

Propuesta metodológica para el empleo de la Inteligencia Tecnológica en Investigaciones sobre el Sector Energético en el IPN

Methodological proposal for the employment of the Technological Intelligence in Investigations on the Energy Sector in the IPN

Daniel Romo Rico *,
Instituto Politécnico Nacional, ESIA TICOMÁN, México
dromor@ipn.mx

Martha Susana Vázquez Meza,
Instituto Politécnico Nacional, ESIA TICOMÁN, México
dromor@ipn.mx

Francisco Estrada Godoy,
Instituto Politécnico Nacional, ESIA TICOMÁN, México
festrada@ipn.mx

Recibido 24, agosto, 2018

Aceptado 30, diciembre, 2018

Resumen

El mundo actual afronta constantes cambios en el entorno influenciado en gran medida por los avances tecnológicos. En este contexto, las organizaciones enfrentan el reto de modificar su paradigma tradicional de toma de decisiones, debiéndose apoyar más en la recopilación, análisis y seguimiento de información de manera global. En la industria energética nacional, cada vez son más las empresas interesadas en la inversión y el desarrollo de nuevas tecnologías para la resolución de problemas específicos, bajo un esquema de mejores niveles de rentabilidad. En la investigación se propone una metodología de Inteligencia Tecnológica (IT), como material de apoyo para la planificación tecnológica de los proyectos de investigación que se realizan en el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Tiene como propósitos resaltar la importancia de la IT como herramienta de análisis y sugerir las etapas y los procesos que conlleva su aplicación. Asimismo, se realiza un estudio de caso aplicado en el tema de la energía nuclear, considerando los recursos disponibles en el IPN, lo que permite evaluar sus ventajas y desventajas en términos de efectividad.

Palabras clave: Inteligencia tecnológica, sector energético, innovación, desarrollo tecnológico.

Mathematics Subject Classification (2010): 80A17

Abstract

Actually, our planet faces changes as consequence of technological advances. In this context, organizations need to modify their traditional paradigm of decision-making process, and must rely more on the collection, analysis and monitoring of information in a global manner. Every day companies are investing and develop new technologies in the energy sector to solve specific problems under a scheme of profitability criteria. In this paper we propose a Technological Intelligence methodology as tool to support the technological planning process on energy projects, which are made in the National Polytechnic Institute. It has the propose to encourage the Technological Intelligence as analysis tool to suggest stages and process to its application. Besides, it realizes a case study in the nuclear industry based in the availability of resources in the National

Polytechnic Institute, which allows to define its advantages and disadvantages in in terms of effectiveness.

Keywords: Technological intelligence, energy sector, innovation, technological development.

INTRODUCCIÓN

El cambio tecnológico induce efectos sobre los mercados de bienes y servicios, tales como disminución en el ciclo de vida de los productos, mayor nivel de exigencia de los consumidores y modificaciones en las estructuras organizacionales e impacta en la viabilidad de las instituciones, y de las empresas. En particular, la Investigación y el Desarrollo Tecnológico (IDT) en el sector energético ha sido fundamental para abatir los costos relativos a la extracción del petróleo en campos maduros, de lutitas o los ubicados a grandes profundidades en el mar. Ha posibilitado un manejo más seguro y limpio de la fuente nuclear y una combustión más limpia de las fuentes no renovables. Pero también de las renovables como la solar o eólica terrestre, que han estado incrementando su penetración en el MIX de fuentes de consumo de energía primaria en el mundo.

En México, el sector energético ha contribuido de manera determinante al desarrollo nacional a través de las aportaciones tributarias, inversiones y generación de divisas, pero sobre todo al aporte constante de los combustibles empleados. No obstante, los esfuerzos canalizados para impulsar la IDT en ese sector han sido limitados y concentrados en algunos centros de investigación a los que se les añadió los realizados en algunas Instituciones de Educación Superior¹. El monto de recursos a la IDT está por debajo de los canalizados en México en comparación con Noruega, Colombia y Brasil², lo que obliga a que la administración de los recursos sea más eficiente y efectiva.

La investigación en el sector energético del país es una tarea que depende principalmente de los centros de investigación³ e instituciones educativas. El Instituto Politécnico Nacional (IPN) cuenta con escuelas orientadas a preparar recursos humanos en las actividades del sector energético, así como personal dedicado a la IDT. Sin embargo, la mayoría de los resultados de los trabajos de investigación obtenidos han tenido un impacto limitado en términos de obtención de regalías o cobro de derechos de autor, como en general ocurre en las actividades desarrolladas en IDT a nivel nacional. Este trabajo tiene el objetivo de proponer una metodología de planeación que contenga como base el empleo de la IT y que sea utilizada en los proyectos de investigación asociados a la innovación o invención en materia de energía en el IPN. El trabajo se sustenta en el desarrollo de las actividades realizadas en IDT en el sector energía en el IPN.

El contenido de este documento contempla, en primera instancia, el diagnóstico de las actividades de investigación en el sector energético en el IPN. En un segundo apartado, se desarrolla el marco teórico, basado en el empleo de la Inteligencia Tecnológica (IT), que es una herramienta fundamental en el desarrollo y éxito de la investigación. Paso seguido, se propone una metodología sobre IT y el estudio de un caso tipo, para finalmente, exponer las conclusiones y recomendaciones.

La IDT en el sector energético en el IPN

La Dirección de Investigación, que depende de la Secretaría de Investigación y Posgrado, es la entidad encargada de incentivar, coordinar y difundir las actividades de investigación científica y

¹ Desde la segunda mitad de la década pasada, y aunado a los recursos financieros destinados de manera aislada por algunas instituciones, se han canalizado sumas adicionales para financiar la IDT en el sector energético a través de los fondos creados de conformidad con las disposiciones de la Ley de Ciencia y Tecnología (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

² En esas naciones se establece la obligación de invertir en investigación y desarrollo al menos 1% del monto de las ventas de petróleo de la industria.

³ Como el IMP, el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (antes Instituto de Investigaciones Eléctricas), el Instituto de Investigaciones Nucleares y más recientemente a través de los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIE Bio, CEMIE Eólico, CEMIE Geo, CEMIE Océano y CEMIE Sol).

tecnológica desarrolladas en el IPN⁴. Es quien asigna los recursos financieros a través de los proyectos de investigación individuales y desde 2010 a los multidisciplinarios, que, a partir de 2014 se transformaron en multidisciplinarios y transdisciplinarios. Estos últimos representaron el 18.7% de la cartera total de proyectos de investigación aprobados durante 2017.

