

Research and Development Programmes in Industrial Combustion - Success or Fail -A case study

E. Souza

Petrobras – SIX, São Mateus do Sul, Brazil

E-mail: edsouza@petrobras.com.br

Resumen

La conversión de energía primaria por combustión es de aproximadamente 82% de la energía total de América Latina. Los procesos industriales son a menudo la energía más demandada, especialmente los basados en la quema de combustibles para calefacción directa o generación de energía. La conversión por combustión inevitablemente genera y emite contaminantes a la atmósfera. En los últimos años una serie de nuevos requisitos medioambientales se han observado en América Latina con el fin de regular esas emisiones, las cuales incluyen emisiones de fuentes industriales estacionarias. El daño a la salud pública, los efectos globales y locales, tales como: cambios en el clima y la pérdida de competitividad en este nuevo escenario de fabricación, indican que la conversión por combustión será muy cuestionada en todo el mundo en un futuro próximo. Así que hay impulsos importantes para la inversión en tecnologías de combustión más limpia y mejoras de eficiencia energética. Los gobiernos, el sector privado y las organizaciones no gubernamentales indican los programas de inversión en esas áreas. Este artículo discute un estudio del modelo de gestión de programas de Investigación + Desarrollo + innovación, llamado el modelo de four-chair. Muestra un caso de estudio en el que se abordan varios aspectos, teniendo en cuenta las demandas de desarrollo local, recursos energéticos y la demanda de energía de la “vida real” para la población. Finalmente indica posibles tecnologías en la combustión industrial en los distintos niveles, desde tecnologías básicas, tecnologías emergentes, hasta el conocimiento de frontera.

Palabras clave— Investigación y Desarrollo; Combustión Industrial; Eficiencia en la combustión industrial; R&D Controlling.

Abstract

The conversion of primary energy by combustion is about 82% of the total energy of Latin America. Industrial processes are often energy demanding, especially those based upon burning of fuels for direct heating or power generation. The conversion by firing inevitably generates and emits pollutants to the atmosphere. Over the last few years several new environmental requirements have been observed in Latin America in order to regulate such emissions, not only but also from stationary industrial sources. The harm to public health, local and global effects such as changes in climate and the loss of manufacturing competitiveness in this new scenario, indicate that conversion by combustion will be much questioned around the world in the near future. So there are important drives for investment in cleaner-burning technologies and energy efficiency improvements. Governments, private sector and non-governmental organizations indicate investment programs in those areas. This paper discusses a study of management model of R+D+I programs called the four-chair model. It shows a case study in which several aspects are addressed, considering local development demands, energetic resources and “real life” energy demands for population. Finally indicates potential technologies in industrial combustion at various levels from basic, emerging technologies up to frontier knowledge.

Index terms— Research and development; industrial combustion; efficiency in industrial combustion; R&D controlling.

Recibido: 14-12-2015, Aprobado tras revisión: 24-12-2015.

Forma sugerida de citación: Souza E.J. (2016). “Research and Development Programmes in Industrial Combustion - Success or Fail -A case study”. Revista Técnica “*energía*”. N°12, Pp. 388-395.

ISSN 1390-5074.

