

Tecnología, educación, investigación y desarrollo en el inicio del tercer milenio

La tecnología ocupa un lugar de suma importancia en el desarrollo estratégico de una empresa. Es un sistema modelizable que permite, una vez comprendidos los factores que lo impulsan, deducir el ámbito y las características de sus aplicaciones definiendo, asimismo, las carreras profesionales relacionadas con éstas. Por otra parte, existe una tendencia creciente de las industrias petroleras a derivar la investigación y el desarrollo hacia terceros. Además, nuevas tendencias y modos de educación permanente marcan el camino de los próximos años para la actualización de los profesionales del petróleo.

Parte de estas ideas fueron abordadas por los integrantes del panel de la sesión plenaria del Tercer Congreso de Ingeniería del Petróleo de Latinoamérica y el Caribe que tuvo lugar en Buenos Aires recientemente, organizado por la Society of Petroleum Engineers. La importancia de las opiniones -de mucho valor- llevaron a la dirección de *Petrotecnia* a reproducir los principales conceptos del panel *Tecnología, Educación, Investigación y Desarrollo en la Próxima Década* que analizó el vínculo existente entre estos temas bajo un entorno global en el cual educadores, científicos, ingenieros y geólogos deben unificar sus esfuerzos para adaptarse a los rápidos avances tecnológicos en un mundo cambiante.

Lo que sigue es una síntesis de los conceptos más importantes expresados por los integrantes de este panel.

Ruben Darío Chirinos

LA TECNOLOGIA COMO MOTOR DE LA COMPETITIVIDAD

La tecnología debe considerarse como una herramienta en condiciones de ser orientada al logro de objetivos corporativos, cuyo propósito final sea la creación de un mayor valor para los accionistas. En consecuencia se desarrolla, se adquiere y se utiliza la tecnología en la medida en que represente un retorno económico, un valor agregado para un negocio.

Durante muchos años el posicionamiento de Venezuela en el mercado petrolero mundial dependía fundamentalmente de sus ventajas comparativas. Con el correr de los años este mercado se ha tornado cada vez más exigente en lo referente a los crudos y sus productos. Las presiones ambientales tanto internas como externas están presentes permanentemente; los precios de los hidrocarburos han bajado apreciablemente; los yacimientos han madurado progresivamente; el aumento relativo de la abundancia de crudos pesados y extrapesados ha elevado los costos de extracción y procesamiento.

Estos hechos, sumados a una continua inflación, se traducen en márgenes decrecientes de ganancias. Ante este escenario se decidió orientar la búsqueda de ventajas competitivas en dirección al **esfuerzo tecnológico**, teniendo en cuenta que la tecnología no es un fin en sí mismo sino un medio dirigido a satisfacer las necesidades y objetivos del negocio, despojada de toda connotación abstracta.

Para su instrumentación estos esfuerzos tecnológicos han sido divididos en tres grandes procesos:

- 1) Base de Recursos Tecnológicos: formada por los conocimientos técnicos, herramientas, procedimientos, recursos humanos.
- 2) Planificación.
- 3) Implantación, con la ejecución de la cartera de proyectos y las actividades tecnológicas que dan como resultado la transferencia e internalización de las tecnologías claves para la corporación.



El panel, presidido por Roberto Monti, Presidente de Dowell, y Edgar Ortiz, Vicepresidente de Sudamérica de Halliburton Energy Service, estuvo integrado por Rubén Chirinos, miembro del Directorio de Corpoven S.A. de Venezuela; Keith Millheim, Consultor de Amoco y Editor Técnico de la Society of Petroleum Engineers (SPE); Michael Economides, Profesor de Ingeniería del Petróleo en la Universidad A & M de Texas; y Jean Paul Demesy, Gerente de Ingeniería de Producción y Offshore de la Escuela Superior de Minas y Motores perteneciente al Instituto Francés del Petróleo.