Los recursos financieros canalizados para cada proyecto de IDT para impulsar el trabajo de innovación o invención en el IPN, resultan poco suficientes, y en ocasiones variables, por efecto de los ajustes en el presupuesto institucional. Durante, el año 2015, el monto de recursos destinado al financiamiento de proyectos institucionales fue de alrededor de 97.6 millones de pesos (Figura 2), lo anterior, implicó recursos promedio por proyecto de 62 mil pesos. Los financiamientos externos fueron de 215.5 millones de pesos, lo que robusteció ligeramente el desarrollo de algunos proyectos.

Entre las iniciativas para impulsar la IDT en el IPN se ha buscado alentar el trabajo conjunto entre investigadores a nivel intrainstitucional, mediante el esquema de Redes de Expertos⁵, el cual ha tenido resultados de bajo impacto en sus 9 grupos existentes. Una de esas es la Red de Energía⁶ -en donde surgió la inquietud del problema sobre la eficiencia en los resultados de la investigación-, a quien se aplicó una encuesta a sus investigadores⁷ para elaborar un diagnóstico sobre el perfil de la IDT desarrollada. Entre los resultados más relevantes, se encontró que poco se han enfocado al desarrollo del trabajo de innovación. Su trabajo colaborativo mayormente se ha encaminado hacia la generación de conocimiento a través de publicaciones, seguido por la participación en eventos organizados por la Red en el ámbito de la docencia y la investigación, así como a la participación en la formación de recursos humanos a través del Doctorado en Energía, que se imparte en cuatro sedes. Además, los resultados de la encuesta establecen que el nivel de innovación y desarrollo de los proyectos de investigación está influenciado por las herramientas empleadas para realizar el seguimiento tecnológico del sector energético.

La Inteligencia Tecnológica base de apoyo en la innovación e invención

Existen una serie de estrategias para mejorar la toma de decisión en la asignación de recursos, que detone en productos de investigación exitosos. Una de las más relevantes es el empleo de la Inteligencia Tecnológica, que es una actividad compleja sujeta al ambiente que impera en la industria en donde se aplica, al modelo de organización que se utiliza, así como al nivel de importancia que se le dé a la tecnología dentro de la organización y a los recursos disponibles para las tareas de IDT (Nosella, Petroni, & Salandra, 2008). Surge como una metodología que vincula la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico con las necesidades del mercado, y conceptualizada a lo largo del tiempo por distintos autores (Morales, Rodríguez, & Mc Carty, 1993) (Bernhardt, 1994) (Mc Carty, Romero, Izquierdo, Salas, & Layrisse, 1996). (Mueller & Lang, 1997) (Savioz & et al., 2001) (Castellanos, Rosero, Torres, & Jiménez, 2005). Del conjunto de definiciones, se deduce que la IT es un proceso sistemático y permanente de búsqueda, selección, análisis e interpretación de información del entorno tecnológico para su conversión y contribución al conocimiento, a la innovación y al desarrollo tecnológico, base para la toma de decisiones e instrumentación de estrategias para apoyar la competitividad de un ente y su sustentabilidad financiera. La IT estudia cooperaciones y alianzas, participaciones, innovaciones, transferencias de tecnología, equipos de investigación, patentes, bases documentales, publicaciones, terminología, modas, etcétera. A través de su uso, se logra fortalecer el

⁴ Se realiza a través de las 20 unidades de los centros de investigación, que se distribuyen en el territorio nacional en 13 Estados de la República, así como en los posgrados de las Unidades Académicas de Nivel Superior, en particular en sus las Secciones de Investigación y Posgrado (SEPI's)

⁵ Las Redes de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional se crearon a finales de 2006 como órganos de asesoría, consulta, apoyo y coordinación para promover la formación de recursos humanos, así como la generación de conocimientos científicos de vanguardia y su transformación en aplicaciones útiles a la sociedad.

⁶ La Red de Energía IPN, fue constituida en junio del 2010 para impulsar el trabajo colaborativo multidisciplinario y sinérgico mediante el desarrollo de proyectos de investigación en el sector energético y se conforma por alrededor de 65 investigadores de 20 Unidades Académicas y de Investigación: CIBA, CICATA Altamira, Legaría y Querétaro, el CIECAS, CIIDIR Sinaloa, CIEMAD, CIITEC, CITEDI, CMP+L, CNMN, ESCOMESFM, ESIA Ticomán, ESIME Azcapotzalco y Zacatenco, ESIQIE, UPIBI y UPIITA.

⁷ La muestra correspondió a 27 investigadores encuestados dedicados fundamentalmente temas relativos a energía solar, nuclear y al estudio de los biocombustibles.

direccionamiento estratégico, detallar el ambiente competitivo, identificar avances e información tecnológica y revisar los bienes científicos y técnicos.

Su implementación contribuye en la elección de tecnologías de manera exitosa, auditando a activos científicos y técnicos para verificar y fijar su posicionamiento en el mercado nacional e internacional, pues posibilita el identificar y evaluar nuevos productos o procesos tecnológicos y determinar nuevas oportunidades para acceder a avances tecnológicos y dar seguimiento al desarrollo de tecnologías emergentes, así como proveer datos técnicos y de servicios de información. Con base en lo anterior, permite mantener y mejorar la competitividad de los entes de base tecnológica, a través de la planificación de las actividades de investigación evitando la duplicidad de esfuerzos y la ineficiente inversión de los recursos disponibles. Con el tiempo, la IT ha sido concebida como una metodología que vincula la investigación aplicada, la innovación y el desarrollo tecnológico con las necesidades del mercado.

Desde que se comenzó a desarrollar la IT, han surgido diversos matices sobre su implementación. En el año de 1995, se desarrolló en Francia, la “Metodología de implementación de la IT en la Organización” (Martinet & Martí, 1995). Posteriormente, en 1998, Antonio Luis Romero realizó una adaptación de la metodología de Martinet y Martí, en donde se clasifican las actividades principales en cuatro grandes etapas: planear, hacer, verificar y actuar. En 1997 se plantea un sistema de IT que posibilita el análisis y la transformación de toda la información tecnológica captada en su entorno, permitiendo su gestión y la generación de bases para el desarrollo de procesos de innovación (Hidalgo Nuchera, León Serrano, & Pavón Morote, 1997).