1. INTRODUCTION

La industria latinoamericana de bienes de consumo y de transformación emplea procesos de conversión por combustión para la quema de combustibles primarios fósiles y biomasa para la generación de calor y trabajo. El sector industrial, especialmente la industria manufacturera, es muy intensivo en energía y por lo tanto tiene emisiones atmosféricas de gases de combustión incluyendo los causadores de efecto invernadero- GEI. En la producción en serie de bienes la carga unitaria de GEI en niveles es alta y por lo tanto debe ser fuertemente cuestionada en un futuro cercano. Además, hay un persistente contraste tecnológico en estos sectores en los diversos hilos que socava el desarrollo y competitividad industrial. Por un lado se encuentran las comunidades cuya actividad económica se basa en la extracción agrícola y en pequeñas empresas que emplean formas tradicionales de producción. Por otro lado, hay los sectores que emplean tecnologías modernas y energéticamente eficiente, comparable a los mejores del mundo. En los años 90 la inversión en proyectos de investigación, desarrollo e innovación- I+D+i para la mejora de procesos, sin embargo de algunas iniciativas aisladas, no era una regla entre los países latinoamericanos. Había una tendencia en importación de soluciones tecnológicas tipo “ready-made” de los países desarrollados, a menudo inadecuados para la realidad local. Esto llevada a muchos fracasos de la competitividad internacional. En las últimas décadas, sin embargo, se observó la aparición de una nueva cultura, aunque no todavía francamente diseminada, que cultiva conocimiento innovador como uno de los principales caminos a la mejora de los procesos de fabricación y transformación.

La creencia actual es que se puede lograr una mayor competitividad mediante el uso de tecnologías apropiadas a la realidad latinoamericana y prepararse para futuros desafíos en sostenibilidad. Esta nueva cultura permea diversos sectores productivos, independientemente de su tamaño, dando resultados positivos por garantizar el mejor posicionamiento en el mercado regional, continental y mundial. Estas organizaciones pueden relacionar bien con las entidades generadoras de conocimiento como institutos de investigación y universidades. La filosofía que guía la gestión de estas organizaciones se basa en la creencia de que conocimientos, en sus distintos niveles, pueden ser obtenidos y procesado en innovación.

Este trabajo presenta, a través de un estudio de caso, como agregar un grupo de investigación exitoso. Presenta los obstáculos y las potencialidades de cada actor, el paso que es decisivo para el éxito o fracaso de un proyecto de IDi. Además, sugiere algunas medidas que pueden facilitar el proceso y la materialización del conocimiento en innovación y tecnologías eficaces. Este trabajo aporta una evaluación de estos aspectos específicamente para las actividades de conversión de combustible en la industria, a partir de un estudio de caso real.

2. LA COMBUSTION INDUSTRIAL – Una breve historia

La Revolución Industrial, uno de los grandes hitos en la historia de la conversión de combustible, fue marcado por la sustitución de la fabricación artesanal para producción en serie y mecanizado. Iniciado en los primeros años del siglo XVIII con Papin, Savery y Newcomen que invento lo “motor de bombeo” como una solución de ingeniería para bombeo de agua potable. Fue el comienzo de una saga de creaciones culminando en 1784 con el motor de vapor de J. Watt, la materialización de las relaciones termodinámicas. Además telares mecanizados y motores de vapor abrió múltiples posibilidades de utilización debido a su forma revolucionaria de propulsión. El desarrollo de la máquina de vapor dio un gran paso cuando fue utilizado para el transporte y la mecanización de la manufactura en serie. A lo largo de lo siglo XVIII la energía más utilizada en las actividades de producción eran principalmente biomasa leñosa y grasas de origen animales como el aceite de la ballena, peces y cerdos.

El uso creciente de máquinas post industrialización ha aumentado la demanda de combustible y con ello la aparición de problemas de abastecimiento y logística. Pronto se dio cuenta que la distribución de estos recursos, las dificultades de transporte y costos demanda combustibles con altas concentraciones de energía por unidad masa o mayor poder calorífico. Esto condujo a la consolidación de carbón como una de las principales fuentes de energía de principios del siglo XIX. El crecimiento de la industria del carbón en Gran Bretaña y norte de Europa, dura hasta hoy, considerando la importancia de este combustible en la matriz de energía mundial y Europea. En un segundo paso, la invención del motor de combustión interna a finales del siglo XIX condujo al aumento en el comercio mundial

y revolucionó las formas de los seres humanos y transporte de mercancías. La propagación del uso de energía eléctrica durante el siglo XX, una de las mayores revoluciones en la forma de vida de los seres humanos a lo largo de la historia, marcó indeleblemente la dependencia energética de la sociedad de consumo.

