

El debate en torno al papel de la ciencia y la tecnología endógenas, a las capacidades de innovación y la viabilidad de su expresión en nuestros países, motivan la reaparición de nuestra sección de Cabildo Abierto, donde se intenta mostrar diversas facetas de un problema de interés para la región e inducir su discusión pública.

Miguel Laufer, Director

CABILDO ABIERTO

TOWN MEETING

CABILDO ABIERTO

LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAPACIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL:

¿QUÉ PAPEL PARA LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO?

Hebe Vessuri

Cuando se nacionalizó la industria petrolera venezolana, en 1974, el país estaba preparado para asumir su operación cotidiana; sin embargo, carecía de capacidades tecnológicas suficientes para competir en el mediano y largo plazo en el ámbito internacional. Para entonces, la comunidad de investigación científica y tecnológica nacional era incipiente y los investigadores dedicados a tiempo completo a cuestiones vinculadas al petróleo podían contarse con los dedos de las manos. De hecho fue sólo en el Plan de Negocios 1993-2002 de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) que se incluyó por primera vez el aspecto tecnológico, ya no meramente como una actividad sino enmarcado en la estrategia de negocios de la industria petrolera.

Pero en el proyecto de nacionalización estuvo incluida la idea de un instituto de tecnología, que permitiría a la nueva PDVSA y sus filiales operadoras el acceso a la tecnología disponible en el mercado internacional. Así surgió el INTEVEP en 1976. La creación y consolidación de un centro de investigación petrolera en un país en desarrollo con tradición científica y técnica incipiente no fue tarea fácil.

La posibilidad de explorar las potencialidades de explotación de los recursos minerales de la Faja Petrolífera del Orinoco recibió gran destaque como parte de la agenda política de la nacionalización. La Orimulsión[®] llegó a constituirse en un ícono emblemático de las capacidades y logros de la tecnología venezolana, significando una ruptura tecnológica importante para la evolución de la industria petrolera nacionalizada. Presenta aristas interesantes que vale la pena retomar con la intención de abonar un debate sobre el tema de la construcción de capacidades, pues fue la punta de lanza que sirvió como símbolo importante de la afirmación nacional. La introducción de un nuevo producto en el difícil mercado energético internacional demostró a los propios técnicos y a la industria nacional que eran capaces de producir verdaderos logros técnicos, lo que se expresó en reconocimiento institucional, nacional e internacional.

La complejidad del proceso de aprendizaje puede apreciar-

se en los cambios ocurridos entre los grupos de investigadores, técnicos y gerentes a medida que adquirieron y/o mejoraron su *know-how*. A través de sucesivas redefiniciones parciales del problema, el significado de la emulsión de transporte con que se inició el proyecto a comienzos de los años 80 fue traducido en el camino hasta llegar a constituirse en la solución a un problema bastante diferente: la producción de un nuevo combustible a comienzos de los 90. Después de un conjunto de decisiones y superación de diversos cuellos de botella técnicos y políticos, se logró la estabilización del producto.

El colectivo institucional aprendió mucho en el desarrollo de la Orimulsión[®]. Después de los inevitables debates y conflictos personales y grupales en la construcción de este nuevo objeto técnico, una visión más distante a medida que el proceso fue alcanzando el umbral de la estabilización permite reconocer la importancia de los líderes pioneros que

fueron capaces de inspirar a otros y hacer que las cosas ocurrieran a pesar de las desventajas de ser recién llegados a una tecnología emergente y de la falta inicial de conocimiento experto y de experiencia. En diferentes momentos actores sociales cruciales encontraron o crearon condiciones específicas para el éxito.

La pendiente de desarrollo fue muy empinada. El tiempo planteado para la resolución de las restricciones técnicas fue difícil de cambiar y las oportunidades de comercialización no coincidieron con la jerarquía de las restricciones tecnológicas, algunas de las cuales permanecieron invisibles para todos excepto para unos pocos especialistas que debían tratar de vencerlas. La ventana de oportunidad de la comercialización no encontró la disponibilidad tecnológica requerida, suscitando el entusiasmo prematuro de algunos funcionarios y llevando a una concepción excesivamente simplificada del desarrollo tecnológico, que eventualmente devolvió el golpe obligando a tomar más tiempo del inicialmente esperado. Quizás si el grupo de Orimulsión[®] hubiera sabido más cuando se embarcaron en este proyecto, hubieran gastado el mismo tiempo en lograrlo pero de manera menos traumática. Para entender la psicología social y "la econo-

¹ La Orimulsión[®] consiste en 70% de bitumen natural de 7-10 API de gravedad, 30% de agua y un surfactante comercialmente disponible, nonyl phenol ethoxylato, que se agrega para estabilizar al emulsionante y evitar que el agua y el bitumen se separen. Sin embargo, el proceso no es tan sencillo como parece porque uno de los factores claves que permiten que la Orimulsión[®] logre su elevada eficiencia de combustión de 99,9% es el pequeño tamaño de las gotas de bitumen, de aproximadamente 20µm y su distribución pareja en la emulsión.

mía política de la prisa” que dominó este esfuerzo es preciso considerar la intersección entre la evolución de la economía mundial, y dentro de ella del sector petrolero, y la situación de Venezuela en los años 70; lo que hace posible identificar una concatenación de fuerzas que generó y sostuvo el ímpetu del desarrollo apresurado de los cursos de la Faja Petrolífera. La oportunidad estaba en lograr una tecnología de explotación de la Faja que convirtiera sus bitúmenes en negocio. La Orimulsión® contenía esa promesa.