En el 2004 surge una de las propuestas más conocidas sobre la implementación de un sistema de inteligencia tecnológica, que se expuso como un proceso proactivo orientado a la acción por medio de la toma de decisiones de alto impacto para la organización, con resultados encaminados a mejorar el posicionamiento competitivo (Savioz, 2004). Durante 2005, se desarrolló otra propuesta, que incluyó 2 etapas adicionales –planificación y dirección y evaluación general del estudio de inteligencia- (Rincón Argüelles & Ortiz Gallardo, 2005). En ese año, se propuso la metodología Quick Technology Intelligence Processes (QTIP), cuyo objetivo era el agilizar el proceso de acción de la IT (Porter, 2005).

En 2007, se planteó un sistema constituido por tres componentes: Implantación de herramientas de gestión tecnológica; generación de conocimiento y formulación en implementación de estrategias, que contempla de manera integral los elementos de las metodologías desarrolladas (Castellanos O. F., 2007).

En algunos casos se han propuestos herramientas para una aplicación más asertiva de la IT tales como el uso de sistemas (Yoon, 2008), técnicas para ordenar conjuntos de términos claves (Newman y Et. Al., 2014), minería de datos (Kostoff y Et. Al., 2001) o pantallas de radar tecnológicos (Veugelers y Et. Al., 2010), así como el empleo de las bases de datos como Science Citation Index, por ejemplo. Sin duda lo anterior podría robustecerse con el empleo del Big Data, de creciente uso en el mundo.

Alrededor del mundo gran parte de los estudios y aplicaciones sobre IT se realizan en compañías multinacionales, destacando su empleo en temas farmacéuticos, electrónicos y de tecnologías de información.

En el sector energético la contribución de la IT puede coadyuvar a la innovación e invención en materia exploración y explotación en diversos contextos, como el de aguas profundas y la explotación de campos no convencionales o lo relativo al desarrollo de fuentes renovables.

Se han documentado elementos que influyen negativamente en la instrumentación de la IT como son: El establecimiento de un proceso mecánico con fuentes de información fijas, que no se revisan ni

complementan con otras o con expertos; tampoco se revisan ni ajustan los objetivos e informes de los proyectos, ni los indicadores que se obtienen como resultado de la aplicación del proceso; falta de integración del proceso de inteligencia a las tareas cotidianas de investigación; no se acotan adecuadamente los datos e información a obtener y manejar, y se da demasiado énfasis a la recolección de datos, sin establecer un límite de tiempo; la información se presenta en promedio o consolidada, por lo que no es posible visualizarla de manera puntual; con frecuencia los datos no se presentan con un formato útil para la planeación; no se enfoca el objetivo de la tarea; no se establece una línea ética y la frecuencia de cambios en el mercado, lo que la hace rápidamente obsoleta. De la misma manera, se detectó poco compromiso en la implantación y operación de la IT, pues no se involucra a todos los miembros de la organización y existe una errónea distribución de los recursos disponibles.

Algunos de los casos documentados de éxito en la aplicación de la IT en la investigación han sido la creación del Centro de Servicios de Vigilancia e Inteligencia Competitiva (Hadi, 2002) y el Instituto Belga de Investigación en Ciencia de la Vida (Veugelers, Bury, & Viaene, 2010) y el European Science and Technology Observatory (ESTO) (European Commission, 2010).

Las dificultades encontradas en la implementación de programas de IT dentro de los centros de investigación han sido: Desequilibrio entre la valoración del conocimiento individual frente al organizacional (que no coincide con la suma de los individuales); limitada de alineación entre los intereses individuales y colectivos; competencia individual por los recursos (interés por la información sobre el estado del arte en “su” línea de investigación y la prevalencia de la relación con “los pares”); gestión no óptima del conocimiento organizacional (como fuente de valor para la institución y de uso para otras entidades); sistemas de evaluación no enfocados al fomento a la innovación e invención, y escaso interés por el impacto económico y social de la actividad investigadora, así como el tipo de ventaja competitiva a alcanzar, el nivel de desarrollo tecnológico, el nivel educativo de sus líderes y el grado de participación en redes de información (Alcantára, 2014).

En México, durante 2009 se registró un aumento en la cantidad de estudios de análisis basados en la utilización de la IT hasta un 70% con respecto a los que se solicitaron en 2006⁸. Esos estudios pasaron de ser primordialmente vigilancias tecnológicas (estudios de recopilación documental) a análisis de posicionamiento tecnológico, elaborados para universidades y centros de investigación.

En las investigaciones sobre el sector energético en el IPN hay evidencias aisladas de uso de la IT. En la citada encuesta aplicada a los miembros de la Red de Energía, se detectó que sólo el 11% reconoce realizar trabajos de innovación. Las actividades de IT son poco valoradas a pesar de que se cuenta con un área institucional de apoyo y soporte, la cual debiera operar y ofrecer servicios de manera intensiva a los investigadores de la Red y del IPN: TECHNOPOLI. Este ente cuenta con la Unidad de Desarrollo Tecnológico, que dispone de un área denominada el Observatorio Tecnológico del IPN, que ofrece servicios de inteligencia de negocios, software de análisis; infraestructura para consulta e interacción de expertos, servicios de vigilancia tecnológica, sobre alianzas estratégicas, redes de colaboración con instituciones nacionales e internacionales, servicios especializados de información y sobre los Boletines ORÁCULO y NAUTILUS. Emplean plataformas como Orbit, Invention Machine Goldfire™, Gartner, Matheo Patent, y Orbis, y tiene acceso al apoyo de la Red de Parques Científicos y Tecnológicos a la que pertenece y con el Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología (OVTT) de la Universidad de Alicante⁹.

⁸ En el año 2006, el grupo Clarke Modet & C. realizó el primer estudio de Inteligencia Tecnológica.