Este conjunto de factores contribuyeron a la consolidación de la energía principal de la edad moderna: el aceite. Su alta capacidad de calor, tanto en masa como volumétrica, facilidad de manejo y seguridad, llevó el petróleo y derivados a reinar casi absolutos en los países desarrollados. El "Era de lo aceite" tiene en el siglo XX hasta el punto que se convirtió en un determinante factor geopolítico con reflejos incluyendo la soberanía de los países.

3. LA COMBUSTION INDUSTRIAL Y EFICIENCIA ENERGETICA

El desarrollo económico en la posguerra se ha basado en gran medida en el uso de energía como el petróleo y el carbón. La recuperación económica de Europa se produjo hace unas tres décadas con la expansión de la industria del automóvil, el aumento de la movilidad y el transporte de mercancías. En los Estados Unidos el crecimiento fue similar y la demanda de combustibles fósiles ha aumentado sustancialmente. Sin embargo la mayoría de los países industrializados no tenía reservas reales de petróleo. Países productores, a su vez, vieron una gran oportunidad de negocio, basada en la venta de control indirecto y precios de la energía por reducción de oferta. Él lo hizo subir a dos crisis del petróleo, respectivamente al principio y al final de la década de los años 70. Los precios alcanzaron niveles sin precedentes, obligando a los países importadores para restringir el consumo y la implementación de programas de mejora de eficiencia de energía rigurosa. La crisis del petróleo fue, por tanto, un aspecto positivo: la alerta para la mejora energética de los procesos.

Sin embargo se observó una primera acción efectiva de las empresas latinoamericana. Las multinacionales han traído tecnologías más eficientes de fabricación y conversión de combustibles.

Estas unas empresas actualizan sus procesos de producción, sin embargo, otras estaban al margen de este avance, comenzando así el contraste tecnológico y el aislamiento de ciertos segmentos

productivos observado hasta la actualidad. La cultura de la importación de maquinaria industrial y equipo era mejor y más económico que el desarrollo, aunque específico, realizado con entidades de localidades de I+D+i.

Del mismo modo, las universidades en varios países de América Latina, fueron aisladas de problemas real nacionales, por cuestiones ideológicas durante los gobiernos militares lo que dificultó la relación con la industria y los empresarios. Se limitaba a forma los recursos humanos a nivel licenciatura para abastecer el mercado de trabajo. La Academia no tenía la ambiental necesario para la dedicación en investigación tecnológica. Una divergencia de objetivos, basados en la creencia de que las misiones de cada entidad no eran filosóficamente compatibles. Estas diferencias se han convertido en uno de los mayores obstáculos a la innovación tecnológica en América Latina.

4. COMBUSTION INDUSTRIAL Y EMISIONES ATMOSFERICAS

Otro aspecto importante a considerar en la conversión de combustible en la industria es la emisión de contaminantes atmosféricos y sus efectos. La reacción de combustión de compuestos basados en carbono genera una serie de productos que van más allá del dióxido de carbono y agua. De hecho, la oxidación total, compuestos orgánicos como hidrocarburos pasan rápidamente por cientos de reacciones intermedias a la formación final de los productos. El camino de las reacciones de oxidación puede cambiarse dependiendo de las condiciones de funcionamiento, especialmente temperatura y la disponibilidad de oxígeno en la zona de reacción. Esto ocurre en distintas etapas que van desde la inyección de reactivos, la interacción, la reacción sí mismo y la eliminación de productos de la combustión. Igualmente importante son la aerodinámica de la llama y su interacción con el horno.

