se alcanza un segundo nivel del TRL del Centro; ello significa que el CEEMA actualmente se enmarca en lo fundamental a la obtención de publicaciones o referencias que subrayan las aplicaciones de la nueva tecnología, lo que se considera el inicio de la invención.

Un nivel superior solo puede ser obtenido si y solo si se cumplen con todos los aspectos del nivel inferior, es por ello que aunque posee algunos requisitos o aspectos relacionados con un nivel 3 -Validación de concepto-, no alcanza aun este nivel de madurez. Sin embargo, el análisis de la guía para el resto de los niveles deja ver que el trabajo actual que desarrolla el CEEMA mediante sus proyectos de investigación activos (10) proyectan resultados que pudieran pensar en llegar hasta este próximo nivel de TRL (3) -prueba experimental del concepto- (primera evaluación de un concepto y su tecnología) y además reconocen pudieran estar trabajando (por sus proyectos) en criterios de un nivel más avanzado de la validación de concepto como es la validación tecnológica a nivel de laboratorio, (Ver Anexo 4).

Para este resultado el CEEMA tendría que cumplir con los siguientes aspectos, de naturaleza compleja:

TRL-Nivel 3

- Identificados los componentes de su invención tecnológica – Según el proyecto en cuestión.
- Resultados de la búsqueda y análisis de patentes indican que la invención puede ser protegida mediante algún mecanismo de protección
- Contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros
- Integrados los componentes principales de su invención tecnológica
- Realizadas pruebas de validación de efectividad de dicha invención en laboratorio
- La invención tecnológica funciona a nivel laboratorio
- Identificó los riesgos tecnológicos de mercado y financieros con un plan de mitigación de los mismos
- Actualizó el estudio de patentes nacionales e internacionales, y tiene definida una estrategia de gestión de la propiedad intelectual.
- Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros.

Esta evaluación permite al Centro ubicarse en las potencialidades que realmente posee y las limitaciones o definición de sus capacidades para el desarrollo tecnológico e innovación en la materia de energía en la UCf.

Desde este análisis se hace evidente la necesidad de reforzar la gestión de los procesos del CEEMA, la gestión del conocimiento y capital intelectual los que poseen un papel relevante para el logro de estas metas, cuestiones que quedaron definidas en los pasos anteriores de la metodología.

Estos resultados son coherentes también con los resultados del diagnóstico estratégico desarrollado inicialmente, reconocida en particular la debilidad con la limitación de laboratorios y la aún insuficiente articulación de la gestión de la ciencia interna (UCf) y externa (alianzas, convenios, colaboración extranjera) es propio que el TRL del CEEMA se posicione en un nivel bajo (Nivel 2).

TRL-energía

Al aplicar la guía de *Technology Readiness Assessment Guide* (TRA Guide) se evidencia claramente un TRL-2, ni los aspectos de la escala ni el ambiente se desarrollan, solo se poseen publicaciones u otro tipo de publicaciones que describen la aplicación y que proporcionan un análisis para apoyar el concepto. (Ver Figura 2.9)

Paso #2: Diseño de proyecto estratégico del Centro

En este paso solo se llega hasta enunciar los aspectos fundamentales del proceso (alineación estratégica, objetivos estratégicos, criterios de medida e indicadores de proceso), lo que resulta para el seguimiento y aplicación del presente estudio.

El diseño del proyecto estratégico toma en consideración además de los resultados anteriormente expuestos, el proceso que desde la UCf se define, así a partir de la planeación estratégica de la Universidad se integra a esta la proyección estratégica del centro. Ver Figura 3.5

Figura 3.5

Alineamiento estratégico del CEEMA



Nota: Elaboración propia

Conclusiones parciales

1. El diagnóstico estratégico en el CEEMA como caso de estudio de la presente investigación deja ver las importantes limitaciones que se presentan en este Centro para desarrollar sus capacidades tecnológicas y de innovación aun cuando poseen un grupo de fortalezas que pueden ser aprovechadas con este propósito.
2. La evaluación del TRL en el CEEMA solo alcanza un nivel básico de desarrollo relacionado con la validación del concepto, sin embargo se trabaja en proyectos que proponen resultados que pueden llegar hasta este próximo nivel de TRL (3) -prueba experimental del concepto- (primera evaluación de un concepto y su tecnología) y además se reconoce pudieran estar trabajando (por sus proyectos) en criterios de un nivel más avanzado de la validación de concepto como es la validación tecnológica a nivel de laboratorio.