⁹ Está encargado de realizar el análisis y la difusión de información científica, tecnológica y de negocio para orientar la toma de decisiones sobre el entorno productivo de investigación y desarrollo en pro de la mejora productiva, la diversificación de productos y/o servicios y su posicionamiento en el mercado.

Propuesta de Metodología de IT aplicable a proyectos de investigación en el sector energético realizados en el IPN.

Gran parte de los ejercicios de IT combinan diversas técnicas como mapas tecnológicos¹⁰, escenarios¹¹ y estudios bibliométricos¹², que pueden ser apoyados de la consulta a expertos en los temas de investigación a analizar.

La metodología de IT propuesta en este documento, busca contribuir a la aportación de soluciones tecnológicas a los problemas del sector energético que se realizan o pretenden realizar en el IPN. Se plasman los mecanismos requeridos para convertir información dispersa o aislada en un insumo inteligente, capaz de responder en forma organizada y oportuna en herramientas de apoyo a la IDT.

La metodología de IT contempla elementos de la agrupación tecnológica con base a la solicitud de investigación a realizar, y se enfoca en tres puntos básicos:

- a. Capacitación en el conjunto de herramientas de Inteligencia Tecnológica.
- b. Soporte en la búsqueda y el análisis de la información del sector.
- c. Participación en procesos de aprobación de los avances del estudio y de su vinculación final.

Los pasos considerados en la Metodología de Inteligencia Tecnológica propuesta parten de los avances y desarrollados citados en párrafos anteriores y se plantea de la siguiente manera, contemplando su aplicación particular en el IPN (ver explicación gráfica al final, en la Figura 1):

Etapla 1. Diagnóstico actual. Elaborar una comprensión actual y estratégico del entorno mediante los procesos siguientes:

Proceso a. Identificación de necesidades tecnológicas, incluyendo limitaciones de tiempo, herramientas y los recursos necesarios para su desarrollo.

Proceso b. Determinación y jerarquización de los objetivos estratégicos. Se establecen y priorizan los principales objetivos estratégicos de la investigación en la que se habrá de aplicar la metodología de IT, de acuerdo con los requerimientos y perspectivas del ente estudiado.

ETAPA 2. Estudio de la información:

Proceso a. Búsqueda en fuentes de información técnica y científica. Fuentes internas y externas que habrán de presentar el origen de la información. Pueden ser seleccionadas entre: Bases de datos (recursos digitales), publicaciones (libros/revistas/gacetas); repositorios de ciencia, tecnología e innovación; patentes; redes de investigación; eventos técnicos (congresos); convenios de cooperación (trabajo entre pares); dependencias públicas del exterior; la web (servicios de búsqueda y Google académico), así como de actividades derivadas de las relaciones interpersonales, como redes de expertos o especialistas.

Proceso b. Análisis de información: Se habrá de originar de la identificación de tecnologías y trabajos de investigación realizados respecto al tema de interés, mediante:

- **Alertas Tecnológicas:** Proporcionan información actual sobre las tecnologías más recientes en campos de aplicación específicos del tema de interés de cada investigador. Resultan relevantes en el inicio de la investigación para la toma de decisiones.

¹⁰ El Mapa Tecnológico es una herramienta de gestión que sintetiza de forma gráfica las tecnologías sobre las que se está investigando. Mide, a la vez, el esfuerzo investigador de unas tecnologías frente a otras y su evolución en un periodo de tiempo. Facilita la comprensión del entorno tecnológico y las interrelaciones entre los agentes de dicho entorno.

¹¹ El Método de los Escenarios es una Técnica que permite exponer un conjunto de alternativas futuras, partiendo del análisis de las condiciones actuales para incidir sobre el comportamiento de las tendencias.

¹² Los análisis bibliométricos proveen información cuantitativa sobre las herramientas para la evaluación de la investigación en un campo o tema científico, realizado por países, instituciones y autores en periodos determinados, permitiendo un análisis comparativo de la productividad científica.

- **Análisis de Competidores:** Brindan información reciente sobre las investigaciones concurridas en las que podrán definir las estrategias a seguir respecto a la investigación.

ETAPA 3. Reporte tecnológico:

Estructuración del reporte tecnológico: Incluye los aspectos relevantes de la investigación. Se organiza la información, dando a conocer patentes y desarrollos en investigación, tecnologías potenciales, proveedores tecnológicos, casos de aplicación a nivel internacional (competidores); posicionamiento tecnológico y alianzas o socios estratégicos. Con esto, se apoya en la definición de las ventajas y desventajas del proyecto.

ETAPA 4. Implementación de la estrategia: Se utiliza en el proceso de planificación tecnológica y logra la determinación de soluciones tecnológicas viables para la obtención de un portafolio de proyectos de investigación, ejemplo en el sector energético del IPN.

Proceso a. Estudio y diseño de estrategias tecnológicas: Se estudian y diseñan las posibles estrategias de innovación y desarrollo tecnológico, así como las probables alianzas tecnológicas para el fortalecimiento y competitividad de la investigación en las que se tomará acción.

- a. Uso interno:
 - i. Toma de decisiones.
 - ii. Información para la producción científica del sector energético.
 - iii. Mejora en la gestión tecnológica del IPN.
- b. Uso externo:
 - i. Mejoras en Bases de Datos.
 - ii. Servicios y Productos de Información.
 - iii. Programa de Gestión de Innovación.

Derivado de lo anterior, se precisan las soluciones tecnológicas que se consideren de mayor viabilidad para que se defina, identifique y priorice el portafolio de proyectos de investigación.

ETAPA 5. Evaluación y seguimiento: Presente en todas y cada una de las etapas, con la finalidad de mejorar los procesos de implantación y aplicar los cambios necesarios en el momento pertinente. La retroalimentación y el aprendizaje son un factor crítico en el desempeño de la metodología, ya que pueden facilitar la integración de proyectos para el desarrollo de tecnologías; mantener y optimizar la infraestructura para apoyar las actividades de inteligencia y contar con mecanismos de racionalidad en el manejo de los recursos financieros y de gestión.