Definido el plan estratégico del negocio y los objetivos a alcanzar, se deberán analizar los requerimientos tecnológicos que permitan o ayuden a su concreción. Para ello se tendrán en cuenta los siguientes parámetros: **Importancia Estratégica** de la tecnología, función de la rentabilidad y valor agregado del proyecto; **Urgencia**, precisando la necesidad en el corto, mediano o largo plazo; **Riesgo**, tanto técnico como comercial; **Posicionamiento** de la empresa frente a los competidores en relación a la tecnología bajo análisis; **Disponibilidad** de la tecnología considerada.

A partir de este estudio, se identificarán las tecnologías claves requeridas determinándose entre otros tópicos el procedimiento de adquisición de éstas. Se establece finalmente una cartera de proyectos y actividades dirigidas a la consecución de los objetivos del negocio.

Es así como se ha elaborado el plan a mediano plazo (1994/99) de CORPOVEN donde el esfuerzo tecnológico para las áreas claves incluye una cartera de 219 proyectos que representa el empleo de 2 millones y medio de horas laborables propias y desembolsos cercanos a los 200 millones de dólares.

En el Instituto de Tecnología INTEVEP, también filial de Petróleos de Venezuela, se han desarrollado durante los últimos 15 años más de 327 patentes otorgadas a nivel internacional. Es de destacar entre ellas importantes logros obtenidos en el campo específico de los crudos pesados y extrapesados como son:

- a- Proceso de hidrocraqueo e hidrotratamiento (HDH)
- b- Proyecto Acuaconversión
- c- DISOL para obtener diesel y parafinas de alta calidad a partir de gas de síntesis.

En el área de compra y mejoramiento de tecnologías merece mencionarse el arranque y puesta en operación comercial de una nueva planta de gasolina oxigenada, para la cual a partir de la compra de una tecnología iniciada por British Petroleum, se desarrolló y completó la tecnología CD ETHEROL.

Teniendo en cuenta el valor estratégico de la información, y la importancia de disponer de ella donde y cuando sea necesaria, con la calidad esperada, en el formato deseado y sea cual fuere el área geográfica de la fuente receptora, es que se ha desarrollado fuertemente la tecnología cibernética, integrando los sistemas de información, automatización y telecomunicaciones.

De esta forma se ha logrado automatizar el 59% de la producción petrolera de Venezuela, y se ha cubierto el control de 5400 Km de gasoductos tendidos a lo ancho de todo el país.

Gracias a una infraestructura informática fuertemente estandarizada se logró un aprovechamiento integral de los diferentes sistemas técnicos de uso en

Exploración, Producción e Ingeniería Petrolera.

Un aspecto que ha merecido primordial atención es la formación del recurso humano, considerando su adiestramiento y capacitación como fuente básica para transferir y desarrollar las tecnologías requeridas. Para ello el 80% de los esfuerzos en educación han estado dirigidos al área técnica como aspecto clave para la competitividad, habiéndose concentrado en la actualización del personal en el conocimiento de las tecnologías medulares del negocio y en sus nuevas tendencias.

A manera de síntesis puede afirmarse que la estrategia corporativa y gestión tecnológica de la industria petrolera de Venezuela está inmersa en los procesos de cambio; que esta estrategia es de transformación, concebida como una manera de adaptación superadora de un entorno cada vez más cambiante, en el cual **la tecnología juega un rol fundamental al ser utilizada como el motor de la competitividad.**

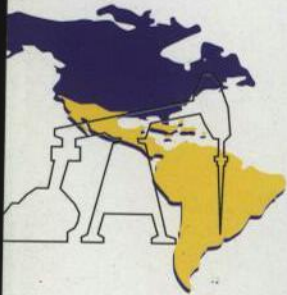
Keith Millheim

LOS MODELOS DE COMPORTAMIENTO DE LAS EMPRESAS Y LA TECNOLOGIA ASOCIADA

Los puntos de vista sobre educación, tecnología y gestión asociada, son sumamente variados según provengan de personas ligadas a empresas de producción, de servicio, institutos de investigación u organismos gubernamentales y las opiniones dependerán de si estas personas se desempeñan en cargos gerenciales, técnicos o de investigación y desarrollo. El Dr. Millheim ha tratado de colocarse en una posición independiente, definiendo para cada caso un modelo representativo, ubicándose dentro de éste y desarrollando desde allí su respectivo análisis del aspecto tecnológico ligado al modelo.

