

Mapas de ruta de la ciencia y la tecnología

Miguel Ángel Gutiérrez*

La ciencia y la técnica como actividades humanas netamente racionales tienen todas “sentido”, orientación, finalidad; están dirigidas a alcanzar un resultado predeterminado (aun cuando puedan concluir en otro radicalmente diferente), un “conocimiento” específico, determinado. Pero el camino a recorrer por quienes participan del conocimiento colectivo en cada una de las comunidades científicas¹ es distinto, más allá de las diferencias metodológicas o teóricas.

Si bien el desarrollo de la ciencia es acumulativo, como lo expresara Newton, y el avance de la ciencia se apoya en la investigación y desarrollo anterior, su progreso es diferenciado en los distintos campos del conocimiento. El avance, si bien es gradual, no es lineal, ni necesariamente consecutivo.

En la gran mayoría de los casos el horizonte de posibilidades cognitivas está localizado sólo en la propia cabeza del investigador (es su conocimiento personal sobre el *estado del arte* en su específico campo de investigación), o en el debate particularizado de la comunidad académica nacional, regional o global de la misma disciplina; pero es más difícil encontrar la articulación de estos horizontes con el resto del sistema científico local, y aún más si se pretende incluir la comunidad científica nacional o internacional.

Los extraordinarios avances del conocimiento científico de nuestros días no siguen caminos independientes; por el contrario, la investigación científica nos muestra que a los puntos de encuentro desde diferentes abordajes dentro de una misma disciplina se suman las vinculaciones (muchas veces inesperadas) con otras especialidades científicas o, ya en el campo interdisciplinario, esta convergencia se constituye en un verdadero nudo de distribución para muchas de ellas.

* Centro Latinoamericano de Globalización y Prospectiva (Nodo sudamericano del Proyecto Millennium), Director de la Maestría en Inteligencia Estratégica (ENI-UNLP).

¹ Véase en M. Bunge (1997) los ocho niveles de comunidad científica (sistemas científicos) y en particular su vinculación con el ambiente social.

Asimismo, el proceso de convergencia tecnológica, que ha impulsado la revolución de las nuevas tecnologías de la información, comunicación, cálculo, comando y control, ha sido el principal motor de la transformación de la producción industrial en nuestros días.

La necesidad de objetivar estas conexiones (de carácter intra, trans, e interdisciplinarias) y visualizar también los caminos transversales que puedan ser de utilidad para ahorrar “kilómetros” entre las investigaciones ha conducido a la elaboración de mapas de rutas tecnológicos.

Estos instrumentos están cobrando creciente aceptabilidad en dependencias oficiales estadounidenses vinculadas con la investigación científica, para servir a la planificación de sus actividades, pero también y básicamente en la industria, donde se aplican fundamentalmente al planeamiento de productos.

El *Mapa de ruta de la ciencia y la tecnología* ha sido definido por Owen Williams (1998) como “una extendida visión de consenso del futuro para un tema específico o campo de estudio” y señala de inmediato la utilidad de dicho enfoque para cuatro objetivos:

- planeamiento de productos y servicios
- establecimiento de necesidades tecnológicas
- planificación de investigaciones
- dirección de desarrollos.

¿Qué contiene un *mapa de ruta tecnológico*? No sólo las grandes provincias y ciudades; puede tener pequeños poblados, caminos vecinales, sitios de interés históricos o arqueológicos, que en nuestro caso se traducen en: “*estados del arte*”, “*tendencias*”, “*comprobaciones teóricas*”, “*formulación de modelos*”, “*identificación de discontinuidades*” y “*vacíos de conocimientos*”, “*interpretaciones de investigaciones o experimentos*”, y también “*caminos sin salida*”, “*barreras técnicas*” o “*soluciones inexistentes*”.

Es posible, asimismo, encontrar la identificación de instrumentos necesarios para la resolución de problemas, como un arsenal de ayudas gráficas, cartas y posters (Galvin, 1998) que permiten una mejor apreciación de la situación de un sector científico o tecnológico determinado.

Cuando se cuenta con un mapa de ruta en una empresa o sector productivo, su uso también permite el establecimiento de actividades de desarrollo (especialmente investigaciones de tecnologías pre-competitivas), asignar recursos y monitorear los progresos en las investigaciones, en cuanto representan una visión primaria de las necesidades o los requerimientos de las tecnologías que van a ser desarrolladas más satisfactoriamente.