Elementos y actividades de la agrupación tecnológica. La estructura que conforma el grupo de trabajo para la IT debe llevarse a cabo de una manera simple con un sólido equipo en red, el cual se propone esté integrado por los siguientes elementos, los cuales pueden asumir roles múltiples en la ejecución de la metodología propuesta:

- **Investigador:** Propone las investigaciones que deberán ser sometidas a la aplicación de la metodología de IT. Recabará la información de interés en las fuentes de información y participará en el estudio de la información recabada hasta concretar resultados.
- **Gestor institucional:** Responsable de coordinar las actividades del grupo de inteligencia, asegurando que los proyectos se concreten según los requerimientos establecidos. Debe poseer conocimientos generales sobre los objetivos del IPN, los procesos de planificación en la parte de gestión tecnológica y los mecanismos de toma de decisión.

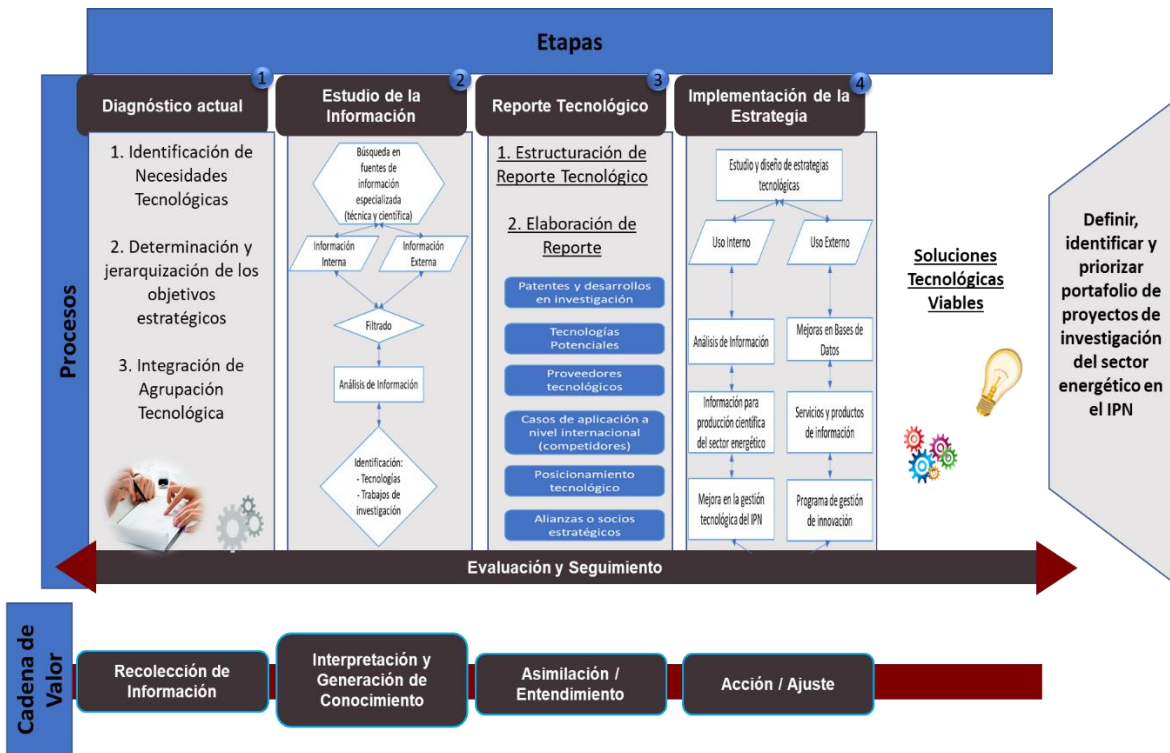


Figura 1. Metodología de Inteligencia Tecnológica.

Fuente: Elaboración Propia.

- **Especialista técnico:** Persona especializada en el tema a desarrollar, con suficientes conocimientos técnicos y prácticos para proporcionar asistencia y apoyo al desarrollo de las actividades de búsqueda y seguimiento.

La interacción personal debe mantenerse a lo largo de todo el proceso el cual, deberá ser participativo, considerando la intervención de expertos, quienes no necesariamente formarán parte de la institución.

Datos base para la instrumentación de un proceso de IT en el IPN

Actualmente los estudios de IT son cada vez más frecuentes y útiles para la identificación de tendencias tecnológicas. Sin embargo, una base sólida de disponibilidad de medios o mecanismos para acceder hacia la información, tanto de fuentes primarias o secundarias, es base para emplear la IT. Aunque existen distintas herramientas para realizar el trabajo de seguimiento en las actividades de IT, una de las más accesibles y confiables, por el reconocimiento científico y profesional, sobre todo las que son sujetas a arbitraje, es el acceso a bases de datos de información.

Accesibilidad de fuentes de información en el IPN

Una fuente de información es el documento, obra o material que sirve de apoyo o inspiración para la toma de decisiones. Para la realización de las actividades sobre IT aplicada al sector energético en el IPN, es imprescindible construir, conocer, mantener y saber gestionar una red de fuentes de información actualizada y alineada a las necesidades de la investigación. No obstante, algunas de ellas no son accesibles o se requiere de pagos onerosos para acceder, situación que limita su disponibilidad para los investigadores ante las restricciones presupuestales enfrentadas. En el IPN se ha gestionado el acceso a bases de datos de información bibliográfica en diversos campos de la ciencia, por lo que sus usuarios pueden disponer interna y externamente de la misma. Derivado de la

multicitada encuesta, se estableció que el contenido disponible actualmente en las bases de datos bibliográficos en el IPN no es óptimo, pero si adecuado, para acceder a información sobre el estado del arte en las actividades que realizan en IDT.

Fuentes de información de disponibilidad en el IPN. Durante 2017, el IPN contaba con una base de datos interna compuesta por 1 gaceta institucional, 33 recursos electrónicos de los cuales 18 son útiles para el rastreo de información referente al sector energético, 7 plataformas para la búsqueda de libros, 25 revistas de las que 14 resultan relevantes para la obtención de información en temas del sector energético (Tablas 1 y 2).

Fuentes de información de disponibilidad en el IPN. Durante 2017, el IPN contaba con una base de datos interna compuesta por 1 gaceta institucional, 33 recursos electrónicos de los cuales 18 son útiles para el rastreo de información referente al sector energético, 7 plataformas para la búsqueda de libros, 25 revistas de las que 14 resultan relevantes para la obtención de información en temas del sector energético (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Fuentes de Información disponibles en el IPN para investigación en el Sector Energético.