El logro de este punto de vista consiste en que, entendiendo el comportamiento de la empresa y sus variables principales asociadas, se podrá entender el mundo de la tecnología, de la investigación y del desarrollo de las necesidades de los ingenieros y científicos en el futuro. Es así como, a través de la caracterización de distintos tipos de empresas, se logra deducir las diferentes actitudes de éstas hacia la tecnología, la investigación y el desarrollo.

Comenzó su análisis de modelos con un enfoque agresivo, considerando aquel tipo de empresas que crece rápidamente e incrementa sus activos en forma veloz. El objetivo de esta empresa es crecer y para ello debe incorporar permanentemente personal y, a su vez, correr riesgos de diferentes tipos. La óptica del uso de la tecnología será muy diferente según desde donde se la analice: gran cantidad de nuevas



empresas independientes, profesionales nuevos en la industria y nuevos servicios de consultoría.

¿Qué pasa con la empresa que crece rápidamente? En algún momento dado y en forma súbita se frena el crecimiento de los activos. Este modelo no corresponde en general a las grandes empresas, pero sí a las medianas independientes que han estado creciendo, y llegan a un punto en que sus recursos son limitados. Este punto es donde la mayor parte de las empresas fracasan, es el momento de la transición para pasar a ser empresas más maduras, más grandes.

La razón del fracaso se debe al desconocimiento, por parte de la cúpula gerencial, de la forma de llevar a cabo este proceso de cambio. Ocurre que este gerenciamiento, que es parte de la vida de la empresa, está totalmente orientado a tomar riesgos, tiene un enfoque de emprendedores, ve oportunidades. Este grupo no podría gerenciar una compañía de crecimiento lento, de por sí muy ligada a la tecnología.

Es aquí donde entra en juego el lado conservador de la tecnología, donde se corren menos riesgos, donde se arman infraestructuras.

Estamos ahora en presencia del segundo modelo de empresa, caracterizado por un crecimiento lento, en general fluctuante pero con tendencia ascendente. Este es el caso de las grandes compañías petroleras internacionales y de algunas de nivel nacional.

Este tipo de compañías son un blanco de interés para cualquier ingeniero en petróleo, ya que a pesar de ser conservadoras, asumen ciertos riesgos y poseen gran potencial de crecimiento. En una palabra, pasan sin pánico una serie de ciclos, manteniendo firme una tendencia ascendente.

Un tercer modelo de empresa es aquella que sobrevivió a la crisis de crecimiento manteniéndose en fluctuación hacia arriba y hacia abajo y, en forma súbita, comienza un ciclo decreciente continuo. El gerenciamiento de este tipo de empresa termina siendo conservador. No llega a comprender el asumir riesgos ni el significado del potencial de crecimiento y no sabe cómo manejarse en estas circunstancias.

Esta es una empresa que sobrevive, que se reduce permanentemente de tamaño. Este no es un ámbito atractivo para jóvenes ingenieros que ingresan en el negocio petrolero ya que la forma de evaluar la incorporación de tecnologías en investigación y desarrollo, y la contratación de recursos humanos en tecnología serán totalmente distintas al de las empresas en crecimiento.

Estas compañías van a deshacerse de la investigación y desarrollo, van a deshacerse de aquellas cosas que no pueden pagar por estar en situación de crisis, tratando de volver a pasar a un ciclo de crecimiento.

Por último se tienen aquellas empresas que, habiendo logrado llegar al punto más alto de desarrollo, se encuentran por algún error estratégico en una picada irreversible. Hay innumerables ejemplos de estos casos en Estados Unidos. Se trata generalmente de empresas pequeñas que han corrido mucho riesgo y que no han

logrado concretar una operación de salvataje.

No existen reglas rígidas que definan el modelo de tecnología más adecuado para cada uno de estos tipos de empresas. Si logran comprender el funcionamiento del correspondiente modelo, las empresas estarán en condiciones de seguir una estrategia, adoptando las tácticas adecuadas.