El equipo responsable de la generación y colocación de la llama en el equipo de conversión es lo quemador. La elección del tipo más apropiado de quemador pasa por una serie de requisitos que van desde la elección de la energía, el tipo de horno, los límites de emisión y requisitos de transferencia de calor. La opción incorrecta de quemadores y su técnica de operación son causas importantes de pérdida de energía y mayores emisiones contaminantes. Así que la elección de

la tecnología y específicamente el quemador es de suma importancia en el rendimiento general del sistema de combustión y puede ajustar la economía y la legislación ambiental vigente.

Las emisiones atmosféricas son responsables de muchos males salud del hombre y el medio ambiente. Hay consecuencias locales, regionales e intercontinentales de estas emisiones. En América Latina la legislación ambiental que establece límites y factores de emisión tenía su movimiento principal en finales de los años 80 y principio de los años 90. Las emisiones de fuentes fijas y en autos, especialmente en grandes centros urbanos fueron los factores determinantes para el establecimiento de límites. Hubo una mayor incidencia de enfermedades respiratorias en ciudades como Sao Paulo, Buenos Aires, Santiago y otras capitales de América del sur. Estos daños a la salud humana proporcionan una serie de acciones para el control de emisiones vehiculares. Del mismo modo algunos de los principales centros industriales del continente fueron saturados por las emisiones de fuentes fijas, chimeneas de abrigos.

Inicialmente el establecimiento de límites de emisión ha centrado los tres contaminantes típicos de conversión de combustibles basados en hidrocarburos: las emisiones de óxidos (SOx) de emisiones de óxidos de nitrógeno y materia particulada de azufre.

La filosofía de gestión de “atmosféricas burbujas” es una tendencia en América Latina, ya que se basa en el control de saturación local y regional para el establecimiento de límites o cuotas de emisión. Para regiones no saturadas más común es el establecimiento de límites de concentración o asociadas a factores de emisión que dependen del tipo de fuente y el proceso principal.

Actualmente la legislación ambiental de los países de América del Sur indica una tendencia de reducción de límites de emisión. Un ejemplo de esto es el control de la emisión de partículas muy finas (PM 10 y PM2, 5) y metales. Además de los tradicionales contaminantes también se discute la inclusión de objetivos y control de gases de efecto invernadero, independientemente de la parte de bloque del anexo I del Protocolo de Kyoto. Un ejemplo de esto es la preparación de inventarios regionales como primer paso en el control.

La conversión de combustibles fósiles por la combustión será muy cuestionada en un futuro cercano debido a las emisiones de gases de efecto invernadero y sus consecuencias en el calentamiento global y cambio climático.

5. GESTIÓN DE PROYECTOS DE IDI– El modelo de las cuatro sillas

Teniendo en cuenta las crecientes restricciones ambientales y cuestiones relativas al cambio climático todo indica que la conversión de combustibles primarios en la industria es una actividad que será ampliamente cuestionada en el futuro cercano. Por otra parte la restricción de quema de combustibles fósiles, de otras oportunidades para el uso de combustibles renovables como la biomasa. La tradición de métodos de producción de América Latina, con un fuerte sesgo agro pastoral señala que habrá más inserción de combustibles menos contaminantes como el gas natural y recursos renovables como la biomasa en la matriz energética de Sudamérica. Por lo tanto, el conocimiento y uso de tecnologías de conversión menos contaminantes es mandatorio. Pero, más que un problema, esto es también una oportunidad apropiada a los países de Latinoamérica, ya tiene en cuenta las peculiaridades y potencialidades de aprovechamiento de energéticos locales.

Inversiones en PDI sin embargo aún no están compatibles con las exigencias y oportunidades. Es necesario promover y estimular a grupos de investigación que se centran estas directrices estratégicas. Para una inversión exitosa para la sociedad en su conjunto, deben observarse algunas reglas. Deben ser inversiones eficaces, evitar la duplicación de esfuerzos y evitar la búsqueda de tecnologías ya dominadas por otros países. Ajuste de la adaptación de estas tecnologías ya existentes, evitando el gasto innecesario de recursos, que ya no son abundantes en los países en desarrollo, típicos del bloque latinoamericano.

