

## Desafíos de la ingeniería venezolana frente a la crisis del país y las transformaciones tecnológicas disruptivas

Alexis Mercado<sup>1</sup>

Una opinión usual en el ámbito económico, es que la nacionalización del petróleo, y su control por parte del Estado, constituyeron un grave error histórico. Se justifica tal aseveración destacando el desastroso desempeño que ha tenido la economía desde entonces. En tal sentido, cabría preguntar por qué, y cómo, esto ha sido consecuencia de estos dos hechos. ¿No habrá sido, más bien, producto del manejo mismo de la economía? ¿No se estarán achacando errores propios a terceros?

En 1975, justo el año anterior a la nacionalización, la producción petrolera fue de 2,9 MBD evidenciando una merma de 0,9 MBD respecto al pico alcanzado en 1970. A partir de ese momento, cuando ya se discutía la reversión petrolera, las empresas multinacionales (EMNs) paralizaron la inversión, dedicándose a extraer lo máximo posible hasta que se verificara el traspaso de la industria. En consecuencia, no sólo la producción decayó. En 1975, las reservas petroleras se ubicaban en poco menos de 14 mil millones de barriles, ubicando el horizonte de vida de la industria en menos de 20 años, y la refinación en 880 mil barriles, una merma de 33% de lo procesado en 1970.

Con esto se quiere destacar que operativa y técnicamente el escenario que afrontaba la directiva de la recién creada PDVSA no era halagador - las duras circunstancias que hoy vivimos evidencian lo pernicioso que resulta la continuada falta de inversión para el aparato industrial. Pero a esto se añadía que más allá del personal heredado de las EMNs, el país no contaba con mayores capacidades técnicas. El modelo rentista, al final una decisión económica, había permitido conformar una tecnoestructura, cuya función era negociar de la manera más conveniente la apropiación de la renta (e.g. establecer regalías, normativas en cuanto a la producción, refinación, etc.), pero no el manejo y dominio de la industria<sup>2</sup>. Esta fue una de las razones que llevó a firmar los contratos de asistencia técnica con las EMNs, muy criticados por un estamento político que no consideraba las limitaciones y falta de experiencia en actividades medulares del negocio.

La disminución de la producción se agudizó durante el resto de la década, y se arrastró durante buena parte de la siguiente por factores diversos. Durante el segundo lustro de los setenta por la intención de disminuir la exportación para evitar un mayor ingreso de dólares en la economía a efecto de controlar la inflación, y en los ochenta, para cumplir con las cuotas de producción de la OPEP para apuntalar precios. Sin embargo, las causas fundamentales fueron el agotamiento de los yacimientos envejecidos y la falta de inversión (Mommer, 2003). Su recuperación planteaba enormes desafíos en medio de un mercado internacional que a partir de 1980 exhibió precios marcadamente descendentes.

---

<sup>1</sup> Profesor Investigador jubilado del Centro de Estudios del Desarrollo (UCV), Consultor independiente

<sup>2</sup> Un ejemplo ilustrativo es que para el momento de la nacionalización, no existía un centro de investigación en esta área, a pesar de 50 años de explotación petrolera, Ello indujo a la rápida creación del INTEVEP.

## **Aprendizajes y avances en la conformación de un *cluster* industrial**

Los primeros tres lustros de la nacionalización supusieron interesantes procesos de aprendizaje que alcanzaron todas las áreas de la industria, logrando revertir las tendencias negativas en poco menos de una década. Ello fue posible gracias a un aumento de la inversión entre 1979 y 1982, que se reflejó en un importante incremento de las reservas probadas, que se ubicaron en 25 mil millones de barriles en 1982 (casi 80% respecto a 1975), y en cambios en el patrón de refinación para adecuarse a petróleo más pesado, que permitió aumentar la producción de gasolinas y destilados y la reducción de la generación de residuales. Paralelamente, durante los ochenta se inicia un proceso de internacionalización. Todos estos factores, permitieron al país mantenerse como importante *player* en la industria petrolera mundial. Puede aseverarse que, producto de los esfuerzos de aprendizaje, PDVSA logró desarrollar capacidades que le permitieron un manejo eficiente de las diferentes áreas operativas de la industria.

Un concepto útil para estimar los alcances tecnológicos de una empresa, incluso de una industria, es el de capacidad tecnológica que establece la existencia de tres niveles. A saber: i- De uso y operación de sistemas de producción existentes; ii- De ingeniería y diseño, que, además del uso y operación permite modificar los procesos existentes dentro de los parámetros originales de diseño de la tecnología; iii Capacidades de I+D para crear nueva tecnología y su transformación en procesos y productos novedosos (Bell, 2007). Evidentemente, en ese período PDVSA alcanzó una importante capacidad de uso y operación y avanzó en la adquisición de capacidades de ingeniería y diseño.