Plataforma	Descripción
Ovid Español	Colección exclusiva de más de 100 e-books de Lippincott
Dawsonera	Editorial de difusión científica
EBL Ebook library	Plataforma virtual para descarga de EBL
Bibliotechnia	Producida por el IPN con más de 600 títulos disponibles
Mylibraryu	Libros del área fisicoquímica
Librisite	Plataforma virtual para descarga de libros gratuitos
Springer	Colección completa en diversos campos del conocimiento

Fuente: Elaboración propia con información de la Gaceta Politécnica - IPN, 2016.

Fuentes de Información de acceso Externo para el IPN. En la construcción de la base de datos externa se optó por integrar información clave para las investigaciones del sector energético y clasificadas en modalidad de “Acceso Abierto” u “Open Access” (en inglés), dicho formato “permite el acceso inmediato, sin requerimientos de registro, suscripción o pago a material digital educativo, académico, científico o de cualquier otro tipo, principalmente artículos de investigación científica de revistas especializadas y arbitradas” (UNESCO, s.f.), con la finalidad de que estén al alcance de los investigadores que habrán de implementar la metodología propuesta.

Mediante un censo realizado de fuentes de información externa al IPN en temas ligados al sector energético, se detectaron 67 recursos de acceso abierto en CONRICYT, entre los que destacan los de acceso abierto y 17 recursos electrónicos para consulta de revista.

Tabla 2. Recursos de Información Digital Accesibles en el IPN para Investigación en el Sector Energético

American Institute of Physics	Nature
American Mathematical Society	Oxford University Press
American Physics Society	ProQuest
Cambridge University Press	Royal Society Publishing
EBSCO	Royal Society of Chemistry
Elsevier	Scifinder
Emerald	Springer
IEEE	Taylor & Francis
Institute of Physics	Wiley

Fuente: Elaboración propia con información del IPN.

Tabla 3. Recursos de Información Digital de Acceso Abierto para Investigación en el Sector Energético

PÁGINAS DE ACCESO ABIERTO	
Chemistry Central	Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología
Elsevier	Latindex. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Emerald Group Publishing	Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades UNAM
IOP Science Open Access	Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias UNAM
Nature Publishing	SciELO México. Scientific Electronic Library Online
Oxford University Press	Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Plos One	La Referencia. Red de repositorios de acceso abierto a la ciencia
Springer Open	Repositorio Digital de la CEPAL

Fuente: Elaboración propia con información de CONRICYT.

Es posible acceder a bibliotecas de otras instituciones como el UAM, IMP, el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, entre otras, pero el acceso es restringido para los investigadores del IPN y también cuentan con restricciones de cobertura, por lo que la alternativa puede ser el establecer convenios de acceso a otras instituciones internacionales.

Existen ciertos factores esenciales para la construcción y utilización de información ligada a las actividades de IT, tales como: Mantener actualizada la red; manejar la información de manera confidencial; proporcionar el servicio de IT al investigador oportunamente (en cuanto lo solicite) y darle seguimiento, de manera que se responda en tiempo y forma; verificar constantemente la información suministrada y mejorar continuamente la red de acuerdo con los requerimientos detectados.

Resultados y Discusión

Un factor que resultó con incidencia directa en la implementación de la Inteligencia Tecnológica en el IPN fue la insuficiencia de recursos financieros pues, aunque no oneroso en términos de un análisis costo/beneficio, sí demandante de recursos normalmente escasos en la institución. Sin embargo, el implantar la IT en un proceso de planeación estratégica de la tecnología, habilitaría a anticiparse a amenazas y oportunidades tecnológicas potenciales y, por lo tanto, reaccionar a tiempo para beneficiarse con sus resultados de IDT pretendidos.

Aunque se omite el desarrollo de la última etapa (la implementación de la estrategia), la aplicación de la metodología a un caso de estudio se enfocó a identificar materiales candidato para la primera pared de reactores de fusión, que es una tarea en la que se debe tener en cuenta la complejidad de la operación y los múltiples factores a estudiar para validar su uso. "...La evolución de la microestructura en un reactor de fusión puede llevar a la degradación de las propiedades físicas..." (Madrid, 2017).

Con la aplicación del caso práctico se realiza un análisis prospectivo de las características de un material candidato para la primera pared de un reactor de fusión nuclear. Como paso previo a la metodología propuesta, se realizó un proceso de selección de recursos de información con enfoque al área de conocimiento de interés (sector energético).

La aplicación de la metodología inició con el diagnóstico actual y la identificación de necesidades tecnológicas en donde se definió como alcance el ahondar en el conocimiento de las propiedades y las tecnologías de fabricación de los principales productores de materiales para primera pared de reactores de fusión. Paso seguido se procedió a fijar el objetivo estratégico, que consistió en instituir

un programa de desarrollo tecnológico que permita desarrollar materiales y pueda competir en el mercado para los reactores de fusión nuclear en el corto, mediano y largo plazos.

Se procedió a la búsqueda de las fuentes de información especializada (técnica y científica). La actividad consistió en una revisión bibliográfica en fuentes de información interna y externa. La búsqueda de fuentes de información interna se realizó con las palabras clave: “Materials for the First Wall of Fusion Reactors” (“Materiales para primera pared de reactores de fusión”). Se utilizaron operadores booleanos para precisar y aumentar la productividad en la búsqueda (ver Figura 2):

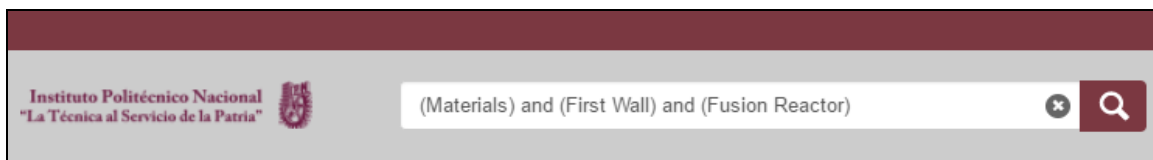


Figura 2. Motor de búsqueda interna (BNCT-IPN).