CONCLUSIONES

Conclusiones generales

1. El desarrollo e importancia de los centros de estudios e investigación es reconocido en la actual política de gobierno del país, resultado del interés de potenciar la gestión de la ciencia, la tecnología e innovación y su aplicación práctica. De esta manera, el desarrollo estratégico de capacidades tecnológicas en estos Centros se plantea como una demanda que debe ser atendida en los diferentes sectores a los que estos pertenecen.
2. La metodología propuesta para la gestión y desarrollo estratégico en un Centro de estudio e investigación se centra en el desarrollo de capacidades tecnológicas para la innovación; se hace una adaptación de la propuesta por Saravia (2010). Desde esta metodología se plantean seis fases y 14 pasos que permiten realizar un diagnóstico estratégico, el mapeo y evaluación de los procesos del Centro así como el análisis de indicadores para finalmente proyectar las vías y acciones que garanticen desarrollar capacidades para la generación y aplicación del conocimiento científico en el área del conocimiento del Centro.
3. Al aplicar la metodología propuesta en el CEEMA de la Universidad de Cienfuegos se pudo validar los resultados de esta, demostrando la necesidad de reforzar la gestión de los procesos en el Centro, la gestión del conocimiento y del capital intelectual para desarrollar sus capacidades tecnológicas y de innovación en materia de energía en la UCf.



RECOMENDACIONES

Recomendaciones

1. Completar la aplicación de la metodología propuesta en su fase V en los pasos 2,3 y 4 y en la VI en su único paso.
2. Socializar los resultados en el marco de la Universidad de manera que se continúe perfeccionando la propuesta metodológica para el trabajo de los diversos Centros de la Universidad y la conformación del sistema de I+D+i a nivel de UCf.
3. Implementar los resultados del estudio a corto plazo en el CEEMA de manera que se vaya obteniendo un flujo de retroalimentación relevante que aporte a la propia mejora del instrumento y del trabajo del Centro.



BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Alcantara, D. (2019). Los niveles TRLs en Horizon 2020. Blog “Financiación e Investigación”. Sociedad para el Avance Científico. España.H2020, Horizon Europe.
<https://financiacioneinvestigacion.com/blog/los-niveles-trls-en-horizon-2020/>
- Álvarez, P., César, C., Gustavo, L. (2021). Procedimiento para la evaluación de impactos de las estrategias de desarrollo municipal. COODES (9) 2, (mayo-agosto)
<https://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/457> ISSN 2310-340X RNPS 2349
- Ansoff, H. I. (1980). La estrategia de empresa. España: Universidad de Navarra.
- Automática e Instrumentación, (2019). Las 6 principales tendencias en innovación de energías renovables. Revista Automática e Instrumentación.com
<https://www.automaticaeinstrumentacion.com/texto-diario/mostrar/2735469/>
- Becerra, O. (2016). *Propuesta de Manual de Gestión de la Comunicación para el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos (CEEMA)*. (Tesis de Grado) Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
- Bjork, I., Connors, C., Welch, T., Shaw, D., y Hewitt, W. (2014). Promoviendo el desarrollo de las Energías Renovables. www.naruc.org/international
- Bravo, D. (2015). Energía y Desarrollo Sostenible en Cuba. Revista Centro Azúcar VOL 42, Octubre-Diciembre, 2015. <http://centroazucar.qf.uclv.edu.cu>
- Caraballo, A. M., y García, M. J. (2017). Energías renovables y desarrollo económico. Un análisis para España y las grandes economías europeas. Revista El trimestre económico 84 no.335 Ciudad de México jul./sep. 2017. Fondo de cultura económica.

<https://doi.org/10.20430/ete.v84i335.508>

<https://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/508>

Carazo, J. (2017). Modelo Canvas. Economipedia.com. <https://economipedia.com>

Castrejón, C., Hernández, R., y Ruiz, H. (2012). Análisis de modelos de gestión tecnológica en centros de investigación. Revista Panorama Administrativo. (Editorial Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ciencias Económico Administrativas) No.10

Choo, C. W., (1999). La organización inteligente. El empleo de la información para dar significado, crear conocimiento y tomar decisiones. México: Oxford University Press.