El sistema educativo tiene que tener en cuenta estos modelos de comportamiento de empresas en forma categórica y cabal, a los efectos de preparar a los alumnos para moverse en este escenario. Los alumnos deberán conocer a fondo la dinámica de estas empresas para poder, a su vez, pronosticar su propio futuro.

En el pasado, la tecnología se movió de acuerdo al paradigma esquematizado como *de tiro y empuje*, es decir la tecnología se desarrollaba con la esperanza de que ésta permita ahorrar dinero y de alguna forma generar riquezas. Con este esquema se han tenido éxitos indudables, perforándose hoy en día profundidades nunca alcanzadas anteriormente. Pero aquí una importante aseveración del Dr. Milheim: este desarrollo fue terriblemente ineficiente, se gastaron miles de millones de dólares desarrollando tecnologías que realmente no rindieron. A causa de esto hoy en día la comunidad económica y de negocios piensa que no ha habido un aprovechamiento de los dólares invertidos en investigación y desarrollo.

A pesar de esta circunstancia, se puede afirmar que hay un buen futuro para la tecnología. Esto se debe a que el modelo tecnológico está cambiando y acompaña el cambio experimentado en las empresas, de subdivisión en unidades o segmentos de negocios totalmente responsables de sus propias ganancias y pérdidas. Esto lleva a que el responsable de estas unidades de negocio deberá estar en condiciones de determinar cuáles son las áreas más propicias para generar más riqueza o ahorrar más dinero, contando sólo con el disponible en esa unidad de negocios.

Para lograr este último objetivo deberá plantearse una determinada metodología para la cual no está capacitado el actual cuerpo gerencial. La razón de ello es que este modelo, que trata de definir problemas, no ha sido plenamente integrado dentro de las actuales organizaciones. Es más, la industria en general no está organizada en tecnología de primera línea como para atacar problemas complejos que permitan ahorrar dinero, generar riquezas y a su vez cumplir con su cometido.

Esto lleva a las empresas a tener que acudir en forma cada vez más frecuente a terceros, las consultorías, para poder resolver estos problemas. Este servicio provee el caudal de conocimiento necesario para resolver problemas específicos. Como ejemplo de esto tenemos los servicios de perforación, donde los contratistas tienen la capacidad de perforar a un nivel mucho más barato de lo que una empresa productora puede hacerlo. A su vez este hecho obliga a las empresas a conocer cómo administrar la tecnología, y contar, para ello, con personal altamente in-

**CONCEPTOS PARA LA
PROXIMA DECADA EN BASE
A LAS PREGUNTAS DE LOS
ASISTENTES**

*La educación
continúa a distancia
de profesionales
técnicos es una
modalidad que está
en sus comienzos,
pero será totalmente
incorporada mas allá
del año 2.000.*

formado en este terreno.

Deberá tenerse en claro que si bien la tecnología atrae, el verdadero motor será siempre el aspecto económico del negocio. Y esto es lo que deberán comprender los científicos y tecnólogos, apuntando sus miras hacia aquellas tecnologías necesarias para resolver problemas y ganar o ahorrar dinero. Puede afirmarse con seguridad que en los próximos 5 años los dólares que se inviertan en tecnología van a dar excelentes resultados, impulsados por un aumento notable en la eficiencia de la gestión tecnológica.

Michael Economides

LA INVESTIGACION Y LAS UNIVERSIDADES

Todo proceso tecnológico está caracterizado por ajustarse al siguiente esquema de desarrollo: comienza con el surgimiento de la necesidad de una cierta técnica, necesidad que a su vez genera actividad tecnológica. Como consecuencia de esta actividad se inicia un proceso de incorporación de recursos humanos, proceso este que se extiende hasta alcanzar una masa crítica.

En este momento la demanda original es satisfecha y la tecnología comienza a ser madura, llegando

a un punto de estabilización. Es aquí donde todo el equipo que concretó el desarrollo tecnológico trata de dar un salto cualitativo y recomenzar el ciclo con un nuevo proyecto superador del anterior.