Una corta tradición de investigación científica y la escasez de recursos para PDI indican la necesidad de una gestión enfocada en la realidad del bloque, que tiene particularidades históricas. Modelos exitosos en otros países tienen que ser adaptado a las realidades de los países latinoamericanos. Las relaciones entre las entidades involucradas en el diseño de IDI, debido a su cultura y vocación tiene un perfil diferente de la Europea, americana o asiática.

Este trabajo técnico considerado la historia de más de 15 años en gestión de proyectos del PDI en eficiencia energética y combustión industrial en Brasil, cubriendo diferentes actores. La evaluación identificó las diferentes etapas del proceso, desde los primeros pasos para aglutinación de las partes hasta la formación del grupo de investigación. Con esto fue posible identificar a los actores reales, sus misiones, y las dificultades que enfrentan.

En los años 90 se creía que el gran problema para la terminación exitosa de un proyecto de PDI estaba vinculado a los recursos financieros. En muchos casos, sorprendentemente, el exceso de recursos compitió contra el desarrollo del programa. La experiencia indica que la relación entre las partes parece ser un punto especialmente sensible y podría poner en peligro el funcionamiento de todo el proyecto. Además, es necesario identificar los procesos y la información de flujo entre los actores para definir rutas, contrarrestar las dificultades y posibilidades. Es probable que la cultura de la innovación durante el proceso de formación en los círculos científicos de América Latina haya sido una de las causas de la poca integración de las partes y la salida de las piezas esenciales para el desarrollo de proyectos. Por otro lado, hubo también un conjunto de experiencias que revelan los verdaderos obstáculos para el desempeño exitoso de estos equipos. Con este análisis fue posible formular un modelo de gestión denominado “**Modelo de Cuatro Sillas**”. Identificar cuáles son las funciones esenciales, procesos, funciones, derechos y deberes de cada uno de los actores. Las funciones fueron definidas como tal por sus componentes como sigue:

- Los **usuarios** de la tecnología o servicio innovador. Suele ser una aprobación de organización de la producción como una empresa.
- El **empresario** o el proveedor de servicios que se “materialice” el producto del proyecto IDi. Generalmente es un inversor que tiene oso ira el riesgo de la fabricación de prototipos, mejoras hasta que la nueva tecnología se despliegue
- La **entidad** generadora de conocimiento. Normalmente una Academia o institutos de IDi o equipos de investigadores en una red o similares.
- El **administrador** de los procesos y proveedor de recursos financieros. Ejercido normalmente por una agencia del gobierno

de inversionista, un banco. Sus tareas principales son la trabajosa para reunir fondos y su aplicación, la evaluación de resultados y plazos.

5.1 El usuario

Un punto importante en la identificación de los actores es la confirmación de que se “sentará” en la silla de lo usuario de los productos de un proyecto de IDi. Aunque todas las partes del equipo de disfrutan de los resultados de un proyecto exitoso, lo usuario es lo principal. Aparentemente simple a menudo se confunde con el *empresario* que en verdad tiene una función diferente dentro del grupo. El usuario es lo que se dará cuenta de los beneficios del proyecto de IDi que adquirirá el dispositivo, método o servicio nuevo y se beneficiará de esto. Un punto importante es el caso de la misión y su identidad como institución. Generalmente es una empresa u otra institución que tendrá al final del proyecto una mejora de sus procesos, la reducción del consumo de energía, las emisiones o incluso ganancias en mejorar la seguridad de sus empleados. Debido a razones históricas ya comentaron en este trabajo, la mayoría de las empresas por primera vez no miran la solución a sus necesidades por medio de IDi. Desafortunadamente hay una tendencia a maximizar los obstáculos y se legar las otras partes del equipo. El modelo debe crear formas de atracción y motivación. El producto del conocimiento proporcionará beneficios a la entidad de usuario e indirectamente para toda la sociedad. La materialización del conocimiento generado se puede hacer de varias maneras, algunos ejemplos son:

- Prototipos de equipos para necesidades específicas como quemadores industriales, intercambiadores de calor y generadores de vapor;
- Equipamiento de serie con tecnología innovadora;
- Evaluaciones y estudios de ingeniería utilizando herramientas de simulación por ordenador para la transferencia de calor y combustión;
- Los métodos operacionales y procedimientos más eficaces y con menores riesgos;
- Mejoras al proceso existente o equipo;
- Aplicación de conocimientos adquiridos en otras áreas en un proceso de comprensión;

La empresa o empresario que asumirá la materialización de los proyectos producto de la EP, la fabricación de los primeros prototipos o la puesta en marcha de un nuevo procedimiento o un servicio. Se recomienda bastante que este actor a PDI grupo desde sus inicios. La experiencia en la materialización del conocimiento genera valor la aportación al grupo. Normalmente el emprendedor es capaz de opinar sobre la especificación de materiales y el uso de procesos de fabricación más competitivos que reduce los costos de los prototipos cuando se obtiene el producto. Observado casos en los que la participación del emprendedor era tarde y el consolidado del producto ha sido comprometido. Hay detalles que sólo un conocedor de los procesos tradicionales pueda opinar y contribuir a la innovación.

5.2 El empresario

Lo que caracteriza al “empresario” es el “binomio riesgo-beneficio”. La principal oportunidad es la posibilidad de consolidar un nuevo negocio o lanzar un nuevo producto o proceso con menos contaminantes o menos energéticamente intensivo. Además esa parte puede convertirse en las modernas empresas basadas en la innovación como el moderno llamado “start-up’s” o “spin-off”. La producción y comercialización de la innovación es una característica imprescindible en este modelo.

Por otra parte existe el riesgo, inevitable e inherente en el modelo de producción capitalista. Desafortunadamente el miedo del riesgo ha demostrado ser una barrera para otras partes del modelo de cuatro sillas. Muchas de las causas están relacionadas con el desempeño de la economía de los países latinoamericanos. Las fluctuaciones económicas históricamente ocurren con la alternancia de virtuoso períodos seguidos por crisis económicas y políticas a menudo graves, que traen muchas incertidumbres para el empresario y todo equipo de IDi.

La experiencia indica que la definición de reglas claras y políticas gubernamentales independientes perennes, favorecen la cultura del empresario innovador. Además las pautas macroeconómicas y las perspectivas de mercado también son factores importantes para atraer a empresarios para el modelo. La cultura de innovación y desarrollo es promovida por la práctica de la interacción con otras partes e otros equipos de IDi. Estas empresas

necesitan ser atraídos a e integrado con la red, porque su ausencia debilita los resultados del modelo en su conjunto.

5.3 La entidad generadora de conocimiento

Este actor es representado generalmente por un Instituto o Academia, pública o privada, que tienen políticas para ganar y mantener el conocimiento adquirido. La participación de esta parte es indispensable para el éxito del modelo de gestión. Sin embargo son necesarios algunos cuidados con las otras partes. Cuando la función se asume para una Universidad, que normalmente ocurre, pueden surgir algunos problemas relacionados con la misión institucional de las partes. La misión de la Universidad es generar y difundir el conocimiento a la sociedad como un bien común.

En la actualidad, uno de los motivadores principales para un proyecto IDi que agrupa a todos las partes es que hay ventaja competitiva para el equipo todo y especialmente al usuario de la tecnología alcanzada. Esto se debe la preservación de los derechos de propiedad intelectual. Es responsabilidad de la Academia en sus procesos ofrecer la preservación del conocimiento recibido, antes de su difusión pública como es la práctica común en publicaciones científicas.