CITMA, (20201) <https://www.citma.gob.cu/>

Colciencias, (2015). Documento de propuesta para Centros de I+D+i

Correa, G. (2018). Medio ambiente y generación de energía en México. PORTES, Revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico Tercera época • Volumen 12 • Número 24 Julio/Diciembre de 2018. Colima, México. Centro Universitario de Estudios e Investigaciones sobre la Cuenca del Pacífico y del Centro de Estudios de APEC (CUEICP-CEAPEC) de la Universidad de Colima.

Correa, P. F., González, D., y Pacheco, J. G. (2016). Energías renovables y medio ambiente. Su regulación jurídica en Ecuador. Revista Universidad y Sociedad vol.8 no.3 Cienfuegos may.-ago. 2016. Universidad y Sociedad, Ago 2016, (8) 3, p.179-183. ISSN 2218-3620

CUBADEBATE (2021). Energías renovables en Cuba: Perspectivas, investigación, proyectos y avances. <http://www.cubadebate.cu/especiales/2021/02/19/energias-renovables-en-cuba-perspectivas-investigacion-proyectos-y-avances-podcast/>

Cubillos, A., y Estenssoro, F., y Compiladores. (2011). Energía y medio ambiente. Una ecuación difícil para América Latina: los desafíos del crecimiento y desarrollo en el contexto del

cambio climático.

<http://biblioteca.clacso.org.ar/clacso/engov/20130827052932/engMAalCubillosEstenssoro.pdf>

Davenport, T. H., y Prusak, L., (2001). Conocimiento en acción. Cómo las organizaciones manejan lo que saben. Buenos Aires: Pearson Education.

Díaz-Canel, M. (2021). *Sistema de Gestión del gobierno basado en ciencia e innovación para el desarrollo sostenible en Cuba*. (Tesis de Doctorado). Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas Facultad de Ingeniería Mecánica e Industria.

Domínguez, Y. (2009). Planeación Estratégica en un Centro de Investigaciones Tecnológicas. <https://www.monografias.com>

Duménigo Rodríguez, M., y Muñiz Areces, A. I. (2020). Análisis externo e interno. Escuela de Energía y Minas.

Duque, D. (2014). *Proceso para la Elaboración de Mapas de Rutas Tecnológicas en el Área de Investigación y Desarrollo de la Empresa Argos*. (Tesis de grado). <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/5112> Universidad EAFIT. Repositorio Institucional.

Energía y Sociedad, (2020). Energías renovables: tecnología, economía, evolución e integración en el Sistema Eléctrico <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/>

ENERTIC, (2020). Entrevista a Belén Linares Corell, Directora de Innovación Energía de Acciona. (2020) <https://enertic.org/>

Espinosa, F., Osorio, R., y Díaz, J. (2020). Energías renovables: El ingenuo impacto medioambiental y el acceso equitativo ante la escasez energética. BRAINTECH CHILE –

- Tecnología e Innovación <https://braintech.cl/wp-content/uploads/2020/12/Braintech-Paper-Espanol.pdf>
- Fernández, A. y Quintana, O. (2008). El enfoque prospectivo en la planificación estratégica de las comunidades en Cuba. Geoscience. <https://www.researchgate.net/publication/5017146>
- Fernández, M. (2021). ¿Qué son las energías renovables y cuáles son estas? <https://www.otovo.es/blog/energia/que-son-las-energias-renovables/>
- Flores, R. (2015). Tipos de energía solar. Cosas de tecnología. <https://www.tecnocosas.es/tipos-energia-solar/>
- Formatger, P. (2015). La investigación científica y tecnológica en materia de energía renovable en México: efecto de la reforma energética 2014. Instituto politécnico nacional Unidad profesional interdisciplinaria de ingeniería y ciencias sociales y administrativas.
- Foro Nuclear, (2021). ¿Cómo se clasifican las fuentes de energía? <https://www.foronuclear.org>. Foro Nuclear de la industria nuclear de España.
- Fundación Gas Natural. (2020). El impacto ambiental de las distintas fuentes energéticas de generación eléctrica. Ayuntamiento de Jaén http://www.aytojaen.es/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0_1150_1.pdf
- Cuba. Consejo de Estado. (2014). Decreto-ley no. 323 “de las entidades de ciencia, tecnología e innovación”) (gaceta oficial no. 37 extraordinaria de 29 de agosto de 2014)
- Cuba. Consejo de Estado. (2019). Decreto-Ley 345 de la Gaceta Oficial Ordinaria No. 95 del año 2019)