Pero adicionalmente, un hecho tan importante como el esfuerzo propio de capacitación de PDVSA lo constituyó el impulso dado al desarrollo de la ingeniería nacional. La implementación de políticas desde la empresa y del Estado<sup>3</sup> permitió conformar un tejido de empresas proveedoras de materiales y equipos y, sobre todo, de servicios, donde destacó el desarrollo de un vigoroso grupo de empresas de ingeniería. Cabe destacar que, en respuesta a estas políticas, un grupo de industriales nacionales fundó en 1978 la Cámara Petrolera Venezolana para responder a requerimientos de la industria nacionalizada. Esto demandaba la organización del sector privado para responder a las demandas de servicios y equipos<sup>4</sup>.

Una revisión de las actividades que constituyen el universo proveedor de la industria petrolera (consultoría en ingeniería, construcción y montaje, fabricación de bienes de capital y servicios a pozos), muestra que en las dos primeras se desarrollaron importantes capacidades para proveer bienes y servicios. En bienes de capital, si bien se incrementó de manera importante la provisión de bienes, no se alcanzaron capacidades tecnológicas que permitieran fabricar equipos de alta complejidad tecnológica. Sin embargo, bienes de baja y media complejidad podían ser suministrados nacionalmente. En servicios a pozos la participación fue más reducida, debido a las complejidades tecnológicas que presenta, por lo que quedó bajo control de EMNs. Las

---

<sup>3</sup> Se pueden citar la creación del Consejo Nacional para el desarrollo de la industria de Bienes de Capital (CONDIBIECA) en 1980, y del Fondo de Desarrollo de la Industria de Bienes de Capital (FONDIBIECA), el Decreto Compre venezolano (1983), así como el Programa de apoyo al fabricante (PAF) iniciado por PDVSA a finales de los ochenta.

<sup>4</sup> <https://www.camarapetrolera.org/la-camara/>

limitaciones en estos casos se relacionan con las posibilidades de acceder o desarrollar dichas tecnologías, que requieren grandes esfuerzos de I+D e inversión (Sánchez y otros, 2000).

Estas capacidades impactaron positivamente la economía. Entre 1976 y 1982 aumentó sostenidamente la adquisición a proveedores nacionales, alcanzando en el último año los mil millones de dólares, cerca de un tercio del total. En los cinco años siguientes, debido a la caída de los precios del petróleo y la crisis económica, las compras totales cayeron cerca de dos tercios, pero el porcentaje de compras nacionales aumentó hasta 50%. A partir de 1989, las compras volverán a crecer ubicándose en cerca de dos mil quinientos millones en 1997, destacando que el 60% corrió por cuenta de proveedores nacionales, confirmando en la práctica un exitoso proceso de sustitución de importaciones y la progresiva estructuración de un clúster proveedor de la industria.

Las principales empresas consultoría y de ingeniería del país se crearon a raíz de la nacionalización. A inicios de la década de los 80 la participación nacional en proyectos de esta área alcanzaba apenas 16% de las contrataciones de PDVSA. A partir de 1981, aun en medio de la caída de los precios del petróleo, crece significativamente. Para 1986, superaba el 80% de las erogaciones de la empresa por este concepto. En 1988 alcanzó un tope en torno al 90%, manteniéndose en ese nivel en los dos años siguientes (Sánchez y otros, 2000).

Las demandas de PDVSA, impulsaban la conformación de un clúster con importante participación privada. Sin embargo, no se profundizó en estrategias que fortalecieran el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, cuestión que, bajo el esquema de propiedad estatal, puede observarse en casos como el de STATOIL en Noruega, que desempeñó importante rol en el desarrollo de una red de compañías suplidoras de alto nivel tecnológico, pero, además, impulsó la investigación y desarrollo en universidades y centros de investigación (Engen, 2007), y de PETROBRAS, en Brasil, cuyos esfuerzos de aprendizaje a partir de tecnologías importadas, y con amplia participación de centros de I+D y universidades, permitió alcanzar capacidades tecnológicas de I+D (Bell, 2007) dándole al país liderazgo en la producción de petróleo en aguas profundas (Furtado, 1996).

Debe destacarse que más allá de la contribución al PIB del clúster proveedor de PDVSA, hay que observar la dinamización que las contrataciones nacionales ejercieron sobre otras actividades de manufactura y los servicios. Un dato relevante en ese sentido es que en 1989, la Oficina de Planificación y Presupuesto (CORDIPLAN), elaboró una tabla insumo - producto en la que se estimó que los efectos directos e indirectos que generaba la industria sobre el resto de la economía, podía llegar a explicar un porcentaje del PIB muy superior al 28% que mostraba el petróleo por sí solo -incluyendo refinación (Larralde, 2005). El desarrollo de estas economías externas, con sus implicaciones sobre el ingreso y el empleo, fue un factor que contribuyó a atenuar los impactos de la crisis económica en esa década.