Este proceso evolutivo es lo que ha permitido a los Estados Unidos contar con 11,6 mil millones de dólares en exportación de tecnología petrolera, a pesar de ser un país importador de crudo. Es de lamentar que este producto, importante activo nacional, se encuentre hoy en día en proceso de erosión.

La razón de este hecho deberá buscársela en los relativos pocos recursos destinados por la industria del petróleo a la investigación tecnológica. Valga como dato comparativo lo que sucede en la industria farmacéutica donde un 9% de las ventas es destinado a investigación y desarrollo. O en la industria química donde se destina con ese fin un 3,6% de las ventas.

En toda la estructura industrial del *upstream* se dedican cifras notoriamente inferiores con ese fin. Como ejemplos tenemos a la Royal Dutch Shell con una cifra del 1%, Chevron 1,9%, Arco 0,8%.

La excepción a este esquema viene dada por las compañías de servicio en las cuales la inversión en investigación y desarrollo se encuentra entre el 3 al 4% de las ventas, acercándose al volumen promedio del resto de la industria. Se destaca en este aspecto Schlumberger quien posee el mayor porcentaje de las

Los niveles gerenciales de las empresas productoras no han sabido aprovechar los resultados de la investigación tecnológica. Puede decirse que han sido sobrepasados por el avance tecnológico de la última década.

EXPERIENCIA: LA MAYOR GARANTIA.



THE ORIGINAL DESIGN

TAPSA, una empresa aeronáutica destinada a cubrir las más diversas necesidades de la industria del petróleo.

El haber volado por más de 20 años por los cielos y haber transportado a más de 3 millones de pasajeros de distintas empresas hablan de nuestra experiencia.

Una flota profesional creada para brindar un servicio óptimo a todo el mercado petrolero.

La excelencia de un servicio con la mayor garantía, "experiencia", la que usted necesita para seguir confiando en nosotros.



Un Servicio de Alto Vuelo.

TRANSPORTES AEREOS PETROLEROS S.A.: Sarmiento 539 Piso 7° - Tel. 325-7520/8230-394-3483 { FAX: 393-0381 (1041) Capital Federal - Ezeiza (Buenos Aires) - Aeroparque Jorge Newbery (Buenos Aires) - Aeropuertos: Cutralcó (Neuquén) - El Plumerillo (Mendoza) - Vespucio (Salta) - Comodoro Rivadavia (Chubut) - Río Gallegos (Santa Cruz).

Hay que diferenciar cuidadosamente lo que es aplicación de tecnología, desarrollo de tecnología, investigación industrial e investigación básica. Los clientes para cada una de estas actividades son distintos. La investigación básica deberá ser hecha por los académicos en forma exclusiva y eso deberá ser auspiciado por los gobiernos.

En los Estados Unidos hay un proceso de cambio profundo en las universidades públicas. Algunas de ellas, hoy en día, ya no pueden ser consideradas como tales. Muchas de estas universidades han formalizado alianzas estratégicas con grandes compañías privadas, desarrollando carreras y no diplomas o títulos.

ventas dedicado a investigación y desarrollo, valor este que resulta ser el mayor expresado en dólares absolutos para el mercado de las compañías de servicio.

En los últimos 10 años ha habido cambios dramáticos en el área de investigación y desarrollo, que comprendieron a todas las grandes empresas petroleras. Como ejemplo de ello tenemos a Phillips y Marathon que han multiplicado por un factor diez su esfuerzo en esta área.

A los efectos de analizar la productividad de la investigación tecnológica, se ha estudiado la correlación existente entre el gasto de una empresa en este rubro y las siguientes dos variables: número de publicaciones profesionales producidas por la empresa y ventas totales.

A través de este estudio se concluyó que en ambos casos la correlación era realmente baja. La razón debe adjudicarse al alto grado de dispersión en los temas de estudio, hecho que ha imposibilitado la formación de una masa crítica en cada una de las áreas específicas de la tecnología.