- Gallardo, Mariela., (2001). Aplicación de una metodología para la formulación de estrategias en un centro de investigaciones. [s.l.]: Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), 2000. <https://dialnet.unirioja.es>
- García, (2016). Diagnóstico del mercado de paneles solares en Cuba. <https://www.gestiopolis.com/diagnostico-del-mercado-paneles-solares-cuba/>
- Gatica, K. A., y Cifuentes, J. I. (2016). *Eficiencia energética mediante fuentes de energía renovable*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Granma, (2021) Energías renovables y limpias en Cuba: de la aspiración a la necesidad.
- Gómez, R. J. (2021). *Derecho energético, políticas públicas y evaluación del impacto social en proyectos de energía renovable*. (Tesis de maestría). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Guzmán, R., y Adriano, A. (2013). Conocimiento, economía, desarrollo y sociedad: trazos desde la complejidad. Revista En claves del pensamiento vol.7 no.14 México jul./dic. 2013 Revista de Humanidades: Artes, Filosofía, Historia, Literatura, Psicología. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-879X2013000200006
- Hilcu, M. (2021). El impacto positivo de las energías renovables sobre el medioambiente. Otovo Blog. <https://www.otovo.es/blog/energia/impacto-energias-renovables-medioambiente/>
- Jewell, C. (2018). Índice Mundial de Innovación 2018: “La innovación es energía”. OMPI Revista. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2018/04/article_0002.html
- Kaplan, R., y Norton, D. (2000). El cuadro de mando integral. The Balanced Scorecard. 2ª edic. Barcelona: Gestión 2000.

- Kohlsdorf, H. (2019). Innovación y energía, generación solar y baterías. Revista Energía a Debate. <https://energiaadebate.com/>
- Laino, L. D. (2008). Un Análisis de la Política Energética en Cuba. Revista Población y Desarrollo, 35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5654268>
- Lev, B. (2003) Intangibles: medición, gestión e información. Barcelona: Ediciones Deusto.
- Lucena, A. (2016). Impacto ambiental de las energías renovables. https://www.unescoetxea.org/ext/urdaibai/html/VII/pdf/VII_89.pdf
- Marín, O. (2021). ¿Es posible una transición energética en Cuba? Revista Periodismo de Barrio <https://periodismodebarrio.org/>
- Mariño, N. H., (2003). Gerencia de procesos. Alfaomega
- Martínez, N., Cedano, K.G., Gutiérrez, S., Martínez, M. [Miriam], y Martínez, M. [Manuel]. (2016). Una propuesta de Niveles de Maduración Tecnológica para Ciencias Sociales. Consejo Mexicano de Ciencias Sociales 5º Congreso Nacional de Ciencias Sociales “La agenda emergente de las ciencias sociales: Conocimiento, crítica e intervención”.
- Menéndez, M. (2020). Cuba en el camino de renovar su matriz energética. <https://Cubaenelcaminoderenovarsumatrizenergética-Cuba-Opciones-SemanarioeconómicoyfinancierodeCuba.htm>
- Mesa, Y. (2021). *Actualización de Proyecto Estratégico de la Empresa Eléctrica Cienfuegos en el período 2018-2023*. (Tesis de grado). Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cienfuegos.
- Minciencias, (2021). Guía técnica para reconocimiento actores del SNCTI centros e institutos de investigación. Sistema de Gestión de la calidad del ministerio de ciencia, tecnología e innovación.

- https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reconocimiento/m601pr05g04_guia_tecnica_para_el_reconocimiento_de_centros_de_investigacion_v00.pdf
- Minciencias, (2021). Reconocimiento de actores. Centros de investigación. https://minciencias.gov.co/portafolio/reconocimiento_de_actores/centros-institutos-investigacion
- MINEM (2021). Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE) <https://www.minem.gob.cu>
- NASA, (2012). Technology Readiness Level. NASA. Consultado el 18 de julio de 2016 en: https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html)
- Navas L. J., y Ortiz De Urbina, M. (2002). El capital intelectual en la empresa. Análisis de criterios y clasificación multidimensional». En: Economía Industrial, (4)346 <[http://www.mcyt.es/asp/publicaciones/revista/ numero346/163-171.pdf](http://www.mcyt.es/asp/publicaciones/revista/numero346/163-171.pdf)>.
- Nevado, D. y López, V. (2002). El Capital Intelectual: valoración y medición. Pearson Educación.
- Nonaka, I. y Takeuchi, H., (1999). La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. Oxford University Press.
- Núñez, J., y Montalvo, L. F. (2014-2015). La política de ciencia, tecnología e innovación en Cuba y el papel de las universidades. Revista Cubana de Educación Superior. 2014-2015 (Número Especial).29-43
- Observatorio Académico de Energías Renovables (2021). Boletín informativo No1. Biblioteca Académica de la Universidad de Holguín. <https://bit.ly/3hxxUHC>
- Oviedo-Salazar, J.L., Badii, M. H., Guillen, A., y Lugo, O. (2015). Historia y Uso de Energías Renovables. UANL, San Nicolás de los Garza, N.L., México.