Otros ejemplos del avance de la ingeniería venezolana se encuentran en las extraordinarias obras de infraestructura y el desarrollo de las industrias básicas entre los sesenta y los noventa que, contrario a lo que interesadamente algunos han tendido a sostener, consiguió logros importantes. Por citar sólo dos de esta última, se tiene el aumento progresivo de la producción de acero por SIDOR desde sus inicios hasta alcanzar la cifra record de 3,13 millones de toneladas de acero,

87% de su capacidad instalada (3,6 millones TMMA) en 1996, muestra evidente de haber alcanzado buenas capacidades de uso y operación, y el desarrollo de la CELDA V-350 por VENALUM a finales de los ochenta que, mediante ingeniería de reversa, se diseñó y fabricó con capacidad de producción de 2,5 toneladas/día, cifra que para aquel momento alcanzaba los mayores índices de productividad a nivel mundial. Esto es un claro ejemplo de consolidación de capacidades tecnológicas de ingeniería y diseño (Bell, 2007)

### **Desafíos de la ingeniería venezolana**

Con lo descrito hasta aquí, se ha procurado destacar como partiendo de necesidades concretas, y de la formulación de políticas (industrial y tecnológica) acertadas, se logró construir importante capacidad tecnológica nacional, que al final es la que soporta y permite un adecuado desarrollo de la estructura productiva y de servicios de un país. Es inevitable destacar el importante papel y la visión de las personas que tuvieron la responsabilidad de llevar adelante estos procesos.

Pero la capacidad tecnológica requiere de continuo apoyo y estímulo. Desafortunadamente, en los últimos 12 años, una combinación de autoritarismo, políticas desacertadas en el ámbito económico, industrial, científico y tecnológico, además del acoso a actores clave de la sociedad, conllevaron a la desintegración de estas capacidades. Venezuela confronta una crisis sin precedentes. En lo económico experimenta su séptimo año de decrecimiento económico, lo cual ha originado una contracción de más dos tercios del PIB respecto a 2013. La caída del PIB manufacturero es, incluso, mayor - superior al 75%. Esto tiene drásticas repercusiones sobre el bienestar de la población, debido a que afecta severamente al empleo y la provisión de bienes y servicios, incluso los más esenciales.

Entre las principales causas de este descalabro está la pérdida de gran parte de esa capacidad tecnológica construida en las décadas precedentes, un alarmante des-aprendizaje tecnológico, debido a la gran migración de ingenieros y técnicos, estimada en unas 200.000 personas, y de una importante fracción de los investigadores de universidades y centros de investigación, resultando en una profunda desestructuración del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (SNCTI).

La situación se torna más compleja al constatar que globalmente se están dando cambios sin precedentes por la disrupción de las denominadas “tecnologías convergentes” y la difusión de la cuarta revolución industrial (4i), expresados en cambios rápidos y radicales, con gran impacto en lo social, lo económico y lo personal. La brecha socio-técnica de Venezuela respecto al mundo se acrecienta aceleradamente.

Se afronta entonces el doble desafío de recuperar la actividad productiva y los servicios, y rehacer el tramado de producción de conocimiento tecnológico y científico con alto sentido de pertinencia. Para ello, es fundamental recomponer y/o crear una nueva institucionalidad contando con la participación activa de actores de todos estos ámbitos e, incluso, sin la participación del Estado si no hay un cambio político en el corto plazo. Miembros destacados

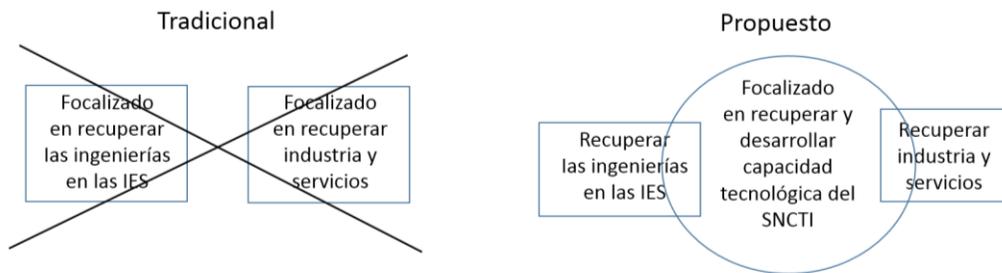
de la cooperación internacional han manifestado interés en apoyar estos esfuerzos, por lo que este factor podrá desempeñar un papel clave.