Una realidad agravante de lo anterior es que, del monto destinado a investigación y desarrollo, poco es lo que se gasta con este objetivo. La mayor parte se destina a transferencia de tecnología, capacitación, estadística, etc. En el mejor de los casos, de dicho monto sólo el 10% es realmente destinado a desarrollo. Como ejemplo tenemos a una empresa que de su presupuesto de investigación de 100 millones de dólares, dedicó el 2.2% a hidroestimulación. De esta cifra sólo el 10% fue dedicado a sus fines específicos (220.000 dólares en investigación original), valor muy por debajo del necesario para generar resultados importantes. Es éste un ejemplo del exceso de distribución de los temas de desarrollo en lugar de concentrarse en algunos pocos, pero eficientemente.

Ante esta realidad se contraponen la alternativa de desarrollo externo de las tareas de investigación. De hecho esto ya existe en los Estados Unidos donde las industrias de servicios públicos realizan internamente sólo el 30% de estas funciones. El 70% restante lo llevan a cabo terceros. En las empresas del *upstream* puede decirse que sólo el 25% es desarrollado por terceros. La investigación externa es una posibilidad y hay distintos ejemplos que la muestran como un mecanismo atractivo para hacer investigación tecnológica.

Es de interés mencionar un estudio llevado a cabo en la industria japonesa. Incluía 30 empresas de las cuales seis eran electrónicas, seis químicas, y dieciocho mecánicas y de la industria pesada. De este estudio se concluyó que el costo de hacer la investigación por terceros era un 45% menor que hacerla internamente, con un tiempo de ejecución 60% también menor.

Estos análisis, de aquí en más, son para tener en cuenta pero sin olvidar de considerar que en toda la industria mundial del *upstream* se destinan 2.000 millones de dólares anuales a investigación tecnológica, cifra que representa sólo un 0,8% de las ventas. De esta suma poco es lo transferido a las universidades

para el desarrollo de líneas de investigación básica, pilares de todo proceso de avance tecnológico. Como dato comparativo sólo la industria electrónica gasta 300 millones para investigación universitaria.

Podemos decir que ha llegado la hora para la industria del petróleo de comenzar a pensar en realizar sus tareas de investigación en forma externa. **Las universidades son el lugar apropiado para llevarlas a cabo.**

Jean Paul Demesy

HACIA NUEVOS MODOS DE EDUCACION CONTINUA

Como modelo de análisis hizo referencia a la estructura del departamento que preside en la Escuela Superior de Minas y Motores (ENSP-MM) del IFP. Está integrado por profesionales provenientes de diferentes empresas e institutos de la industria del petróleo, como son ELF, IFP, TOTAL. Su organización fue diseñada para lograr una eficiente rotación en lo referente a responsabilidades, como medio para detectar las necesidades de la industria.

El máximo comité de dirección de los programas de enseñanza está constituido por un investigador y siete profesionales, cuatro de los cuales provienen de la industria.

Una composición similar puede ser encontrada en los planes de investigación científico-tecnológica integrados con profesionales provenientes de la industria, de la ENSPMM, de la Universidad y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CNRS).

Esta composición de los comités de dirección aseguran un nexo muy fuerte con la industria del petróleo. Del plantel general de docentes e investigadores, un 65% proviene de la industria.

La formación de los futuros ingenieros en petróleo se logra aprovechando todas las instalaciones y recursos de la industria. Es así como los alumnos realizan prácticas de entrenamiento en torres de perforación, plataformas offshore, laboratorios de análisis, yacimientos, etc.

En estos momentos se encuentra en pleno desarrollo un plan de enseñanza a distancia para las disciplinas básicas. En su implementación se hará uso de un software especializado que permitirá al profesor transmitir conceptos básicos al alumno, quien los recibe a través de monitores. Para consultas puntuales se hace uso del correo electrónico, habiéndose programado reuniones personales con el profesor cinco a seis veces por año.

En lo referente a **educación continua** para profesionales está en desarrollo una sala especializada en videoconferencias interactivas, mediante la cual se podrán integrar paneles de discusión en forma remota. Sin lugar a duda, esta nueva modalidad establecerá un nuevo tipo de enlace con la industria. 