Las prácticas tecnológicas están dominadas por comunidades bien definidas que encapsulan el conocimiento tecnológico, pero esta misma especialización inhibe el reconocimiento de alternativas a la práctica convencional. En un momento del proceso, por ejemplo, se subestimaron los problemas del escalamiento, quizás debido a la falta de experiencia con la reología del producto por parte de los miembros del equipo. Por otro lado, también es cierto que la emulsificación es un proceso industrial que normalmente se hace por tandas. Hacerlo de un modo continuo requeriría cierto *know how* que por lo menos no estaba disponible a los responsables de la experiencia, en ausencia de la participación de ingenieros de proceso en el grupo. Las rupturas en la práctica tecnológica tienden a ocurrir como resultado de acciones de individuos externos, (como cuando el grupo de combustión y los ingenieros de proceso en-

traron en escena y consiguieron traducir las ideas de la gente de emulsiones en términos de algo diferente que ofreció una salida a algunos cuellos de botella de la otra vertiente de investigación).

Por otra parte, el apoyo gerencial a los proyectos de I+D, especialmente de iniciativas todavía inciertas pero atractivas, también se reveló como crucial. Elementos de la alta gerencia de INTEVEP aprendieron a valorar a través de experiencias como ésta la conveniencia de establecer equipos interdisciplinarios en una etapa temprana del desarrollo, particularmente tan pronto como entran a jugar consideraciones de escalamiento. Asimismo, aprendieron que debía haber una interacción fluida con los encargados de la comercialización de productos distintos de los crudos que convencionalmente comercializó la industria petrolera nacional. En este proceso de aprendizaje, Venezuela ha llegado a ser uno de los países donde más se sabe acerca de petróleos crudos pesados y bitúmenes.

Se creó una nueva subsidiaria de PDVSA, Bitor, responsable de la producción y ventas de la Orimulsión®, y en este campo se buscó el establecimiento de una red global de apoyo como fuente de

legitimidad e imagen. En junio de 1989 se formó una *joint venture* entre British Petroleum y Bitor. El argumento fue que la asociación con una compañía altamente reconocida en el mercado de combustibles como BP subrayaría la confiabilidad del producto en oferta. Bitor también firmó un acuerdo con la Corporación Mitsubishi para la comercialización de la Orimulsión® en Japón, mientras que todas las ventas a Canadá y Estados Unidos son manejadas por Bitor América, una filial de Bitor en los Estados Unidos.

Nuestra investigación², realizada en 1994-1995, trató de dar cuenta del proceso de construcción de la tecnología reportando los distintos hilos que se fueron entretejiendo en la trama institucional, pero también buscó sopesar la significación de esos hechos. Interesaba no sólo conocer la naturaleza de los descubrimientos sino entender cómo encajaban en lo ya conocido, especialmente por las implicaciones que podían llegar a tener. El tema era particularmente difícil porque las vinculaciones entre la información científica y técnica y las condiciones de mercado eran muy complejas, particularmente debido a que el desarrollo tecnológico envuelto implicaba un grado sustancial de incertidum-

bre, además de que el secreto tradicional en la industria hacía más opaco el intento de comprensión. Había que tener mucho cuidado precisamente porque cualquiera de los “hechos” reportados podían ganar legitimidad extra sin necesariamente merecerla al ser etiquetados como “científicos” o “tecnológicos”.

A medida que la I+D se integra más con la vida cotidiana y con las decisiones políticas que le dan forma, tanto más debe el científico social reflejar esa tendencia en su análisis. Esto es bastante diferente que meramente resumir los resultados que emergen de los laboratorios de investigación (foco de atención más frecuente de muchos que se ocupan del ‘estudio social de la ciencia’). Pero es, no obstante, la forma de poner la ciencia realmente en contexto. La complejidad de las agendas políticas y económicas de una multitud de actores sociales no puede ser reducida a argumentos ‘científicos’ por ninguna de las partes. Es preciso diferenciar los argumentos científicos y técnicos de los políticos. Las diferentes perspectivas de análisis e interpretación son, en principio, igualmente válidas, siempre y cuando se haga el esfuerzo de deslindarlas y no confundir el análisis.

² Ver Vessuri H, Canino MV (1996) Sociocultural dimensions of technological learning. *Science, Technology & Society* 1(2): 333-350, cuya versión en castellano se publicó en Vessuri H, Canino MV (2003) Restricciones y oportunidades en la conformación de la tecnología: el caso Orimulsión®, en Pirela A (Ed.) *Venezuela: el desafío de innovar*. Fundación Polar-CENDES, Caracas, pp. 189-201. Véanse también Canino MV (1996) *Aspectos sociales del aprendizaje tecnológico en Venezuela: dos estudios de caso*. Tesis. IVIC, Caracas, Venezuela, y Vessuri H (1997) Aprendizaje científico-técnico y cambio cultural en Venezuela: un enfoque microsociológico. *Redes* IV(9), pp. 49-76.

NUESTRA TECNOLOGÍA PETROLERA:

CATALIZADORES Y ADSORBENTES

Magdalena Ramírez

Así como lo es el petróleo y su industria (PDVSA), la tecnología que ha sido desarrollada en PDVSA - INTEVEP hasta diciembre 2002, para el uso, aplicación o conversión

de crudos en productos de mayor valor agregado, son venezolanos natos y parte del patrimonio nacional. Desde la creación del INTEVEP, hace cerca de 30 años, el reto fundamen-

tal estuvo enfocado hacia los crudos pesados (CP) y extrapesados (XP). Por un lado, las reservas venezolanas de CP y XP constituyen las mayores reservas de crudos de este tipo

en el mundo y por el otro, son la mayor porción de todas las nuestras. El denominador común de esta materia prima la constituye su alto contenido de contaminantes como azufre,