- Parrado, C. A. (2021). *Potencialidades del sistema solar fotovoltaico en el sector privado de la provincia de Cienfuegos*. (Tesis de maestría). Facultad de Ingeniería Universidad de Cienfuegos.
- Peinado, J. J., Cerecedo, M. T., y Jaramillo, D. (2015). Propuesta de un modelo de gestión del Capital Intelectual para los Centros de Investigación del IPN Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables del Politécnico Gran colombiano. Unirioja Universidad de la Rioja (España). <https://dialnet.unirioja.es>
- Pérez, M., (2014). *Capacidad dinámica de aprendizaje organizacional en la empresa de alta tecnología del sector biotecnológico cubano*. (Tesis de doctorado). Universidad Central “Marta Abreu” de las villas facultad de ingeniería industrial y turismo departamento de ingeniería industrial.
- Programa Doctoral Curricular Colaborativo de Ingeniería Industrial
- PNUD. (2019). Fuentes Renovables de Energía como apoyo al Desarrollo Local (FRE-DL). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Universidad de Sancti Spíritus (UNISS).
- Quintero, J. L., Llanes, M., Moreno, M. R., y Lorenzo, E. J. (2018). Sistema de gestión de la calidad. Contexto de la organización y Liderazgo. ¿Qué y cómo hacer? Conciencia.
- Quintero, J. L., López, E. J., Rivero, K. (2015). Planeación estratégica con enfoque prospectivo para la editorial “Universo SUR” Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea], 7 (3). pp. 160-167. <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Ramírez, C. A., González, L. E. (2015). *Propuesta de un modelo de gestión del conocimiento para el área de apoyo operativo en un centro de investigación y desarrollo de Colombia*. (Tesis de maestría). Universidad del Valle. Maestría en administración Santiago de Cali.

- Ramos, G. L. (2021). Energías renovables y limpias en Cuba: de la aspiración a la necesidad. Periódico Granma. <https://www.granma.cu/cuba/2021-02-15/cuba-implementa-politicas-para-el-ahorro-energetico-a-traves-de-hidroelectricas-parques-eolicos-y-paneles-solares-video>
- Rodríguez, E. (2010). Aplicación de la planeación estratégica en el centro de investigaciones del Níquel. Centro de Investigaciones del Níquel “Capitán Alberto Fernández Montes de Oca”, Holguín, Cuba.
- Rodríguez, V., y Herrera, J. M. (2021). El aprendizaje organizacional en instituciones de educación superior. Caso de estudio de un grupo de investigación. <http://doi.org/10.15359/ree.25-3.3> <http://www.una.ac.cr/educare> educare@una.ac.cr
- Rojas, M. S., y Rojas, M. C. (2019). Centros de investigación universitarios, una mirada desde la Ecología del Desarrollo Humano. Universidad de los ANDES. Revista Venezolana de Educación (educere)
- Román, P. (2020). *Las Energías Renovables y su Contribución Económica*. (Tesis de grado). Universidad de Sevilla.
- Rubio, F. (2009). *La Estructura Organizacional en Centros de investigación, Desarrollo e Innovación; una Aproximación a la Experiencia Internacional*. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Querétaro. México. <http://ri.uaq.mx/handle/123456789/1795>
- Sánchez, J., y Carlos, J. (2011). La innovación: una revisión teórica desde la perspectiva de marketing Perspectivas. núm. 27, enero-junio, 2011, pp. 47-71 Universidad Católica Boliviana San Pablo Cochabamba, Bolivia.