Aunque hay preguntas sobre los derechos de patente tiene fácil solución, la experiencia indica que tanto los procesos internos de la academia como contratos formales tienen la seguridad necesaria para preservar los derechos de propiedad intelectual de todos los participantes del grupo IDi según un modelo de cuatro sillas.

Una preocupación particular que representa esta realidad es que en las universidades brasileñas por ejemplo, solamente diez por ciento de tesis doctorales y de maestría se tornan innovaciones eficaces para la sociedad. Esto es obviamente muy poco. Países con una integración exitosa de las partes tiene mejor resuelto, hasta 28 por ciento como en Corea del Sur y Estados Unidos. Estos números son importantes desde esos países enfocan también la investigación fundamental.

5.4 El administrador

Hay que considerar que los recursos financieros son esenciales para éxito de un equipo de IDi. Sin embargo, se entiende que el administrador es

más que un desarrollador de recursos del agente, porque también hay que motivar la cultura de la innovación, promover el ambiente necesario para el desarrollo tecnológico. Debe tener una visión sistémica de las necesidades y oportunidades para la introducción de productos innovadores, servicios y procedimientos. Además de la provisión de recursos financieros, su función incluye la coordinación de las partes. Constituyen la función del administrador la búsqueda de financiadores públicos y privados, nacionales o internacionales. En América Latina, históricamente la principal fuente es los fondos del gobierno. Todavía, hay surgido nuevos e importantes actores como bancos regionales de desarrollo e inversión.

6. GESTIÓN DE PROYECTOS EN COMBUSTIÓN INDUSTRIAL- necesidades y oportunidades

Un modelo exitoso de gestión demanda lo conocimiento de necesidades actuales de la industria. Además se clasificar el “producto” llamado “conocimiento”.

La diversidad tecnológica en combustión industrial en Latinoamérica indica diferentes tratamientos y soluciones naturalmente. En muchos casos la demanda es simplemente aplicando conceptos básicos de termodinámica y combustión. En estas empresas la cadena del conocimiento, disponible en cursos de licenciatura o incluso de nivel medio permitirá grandes avances en calidad y rendimiento. En otros sin embargo las soluciones dependen de la investigación científica de la frontera del conocimiento. Estos diferentes niveles de profundización tecnológica permiten tras estratificación según disponibilidad:

6.1 El conocimiento de base.

Está disponible en la Academia en los distintos niveles y el emprendedoras empresas o prestadores de servicios. Este tipo de recurso técnico cumple con la misión institucional de la Universidad. Es responsabilidad del modelo de gestión que atrae a la empresa promover la relación con los otros actores en la red. La industria puede ser de beneficio a corto plazo simplemente por el desarrollo técnico de los procedimientos operativos, control de proceso o incluso la sustitución de equipo existente por otro más actualizado pero está disponible en el mercado mundial.

6.2 Conocimientos en consolidación o a alcanzar

Estas son tecnologías especializados en desarrollo o en el umbral del conocimiento. Está presente principalmente en la academia y las empresas de tecnología de punta y su aplicación en la actualidad en Brasil ocurre en el mediano plazo, de 3 a 5 años. El modelo de gestión de la red puede contribuir enormemente en el manejo de este tipo de proyecto de la EP en la combustión.

6.3 Innovación tecnológica

Aunque la innovación tecnológica puede ser causada por cualquiera de los actores en la red, no necesariamente vinculados a la alta tecnología, las estadísticas de innovación muestran una estrecha relación con la investigación científica, tanto en cantidad como en calidad. Es conocido que el ejercicio de la investigación científica básica o aplicada permite la creación de un entorno propicio a la innovación. La contribución de la red en este contexto es identificar las necesidades reales de la industria, alentando a otras partes a soluciones creativas.