Fuente: www.ipn.mx

La exploración se limitó a la disponibilidad de textos completos en línea pertenecientes a la disciplina de la Física, con fecha de publicación de un período no mayor a diez años (2007 – 2017), y no contempló el acceso a los servicios de Technopoli. Los términos temáticos generales empleados fueron: “nuclear reactors”, “fusión reactors”, “energy”, y “nuclear fusion”.

Los resultados obtenidos fueron: 472 artículos de revista, 96 actas de conferencia, 14 libros/ libros (electrónicos), 11 capítulos de libro y 4 disertaciones. Se procedió a realizar la captura con los siguientes datos: Título del artículo; autor (es); unidad de análisis (artículo de revista, libro, conferencia, etc.); datos de publicación, es decir, nombre de revista, libro o congreso, volumen, editorial, fuente(s) en la(s) que se publicó, año, país e identificador de objeto digital (DOI, por sus siglas en inglés).

Se identificaron las fuentes de información externa que contienen el mayor número de trabajos relacionados con las palabras clave. Se seleccionaron dieciocho revistas y libros electrónicos que contenían trabajos publicados durante el periodo establecido (2007 a 2017).

Las Fuentes con las que se continuó el análisis del tema fueron en las revistas: Annals of Nuclear Energy, Atomic Energy, EPL (Europhysics Letters), IEEE Transactions on Plasma Science, Journal of Fluids Mechanics, Journal of Materials Research, Journal of Nuclear Materials, Journal of Physics d-applied physics, Journal of Physics: Conference Series, Laser and Particle Beams, Nature Physics, Nuclear Fusion, Nuclear Inst. and Methods in Physics, Philosophical Magazine Letters, Physics of Atomic Nuclei, Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, Thind Solid Films. Asimismo, se obtuvo información en el libro electrónico denominado Lecture Notes in Energy Ser.

Se identificaron 597 artículos relacionados con el tema de “Materiales candidato para primera pared de reactores de fusión”, de los cuales 498 se encuentran en el acervo electrónico del IPN y han sido publicados en una o más fuentes de información interna señaladas.

Con la información compilada, se prosiguió a la identificación de tecnologías y de trabajos de investigación del tema, mayormente difundidos.

Como resultado se generó un “Reporte Tecnológico” (Figura 3), que contiene la información sobre: Patentes y desarrollos en investigación, tecnologías potenciales, proveedores tecnológicos, casos de aplicación a nivel internacional (competidores), posicionamiento tecnológico y posibles alianzas o socios estratégicos, y contempla una sección de consideraciones generales y otra de tecnologías alternativas y potenciales.

Reporte Tecnológico.

Consideraciones

Consideraciones generales <i>Fusión nuclear:</i> Forma de generar energía mediante la fusión de dos núcleos de hidrógeno para generar helio; dos núcleos atómicos se unen para dar lugar a otro núcleo con mayor masa. La elección de los materiales para la primera pared de los reactores de fusión es una tarea complicada, en la que se debe tener en cuenta la complejidad de la operación y los múltiples factores a estudiar para validar su uso. La evolución de la microestructura en un reactor de fusión puede llevar a la degradación de las propiedades físicas.	
Características de materiales idóneos: - Alta capacidad de resistencia térmica - Larga vida útil - Alta fiabilidad - Fabricación sencilla y coste razonable	Limitantes para su elección: Disminución de la conductividad térmica y eléctrica y degradación de las propiedades mecánicas. Formación de gas que puede causar un hinchamiento macroscópico del material, dando lugar a una pérdida de estabilidad dimensional.

Tecnologías alternativas y/o potenciales

Material de envoltura	Características
HCLL (Helium Cooled Lithium Lead),	Usa LiPb como generador de Tritio y como multiplicador neutrónico y EUROFER y aleaciones W como material estructural.
HCPB (Helium Cooled Pebble Bed),	Usa cerámicas de Li4SiO4 o Li2TiO3 como generador de Tritio, berilio como multiplicador y EUROFER como material estructural.
DCCL (Dual Coolant Lithium Lead),	Usa helio como refrigerante de la primera pared y PbLi actúa de segundo refrigerante. El cual está aislado térmicamente y eléctricamente del material estructural mediante flow channels inserts.
WCCB (Water Cooled Ceramic Breeder),	Usa cerámicas de Li2TiO3 como generador de Tritio, berilio como multiplicador y acero F82H como material estructural.
HCCB (Helium Cooled Ceramic Breeder)	Usa cerámicas de Li4SiO4 como generador de Tritio , berilio como multiplicador neutrónico y aceros ferríticos martensíticos como material estructural.
LLCB (Lithium Lead Ceramic Breeder)	Usa cerámicas de Li2TiO3 y aleación de LiPb como materiales generadores de Tritio. Hay dos refrigerantes, helio para la primera pared y aleación LiPb para refrigerar las cerámicas. Este concepto usa recubrimientos cerámicos para los canales de LiPb.

Figura 3. Reporte Tecnológico.

Conclusiones y Recomendaciones

El sector energético ha sido fundamental en desarrollo del país, y conservará tal categoría en los próximos años a la par del crecimiento y desarrollo económico. La IDT es una pieza que apoya un mejor desempeño del sector energético, pues favorece la rentabilidad de las operaciones y genera beneficios para la sociedad.

El IPN ha emprendido acciones para impulsar la IDT en materia de energía, con resultados poco efectivos en materia de innovaciones e invenciones, lo que ha debilitado su posicionamiento tecnológico y limitado la competitividad de la institución. Dado que los recursos disponibles para impulsar la IDT son escasos y vulnerables a recortes, es imprescindible contar con herramientas para mejorar y optimizar la toma de decisiones y evitar duplicidades en el uso de los recursos financieros. La metodología propuesta sobre Inteligencia Tecnológica se adaptó a las necesidades y disponibilidad de recursos económicos y humanos accesibles para el IPN. Consta de cinco etapas desagregadas, las cuales son desarrolladas en la aplicación de un estudio de caso, a excepción de la implementación de la estrategia y la de monitoreo y seguimiento. En general, los hallazgos obtenidos del trabajo son los siguientes.

- Los recursos bibliográficos disponibles en las bases de datos institucionales del IPN son adecuados, pero no suficientes, sobre todo cuando se realizan búsquedas con un elevado nivel de detalle, como se comprobó en el caso de estudio aplicado al sector nuclear.
- Existe la posibilidad de ampliar el universo de bancos de información bibliográficos, pero se requerirá del pago de nuevas bases de datos y del potencial acuerdo de intercambio con otras instituciones de investigación nacional o internacional.