- Saravia, E. (2010). *Gestión de procesos incorporando la gestión del capital intelectual y la gestión del conocimiento: un estudio de aplicación a centros de investigación*. (Tesis de doctorado). Universidad del Pacífico. <https://doi.org/10.21678/jb.2010.31>
- SCIMAGO, (2021). Ranking de Centros de Investigación <https://www.scimagoir.com/rankings.php>
- Seifried, D. (2013). La revolución energética cubana ¿un modelo para la mitigación del cambio climático? La revolución energética cubana - Büro Ö quadrat http://www.oe2.de › Energierevolution_Cuba
- Solar, E. (2020). Solar Cells Manufacturers Directory. <https://es.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/35317>
- Von Krogh, G., Ichijo, K., e Nonaka, I., (2001). Facilitar la creación de conocimiento. Cómo desentrañar el misterio del conocimiento tácito y liberar el poder de la innovación. México: Oxford University Press.
- Zaratiegui, J. R., (1999). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa». Fecha de consulta: 20/09/2009. <http://www.bmg.cl/articulos//La%20gestion%20por%20procesos%20su%20papel%20e%20importancia.pdf>



ANEXOS

Anexos

Anexo 1: Centros de estudios de las universidades del MES en sectores estratégicos: alimentos, industria, energía, TIC, construcciones, biotecnología. Fuente: Días-Canel, (2021).

Nombre	Siglas	Universidad
ALIMENTOS		
CE Forestales	CEF	UPR
CE de Investigaciones Marinas	CIM	UH
CE para la Transformación Agraria sostenible	Cetas	UCF
CE Biotecnológico	Cebio	UM
CE Hidrotécnicos	CEH	Unica
CE de Producción Animal	Cedepa	UC
CE para Agro-ecosistemas Áridos	CEAR	UHo
CE Desarrollo Agrario Las Tunas	Cedat	ULT
CE de Producción Animal	CEPA	UDG
CE de Biotecnología Vegetal	Cebveg	UDG
CE de Tecnologías Agropecuarias y Forestales	Cetaf	UG
INDUSTRIA		
CE de Innovación y Mantenimiento	CEIM	Cujae
CE de Ingeniería de Procesos	Cipro	Cujae
CE de Química Aplicada	CEQA	UCLV
CE de Soldaduras	CES	UCLV
CE de Fabricación Avanzada y Sostenible	Cefas	UM
CE de Expl. Fabricación y	Ceefrep	UC

Recuperación de Equipos y Piezas		
CE de Biotecnología Industrial	CEBI	UO
ENERGÍA		
CE Energético y Medio Ambiental	Ceema	UCF
CE Energéticos y de Tecnologías Ambientales	Ceeta	UCLV
CE Electroenergéticos	CEE	UCLV
CE de Energía y Procesos Industriales	Ceepi	Uniss
CE de Tecnología Energética y Renovable	Ceter	Cujae
CE de Energía y Procesos Tecnológicos	Ceeprot	ULT
CE de Energía y Tecnología Avanzada de Moa	Ceetam	UMoa
CE Estudios Energéticos y Refrigeración "Dr. Luis Fernando Brossard Pérez"	CEER	UO
TIC		
CE Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas	CITI	Cujae
CE de Mecánica Computacional y Métodos Numéricos en Ingeniería	Cimcni	UCLV
CE Matemáticos	Cemat	Cujae
CE de Matemática Computacional	CEMC	UCI
CE de Telecomunicaciones e Informática	CETI	Cujae
CE de Neurociencias y	Cenpis	UO

**Procesamiento de
Imágenes y Señales**

CONSTRUCCIONES

CE de Construcción y Arquitectura Tropical	Cecat	Cujae
---	-------	-------

CE de Conservación y Desarrollo de las Construcciones	Cecodec	UC
--	---------	----

BIOTECNOLOGÍA E INDUSTRIA FARMACÉUTICA

CE de Proteínas	CEP	UH
CE de Química Aplicada		UDG

Anexo 2: Factores del macro entorno según Duménigo Rodríguez & Muñiz Areces, (2020). Fuente: Tomado de Mesa, (2021).