6.4 Temas actuales de IDi en Combustión Industrial.

Teniendo en cuenta las actividades relacionadas con la combustión industrial en el contexto actual de la restricción del uso de combustibles fósiles, las dos cadenas principales de investigación y desarrollo son control de emisiones y de conservación de energía. Estas dos áreas se confunden en el momento en que la explotación de eficiencia térmica en las reacciones de combustión y procesos de transferencia de calor se centra en la reducción de las emisiones de contaminantes a la misma demanda térmica. Se abre así la exploración del espacio de los fenómenos de transporte involucrados en la conversión de la energía, especialmente la transferencia de calor por radiación y convección.

Además, los aspectos geopolíticos de la utilización de la energía primaria también tienen fuerte influencia en la priorización de líneas de investigación. Uno debe considerar la disponibilidad local y regional de la energía, especialmente las energías renovables como la biomasa. El modo tradicional de producción, como en el caso de América Latina, tienen consecuencias sociales

importantes en incentivo energético sobre otro.

Con respecto a conversión de combustión las tres directrices principales para proyectos de I+D+i son:

6.4.1 Ahorro de energía.

Esta línea de PD en procesos de combustión puede explotar todo el equipamiento típico en una instalación para quemar. Calderas, hornos, calentadores, intercambiadores de calor y equipos para aplicaciones específicas pueden abordarse mediante la aplicación de las primeras y segunda leyes de la termodinámica. En los espacios abiertos para materiales súper aislantes térmicos, incluyendo compuestos asociados a alto vacío;

6.4.2 Combustión y traspaso térmico;

En el tema combustión hay espacio para el desarrollo de aplicaciones específicas, quemadores micro-quemadores natural gas, así como la adaptación de tecnologías importadas y tropicalización. El estudio de la cinética química, estudio experimental de la ignición y la mezcla de combustible y oxidante de control microscópico son también posibles zonas. Otra línea importante es el sensor de llama y desarrollo de especies químicas para el control y estudio de las llamas y contaminantes; La fuerte presencia de gas natural y sus ventajas sobre otros abren energía también varias rutas de la EP para la industria y uso doméstico.

6.4.3 Control de las emisiones atmosféricas;

El gran atractivo de los últimos años es el control de gases de efecto invernadero, además de los tradicionales contaminantes. Sobre control de postcombustión de generación y el desarrollo de los procesos de depuración y eliminación, asequibles para NO_x, SO_x, CO₂ y CO siguen las necesidades de las industrias. En la combustión anterior también abrir nuevas oportunidades para la EP, especialmente en el desarrollo de combustibles y sus mezclas.

7. CONCLUSIONES

Este trabajo técnico presenta el uso de la combustión como el principal proceso de conversión de energía primaria en la industria. En particular, presenta la actual etapa de desarrollo y su diversidad en los países latinoamericanos,

subrayando el contraste de nivel tecnológico que va desde las formas tradicionales de quema de biomasa a los procesos de clase mundial. También aborda dos de los principales motivadores para proyectos de IDi como la reducción de las emisiones y mejorar la eficiencia energética de procesos y equipos.

Finalmente presenta un estudio de caso basado en décadas de experiencia en gestión de proyectos de EP en combustión industrial. Describe las características más importantes del modelo de cuatro sillas con sus actores y sus respectivas funciones, considerados esenciales para el buen desarrollo del proyecto y formación de equipos exitosos de IDi. Además, ofrece recomendaciones de cómo conseguir alrededor de problemas y obstáculos en la integración de los principales partes en el modelo.



Edson Jose Joaquim de Souza- Nació en Pirassununga, Brasil en 1959. Ingeniero Mecánico (1982), Master (2004) y Doctor en Ingeniería (2009). Actualmente, es Consultor Master de Petrobras en Combustión, Control de Emisiones

Atmosféricas y atomización. Tiene 28 años de trabajo en Investigación Desarrollo en estos temas. Professor, ha enseñado cursos de combustión para más de 3000 asistentes; Varias patentes en todo el mundo; Miembro fundador de la Red Brasileña Combustión; él es autor de varios artículos y trabajos técnicos en combustión industrial.