Partiendo de la magnitud de los obstáculos que se presentan para el logro de objetivos en materia de productos, un resultado no buscado pero posible de estos mapas de ruta puede conducir a la formulación de alianzas estratégicas con otras unidades de planeamiento y producción (sea dentro del mismo sector o en cualquier otro, del propio país o en el mundo, que permitan reducir el alto costo de la investigación en países desarrollados).

Desde nuestra perspectiva local, lo anterior abre ventanas de oportunidad para articular nuestras investigaciones con desarrollos en los países desarrollados, ampliando el horizonte de financiamiento posible.

Quiero señalar que esta articulación no sólo está dada en relación con la industria “instalada” o “existente”, dado que pueden identificarse necesidades de nuevos productos aún no imaginados en el mercado, que podrían conducir al desarrollo de una nueva industria² (o a la modificación de la existente si ésta pretende seguir siendo competitiva).

El componente de *futuro* (depende de cual sea el horizonte fijado para la construcción del mapa de ruta, que usualmente es superior a diez años) se constituye así en un ingrediente fundamental de este instrumento y se manifiesta básicamente en un “inventario de posibilidades” para un campo específico de conocimiento.

Numerosos *actores* se vinculan con el uso de los mapas de ruta tecnológicos: organismos de investigación públicos, laboratorios de excelencia de universidades, empresas o industrias, *comunidades científicas*,³ proveedores de tecnologías. Muchos de ellos deben estar vinculados también a su formulación.

Galvin indica que el proceso óptimo para acceder y seleccionar los contenidos de los mapas de ruta es incluir en talleres de trabajo periódicos a tantos profesionales que practiquen la especialidad como sea posible, permitiendo la consideración de todas las sugerencias y la evaluación objetiva de los *consensos*⁴ que muy frecuentemente no emergen.

Entre los usuarios y promotores del desarrollo de este instrumento de apoyo a la decisión científica y empresarial están la Agencia Na-

² Del tipo de las industrias “de información”, “industrias culturales” o “servicios universitarios”, por ejemplo.

³ Una nueva modalidad de comunidad científica, no incluida en la tipología de Bunge, está constituida por las redes de investigación (*disciplinary and transdisciplinary networking*).

⁴ De particular importancia en la metodología de construcción de consenso en la comunidad científica internacional es la desarrollada por el Millennium Project, y explicitada en *1997 State of the Future* y *1998 State of the Future*; véase en la Home Page del Centro Latinoamericano de Globalización y Prospectiva, nodo sudamericano del proyecto <<http://www.global-latino.com>>.

cional Aeroespacial (NASA), la National Science Foundation (NSF), el Departamento de Energía de los Estados Unidos, empresas como Motorola Corporation e Intel, y *think thanks* como el Instituto Santa Fe. Áreas como la de semiconductores, computación, espacial y energía han sido pioneras en tales desarrollos.

En el caso de nuestros países, donde la articulación entre estado, universidad y empresa no responde al modelo de los países desarrollados por la escasa o nula investigación en el sector privado (o por la orientación o falta de ella en la investigación científica pública), este instrumento puede ser un camino a explorar.

La promoción de reuniones entre representantes de las comunidades científicas y empresas vinculadas con la innovación tecnológica orientadas a construir escenarios futuros de la tecnología disponible para sectores estratégicos puede constituirse en el disparador de un proceso de articulación de intereses que potencie, o desarrolle, sinergias, permitiendo la identificación de posibles ventajas competitivas en un mundo globalizado. □

Bibliografía

- Bunge, M. (1997), *Ciencia, técnica y desarrollo*, Buenos Aires, Sudamericana.
- Galvin, R. (1998), "Science Roadmaps", *Sciences*, vol. 280, 8 de mayo.
- Glenn, J. Gordon, T. (1997), *1997 State of the Future*, Washington, American Council for the United Nations University.
- ——— (1998), *1998 State of the Future*, Washington, American Council for the United Nations University.
- Gutiérrez, M. A. (en prensa), "La globalización del conocimiento", en Seminario Internacional: "En busca de ventajas competitivas. La exportación de servicios universitarios en el Mercosur. Una estrategia para el desarrollo", Buenos Aires, noviembre de 1998.
- NTRS, *The National Technology Roadmap for Semiconductors*, 3a. edición.
- Williams, O. (1998), *Roadmap Planning*, Motorola Corporations.