Factores determinantes	¿Qué son?/ ¿en qué influyen?
Económicos	Factores como la tasa de desempleo, la inflación, los tipos de interés...condicionan los salarios que se van a pagar, el coste e un préstamo, la evolución de las ventas.
Tecnológicos	Los avances técnicos en maquinaria, electrónica, y especialmente en las nuevas tecnologías, hacen más fácil el trabajo de las empresas, reducen costos y abren nuevas oportunidades de negocio
Político-Legales	Normas legales sobre impuestos, contratación de trabajadores, especificaciones técnicas obligatorias...que hacen que la organización de la empresa adopte para cumplirlas
Demográficos	Edad de la población, distribución por sexos, nivel de ingresos...Todos estos factores influyen en la localización de la empresa y la adaptación de sus productos al mercado al que se dirigirán.
Socioculturales	Estilo de vida, hábitos alimentarios, religión...son factores que condicionan el comportamiento de las personas y, en consecuencia, afectan a sus hábitos de consumo
Medioambientales	El daño causado al medioambiente debido a la contaminación, al cambio climático...supone un esfuerzo para las empresas para minimizar su impacto medioambiental y a la vez una oportunidad de nuevos negocios

Anexo 3: Factores internos y externos de la organización Fuente: Tomado de Mesa, (2021).

Factores internos	Factores externos
Fortalezas: constituyen los principales factores propios de la organización que se consideran puntos fuertes; que le permiten el logro de la misión.	Oportunidades: aparecen sin que se pueda influir en su ocurrencia o no, pero las empresas las pueden aprovechar convenientemente.
Debilidades: son los puntos débiles de la organización que le impiden trabajar con eficiencia y eficacia.	Amenazas: son factores sobre los cuales no se pueden influir que impiden el correcto funcionamiento de la organización

Anexo 4: Guía CONACyT Fuente: Elaboración propia.

Nivel de Madurez de Tecnológica		Elementos clave	ID	Parámetros esperados al final de la etapa. Si no ha cumplido con los siguientes aspectos, se encuentra en un nivel inferior del TRL.	Estado Actual de la Tecnología (Sí/No)	Estado Esperado de la Tecnología al finalizar el proyecto de desarrollo tecnológico (Sí/No)
Desarrollo de la invención	1	Investigación básica. Principios básicos observados y reportados. Artículos científicos publicados sobre los principios de la nueva tecnología.	1	¿Finalizó con la investigación básica de su idea?	NO	SI
			2	¿Identificó principios de investigación básica que pudieran trasladarse en principios nuevos que puedan ser utilizados en nuevas tecnologías?	NO	SI
	2	Investigación de Laboratorio. Concepto tecnológico y/o aplicación tecnológica formulada. Investigación aplicada. Publicaciones o referencias que subrayan las aplicaciones de la nueva tecnología. Inicio de la invención.	1	¿Realizó un análisis de los artículos científicos, modelos o teorías científicas que respaldan la aplicación de la idea en algún área tecnológica?	SI	SI
			2	¿Realizó estudios de búsqueda y análisis de patentes a nivel nacional e internacional, y los resultados indicaron que no existe un desarrollo igual a su idea? (benck mark tecnológico)	SI	SI
			3	¿Ha explorado principios básicos de	-	-

				manufacturabilidad?		
			4	¿Ha explorado posibles usuarios de la invención?	SI	SI
			5	¿Cuenta con un grupo de investigación que pueda facilitar la evaluación inicial de factibilidad de la tecnología?	SI	SI
			6	¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?	SI	SI
Validación de concepto	3	Investigación de Laboratorio. Prueba experimental de concepto Primera evaluación de la factibilidad de un concepto y su tecnología.	1	¿Tiene identificados los componentes de su invención tecnológica?	SI	SI
			2	¿Ha llevado a cabo algún proceso de validación de mercado sobre su invención? (I+D en laboratorio más primeras pláticas con posibles usuarios)	SI	SI
			3	¿Realizó/actualizó estudios de búsqueda y análisis de patentes a nivel nacional e internacional, y los resultados indicaron que no existe un desarrollo igual a su idea? (benchmark tecnológico)	NO	SI
			4	¿Los resultados de la búsqueda y análisis de patentes indicaron que la	NO	SI

				invención puede ser protegida mediante algún mecanismo de protección?		
			5	¿Ha realizado un estudio sobre los aspectos regulatorios (comités de ética, normas, ISO's, y certificaciones) que son requeridos para su invención tecnológica?	SI	SI
			6	¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?	SI	SI
	4	Desarrollo Tecnológico. Validación tecnológica a nivel laboratorio Validación de un prototipo inicial con componentes integrados en laboratorio con baja confiabilidad de comportamiento.	1	¿Ha integrado los componentes principales de su invención tecnológica?	SI	SI
			2	¿Ha realizado pruebas de validación de efectividad de dicha invención en laboratorio?	SI	SI
			3	¿Ha explorado con mayor profundidad aspectos / certificaciones de manufacturabilidad relacionados con el	SI	SI

				desarrollo de su invención tecnológica?		
			4	¿Ha continuado la validación de mercado de su invención con más entrevistas con usuarios potenciales y estudios de mercado?	NO	SI
			5	¿Su invención tecnológica funciona a nivel laboratorio?	SI	SI
			6	¿Identificó los riesgos tecnológicos de mercado y financieros con un plan de mitigación de los mismos?	SI	SI
			7	¿Actualizó el estudio de patentes nacionales e internacional, y tiene definida una estrategia de gestión de la propiedad intelectual? (benchmark tecnológico)	NO	NO
			8	¿Tiene contemplado un plan de licenciamiento de tecnología a terceros?	NO	SI