- Las actividades de IT son poco valoradas a pesar de que se cuenta con un área institucional de apoyo y soporte Technopoli, que no se utiliza óptimamente, pues su acceso tiene un costo por estudio, que pudiera evitarse con parte de los recursos canalizados por la Secretaría de Investigación y Posgrado.

Se establece la recomendación de estructurar un grupo de trabajo para aplicar la IT con funciones claras y específicas, así como recomendar su uso imperativo en los proyectos de investigación emprendidos, particularmente los ligados a la innovación e invención.

Referencias

- Alcantára, T. I. (2014). Sistema de Inteligencia Tecnológica en Centros . Cd Mexico.
- Bernhardt, D. (1994). I want it fast, factual, actionable. Tailoring competitive intelligence to executives needs. Long Range Planning, 27(1).
- Biblioteca - Instituto Politécnico Nacional. (2017). Catálogos y Recursos Digitales. Obtenido de <http://www.ipn.mx/biblioteca/Paginas/catalogos.aspx>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (11 de 08 de 2014). Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. Artículo 88. Ciudad de México, México: Secretaría de Servicios Parlamentarios.
- Castellanos, O. F. (2007). Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la Inteligencia.
- Castellanos, O. F., Rosero, I., Torres, L., & Jiménez, C. (2005). Aplicación de un Modelo de Inteligencia para Definición de estrategia Tecnológica en diferentes Niveles de Complejidad Institucional. Brasil: XI Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC, Brasil, 2005b.
- CONRICYT. (15 de 08 de 2016). Obtenido de <http://www.conricyt.mx/acervo-editorial/cobertura-tematica>
- Gaceta Politécnica - IPN. (2016). Obtenido de <http://www.ipn.mx/CCS/Gacetitas/Paginas/inicio.aspx>
- Hadi, I. (2002). La création d'un Centre de Veille et d'Intelligence Competitive Application a l'Institute pour la Recherche et l'Affiliation Industrielle de l'Institute Technologique de Bandung. . Bandung, Indonesia: Université de Droit.
- Hidalgo Nuchera, A., León Serrano, G., & Pavón Morote, J. (1997). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Pirámide.
- Kostoff y Et. Al. (2001). Text mining using database tomography and bibliometrics: a review. Technol. Forecast. Soc. Change, 68(3), 223–253.
- Madrid, U. P. (18 de enero de 2017). Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/ingenieriamateriales/2017/02/03/1205/>
- Martinet, B., & Marti, I.-M. (1995). L'intelligence Économique. Francia: Eyrolles.
- Mc Carty, F., Romero, E., Izquierdo, A., Salas, R., & Layrisse, I. (1996). El Sistema de Inteligencia Tecnológica de PDVSA. Visión Tecnológica, 3(1), 67-74.
- Morales, A., Rodríguez, S., & Mc Carty, F. (1993). Inteligencia Tecnológica, un nuevo proceso para la toma de decisiones gerenciales. Visión Tecnológica, 1(1), 64-67.
- Mueller, M., & Lang, H. (1997). Technology intelligence identifying and evaluating new technologies Innovation in Technology Management. The Key to Global Leadership - PICMET'97: Portland International Conference on Management and Technology. Portland.

- Newman y Et. Al. (2014). Comparing methods to extract technical content. *Journal of Engineering and Technology Management*, 32, 97–109.
- Nosella, A., Petroni, G., & Salandra, R. (26 de 10 de 2008). Technological change and technology monitoring process: Evidence from four Italian case studies. *Journal of Engineering and Technology Management*.
- Porter, A. (2005). QTIP: Quick technology intelligence processes. *Technological Forecasting & Social Change*, 72, 1070–1081.
- Rincón Argüelles, L., & Ortiz Gallardo, V. G. (2005). Análisis en Inteligencia Tecnológica: ¿Qué es y para qué sirve? *Multiciencia*, 1-14.
- Savioz. (2004). *Technology Intelligence: Concept, Design and Implementation in Technology-based SME'S*.
- Savioz, P., & et al. (2001). Implementing a technology intelligence system in a medium-sized medtech company.
- UNESCO. (s.f.). UNESCO - Definición de acceso abierto. Obtenido de <http://es.unesco.org/open-access/%C2%BFqu%C3%A9-es-acceso-abierto>
- Veugelers y Et. Al. . (2010). Linking technology intelligence to open innovation. *Technological Forecasting & Social Change*, 77, 335 - 343.
- Veugelers, M., Bury, J., & & Viaene, S. (2010). Linking technology intelligence to open innovation. . *Technological Forecasting & Social Change.*, 77, 335-343.
- Yoon, B. (2008). On the development of a technology intelligence tool. *Expert Systems with Applications for identifying technology opportunity*, 35, 124-135.

Este artículo puede citarse de la siguiente forma:

Citación estilo APA sexta edición

Romo Rico, D., Vázquez Meza, M. S. & Estrada Godoy, F. (enero-abril de 2019). Propuesta metodológica para el empleo de la Inteligencia Tecnológica en Investigaciones sobre el Sector Energético en el IPN. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, 5(1), 16-29.

Citación estilo Chicago decimoquinta edición

Romo-Rico, Daniel, Vázquez-Meza, Martha Susana & Estrada-Godoy, Francisco. Propuesta metodológica para el empleo de la Inteligencia Tecnológica en Investigaciones sobre el Sector Energético en el IPN. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, 5 No. 1 (enero-abril de 2019): 16-29.

Citación estilo Harvard Anglia

Romo Rico, D., Vázquez Meza, M. S. & Estrada Godoy, F., 2019. Propuesta metodológica para el empleo de la Inteligencia Tecnológica en Investigaciones sobre el Sector Energético en el IPN. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, septiembre-diciembre, 5(1), pp. 16-29.

Citación estilo IEEE

[1] D. Romo-Rico, M. S. Vázquez-Meza y C. Estrada-Godoy. Propuesta metodológica para el empleo de la Inteligencia Tecnológica en Investigaciones sobre el Sector Energético en el IPN. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, vol. 5 No. 1, pp. 16-29, enero-abril de 2019.