Consultas realizadas evidencian un consenso en cuanto a la disposición a participar en estos arreglos. Pero más revelador aun es que la industria y las universidades se perciben como interlocutores válidos y necesarios, algo que no ocurría hace 30 años, y que las posibilidades de resolver problemas y avanzar en la recuperación de ambos pasa, en gran medida, por impulsar esfuerzos colaborativos.

### *Sinergias para la recuperación*

Hay que comenzar a trabajar de inmediato en la reactivación de la industria y de los servicios, lo que demanda urgentemente recuperar sus capacidades tecnológicas, y en la recuperación de la formación, la investigación y desarrollo tecnológico de las instituciones de educación superior (IES). Pero no se debe continuar pensando las soluciones a los problemas desde y para cada ámbito. Apuntar hacia la recuperación y desarrollo de capacidades tecnológicas del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (figura 1).

Figura 1



Un buen ejemplo puede ser la implementación de programas de reactivación industrial que cuenten con el concurso de las instancias de ingeniería de las IES y centros de desarrollo tecnológico. Estas, en un primer momento, pueden aportar capacitación y asistencia técnica que contribuya a la reactivación y puesta en marcha de plantas y/o para incrementar eficiencia productiva. Pero esto, a su vez, puede generar una agenda de trabajo y recursos para su recuperación. Más a medio plazo, estos esfuerzos pueden derivar en proyectos que apunten a elevar las capacidades tecnológicas de la industria para alcanzar capacidades de ingeniería y diseño y de I+D.

En otras palabras, procurar alternativas que dinamicen de manera diferente a las instituciones. Las preguntas que emergen de inmediato son ¿cuán preparadas están las IES para contribuir de manera efectiva en este proceso? ¿Cómo se revertiría esta participación en su recuperación y transformación? Y en un horizonte temporal más amplio ¿están internalizando la necesidad de desarrollar capacidades de formación e investigación y desarrollo que permitan acompañar activamente e incidir en las grandes transformaciones tecnológicas y la 4i?

Esto lleva a repensar no sólo la manera en que se impulsará la I+D, sino el desarrollo y la evolución misma de las ingenierías. Mirar con atención cómo está evolucionando la producción del conocimiento, el ejercicio profesional y hasta su papel en la sociedad y, a partir de ello, proponer una agenda para su desarrollo, acorde con las imperiosas necesidades del país y los desafíos científico-tecnológicos y ambientales globales.

Algunos esfuerzos se vienen realizando en ese sentido. Un ejemplo, es el proyecto “Recuperación de la formación, la investigación y el desarrollo en Ingeniería para afrontar la crisis y las transformaciones tecnológicas disruptivas”, adelantado conjuntamente por la Facultad de Ingeniería, el CENDES y el IDEC de la UCV, el CeGesTec+i de la USB y el Centro de Estudios de la Ciencia del IVIC, con apoyo de algunos gremios empresariales y de la ANIH, cuyo objetivo es elaborar una agenda de transformación de las ingenierías en las IES. Se ha avanzado en caracterizar la situación y la determinación de las variables clave para la transformación del sistema (e.g. gestión del talento humano, gestión universitaria eficiente y flexible, gestión de conocimiento, formación en la frontera tecnológica, prestación de asistencia técnica y pasantías en la industria, entre otras), resultados que deben incorporarse en el diseño de las políticas y estrategias institucionales.

La experiencia del desarrollo de la ingeniería nacional halada por la locomotora de PDVSA, demostró que es posible construir importantes capacidades tecnológicas en tiempos relativamente cortos, si existe la voluntad y las capacidades para guiar su construcción. Nos dice, como se deben hacer las cosas, pero incluso con la ventaja de saber lo que faltó hacerse. Este es el gran reto que afrontan todos los actores partícipes y relacionados con la ingeniería venezolana de cara a superar la crisis y permitir que al país entre definitivamente en el siglo XXI.

#### Referencias:

- Bell, M. (2007) “Technological learning and the development of production and innovative capacities in the industry and infrastructure sectors of least developed countries: what roles for ODA?” SPRU-Science and Technology Policy Research, University of Sussex.
- Engen, O (2007). The development of the Norwegian Petroleum Innovation System: A historical overview. TIK Working paper on Innovation Studies No. 20070605, University of Stavanger
- Furtado, A (1996). A Trajetória tecnológica da Petrobrás na produção Offshore. Espacios, Caracas, Venezuela:.17, .3, p.31-66,
- Larralde, H (2005). La renta petrolera y la estrategia de desarrollo en Venezuela. En: Nueva Economía / Academia Nacional de Ciencias Económicas. Caracas.
- Mommer, B (2003). Petróleo Global y Estado Nacional Comala.com. Caracas.
- Sánchez, B. Baena, C. Esqueda, P (2000). La competitividad de la industria petrolera venezolana. CEPAL, Santiago de Chile.