Desarrollo de prototipo	5	Desarrollo Tecnológico. Tecnología validada en laboratorio, pero en condiciones de un entorno relevante (condiciones que simulan condiciones existentes en un entorno real). La integración de los componentes empieza a ser de alta confiabilidad. Para el caso de plataformas tecnológicas, el ambiente relevante debe considerar condiciones industriales, no de laboratorio experimental académico. Proceso de planeación del negocio	1	¿Ha probado su prototipo en laboratorio en condiciones de un ambiente real?	SI	SI
			2	¿Tiene plenamente identificadas y considerados aspectos de manufacturabilidad del futuro producto?	SI	SI
			3	¿El prototipo a escala real cumple con las normas y/o previsiones legales o del medio ambiente del sector?	SI	SI
			4	¿Actualizó el estudio de patentes nacionales e internacional, y tiene definida una estrategia de gestión de la propiedad intelectual? (benchmark tecnológico)	SI	SI

Producción piloto y demostración	6	Demostración tecnológica. Tecnología demostrada en un ambiente relevante (Para el caso de plataformas tecnológicas, el ambiente relevante debe considerar condiciones industriales, no de laboratorio experimental académico). Pre-producción de un producto, incluyendo pruebas en un ambiente real.	1	¿Tiene integradas las tecnologías de producto y manufactura en una planta piloto? (considerando todos los aspectos de manufacturabilidad)	NO	NO
			2	¿Tiene alineado el nuevo producto con las tecnologías de producción?	NO	NO
			3	¿Cuenta con usuarios potenciales que pruebe la producción a baja escala?	NO	NO
			4	¿Cuenta con una organización operativa acorde a las necesidades de operación de la producción? (mercadotecnia, logística, producción y otros)	NO	NO
			5	¿Inició el proceso sobre el registro de las certificaciones requeridas por instancias gubernamentales para la producción y despliegue del prototipo?	NO	NO
	7	Desarrollo de Producto. Demostración de prototipo a nivel sistema en un ambiente operativo real (sistema real)	1	¿Cuenta con un proceso de manufactura operacional en baja escala? (produciendo productos comerciales)	NO	NO
			2	¿Cuenta con usuarios potenciales que	NO	NO

		Producción a baja escala para demostración en ambiente operativo real. Producción a baja escala para demostración en ambiente operativo real.		prueben la versión final del producto?		
			3	¿Cuenta con una estructura organizacional adecuada para la implementación?	NO	NO
			4	¿Cuenta con un producto terminado para prueba de primeros clientes?	NO	NO
Introducción inicial al mercado	8	Desarrollo de Producto. Sistema completo y evaluado. Manufacturabilidad probada y validada para ambiente real. Sistema completo y certificado. Producto o servicio comercializable. Resultados de las pruebas del sistema en su configuración final.	1	¿Se encuentra manufacturando el producto en su versión final?	NO	NO
			2	¿Tiene un producto comercializable?	NO	NO
			3	¿Su organización es operativa al 100%?	NO	NO
			4	¿Su prototipo cumple con estándares de la industria en cuestión?	NO	NO
			5	¿Elaboró los documentos para la utilización y mantenimiento del producto (manual del usuario, soporte técnico)?	NO	NO
Expansión de mercado	9	Producto terminado. Pruebas con éxito en entorno real. Despliegue. Tecnología disponible en el mercado. Aplicación	1	¿Cuenta con producción sostenida?	NO	NO
			2	¿Cuenta con un producto que cuenta con un crecimiento de mercado?	NO	NO
			3	¿Cuenta con cambios incrementales de producto que le lleven a crear nuevas	NO	NO

		comercial.		versiones?		
			4	¿Los procesos de manufactura y producción son optimizados a través de innovaciones incrementales?	NO	NO