



LA IMPORTANCIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE UN PAÍS

Jorge Chávez y Galina Shevtsova
Pontificia Universidad Católica del Perú
Departamento de Ciencias, Sección Química.
Apartado 1761, Lima 100, Perú

RESUMEN

El artículo resume el concepto de la ciencia, desde sus orígenes hasta la ciencia moderna, analiza la mutua relación entre los niveles del desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, el efecto de los intereses de la sociedad y del mercado sobre la investigación científica, la gran brecha entre los niveles del desarrollo científico-tecnológico en los países desarrollados y subdesarrollados y sus consecuencias.

I. INTRODUCCIÓN

La ciencia, tal como la conocemos actualmente, ha sido un producto relativamente tardío de la civilización humana. Antes del período moderno de la historia, no podemos decir que existiera gran cosa de una tradición científica que fuera distinta de la tradición de los filósofos, por un lado, y de la de los artesanos, por el otro. No importa cuán lejos nos remontemos en la historia, siempre encontraremos algunas técnicas, hechos y concepciones, conocidas de artesanos o estudiosos, técnicas, hechos y concepciones que eran de carácter científico, aunque antes de la época moderna tales conocimientos estaban subordinados, en general, a las necesidades de la tradición filosófica y de la tradición artesana.

La ciencia es lo que distingue la cultura contemporánea de las anteriores. No sólo es el fundamento de la tecnología, sino que da una fisonomía inconfundible a nuestra cultura material. Además, la concepción del mundo contemporáneo se funda, en medida creciente, sobre los resultados de la ciencia. el dato reemplaza al mito, la teoría a la fantasía, la predicción a la profecía.

La tecnología es básicamente un conocimiento sobre cómo producir bienes y servicios útiles para una economía social. Históricamente, la tecnología fue anterior a la ciencia, ya que ella no requería necesariamente un conocimiento de las leyes causales de los fenómenos naturales o de los atributos últimos de los materiales. Inventar un proceso de producción o de transformación, es hasta cierto punto, posible sobre bases enteramente empíricas, sin necesidad del método científico.

La mutua dependencia entre ciencia y tecnología, aunque importante, no fue determinante en los primeros siglos de la era moderna. Ambas actividades –una esencialmente intelectual y otra principalmente económica e ingenieril– se desarrollaron por cauces diferenciables

uno del otro. *Sólo de una manera gradual y progresiva la tecnología se basó de una manera creciente en las leyes establecidas por la ciencia.*

En los últimos decenios, la tecnología se ha vuelto cada vez un factor más importante en las relaciones entre los países desarrollados, así como entre las relaciones existentes entre los países desarrollados y los subdesarrollados. El progreso tecnológico ha contribuido más que cualquier otro factor al crecimiento económico, y, hasta muy recientemente, los recursos destinados a la investigación y el desarrollo en los países desarrollados han aumentado a una tasa elevada. Además, el contenido tecnológico de los artículos manufacturados se ha vuelto una de las principales determinantes de los patrones comerciales existentes entre los países desarrollados y también entre los países desarrollados y subdesarrollados.

Como se observa son estas tecnologías, intensivas en información y metodología científicas, llamadas comunmente "de punta", las que mayor impacto económico y cultural han tenido. No pueden ser utilizadas, adaptadas y menos aún transformadas, sin un amplio conocimiento y dominio de sus fundamentos teóricos, fundamentos teóricos que sólo pueden ser desarrollados por los científicos.

II. RAÍCES HISTÓRICAS DE LA CIENCIA

La ciencia tuvo sus *raíces históricas* en dos fuentes primarias. Primeramente, la *tradicón técnica*, en que las experiencias prácticas y las habilidades fueron transmitidas y desarrolladas de una generación a otra. Y en segundo lugar, la *tradicón espiritual*, en la que se transmitieron y aumentaron las aspiraciones y las ideas humanas. Tales tradiciones existían antes de que hiciera su aparición la civilización, si hemos de juzgar por la continuidad en el desarrollo de utensilios usados por los hombres de la edad de piedra, y por las prácticas funerarias y las pinturas en las cavernas. En las civilizaciones de la sociedad del bronce, las dos tradiciones parecen haber estado muy separadas, perpetuadas en una parte por los artesanos y por otra parte por las corporaciones de escribas sacerdotales .

En las civilizaciones subsiguientes, las dos tradiciones permanecieron separadas en su mayor parte, aunque ambas llegaron a hacerse diferenciadas, separándose el filósofo del sacerdote y del escriba y los

artesanos de un oficio separándose de los del otro. Hubo aproximaciones ocasionales, sobre todo en la antigua Grecia, pero, en general, no es hasta los últimos años de la edad media y a principios de la época moderna que los elementos de las dos tradiciones comenzaron a converger y luego a combinarse, produciendo una nueva tradición, la de la ciencia. El desarrollo de la ciencia se hizo entonces más autónomo, y al contener elementos, al mismo tiempo, prácticos y teóricos, la ciencia produjo resultados que a la vez tenían implicaciones técnicas y filosóficas. Así, la ciencia reaccionó y ejerció influencias sobre sus propias fuentes, y, efectivamente, llegó a tener un efecto sobre dominios muy alejados de sus orígenes inmediatos.

III. NACIMIENTO DE LA CIENCIA MODERNA

Puede decirse que la ciencia teórica moderna nace en el siglo VI a.C. como producto del genio griego disperso en las costas orientales del Mar Mediterráneo, entre Italia y Egipto. En un primer momento, no aparece con el objetivo explícito de facilitar las tareas prácticas de la agrimensura, sino como un esfuerzo básicamente lógico y estético de la abstracción, generalización y síntesis de una multitud de cálculos que se venían acumulando desde tiempos anteriores, particularmente es el caso de Tales de Mileto y la escuela de Pitágoras.

Muchos conocimientos físicos, químicos y biológicos de la época no lograron, sin embargo, alcanzar el estatuto de ciencia, aunque algunos de ellos, referidos a la mecánica planetaria, la zoología y la botánica fueron ampliamente trabajados y comunicados por filósofos pre y postsocráticos.

Fue necesario que la humanidad transitara hasta el siglo XII, para que todos estos conocimientos sirvieran de base para el surgimiento de la ciencia moderna, que se gestionó entre los siglos XVI y XVII.

IV. LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

La Revolución Industrial se caracteriza entre otras cosas por la transición más o menos rápida de la producción casera o en pequeños talleres a la producción en fábricas y el paso de la *manufactura* en sentido

literal a la *maquinofactura*, lo que llevó al desarrollo espectacular del modelo capitalista de organización industrial y crecimiento –por primera vez a gran escala– de un proletariado que no poseía más que su fuerza de trabajo.

En la historia tecnológica, la primera impresión es de novedad: irrupción de inventos revolucionarios que transforman totalmente la escena tecnológica.

El desarrollo de la Revolución Industrial tuvo sus inicios con las primeras máquinas, que hacían más eficiente y menos pesado el trabajo del hombre y alcanzó su culminación cuando estas máquinas fueron capaces de fabricar otras máquinas, dando lugar a la producción mecanicista. Este proceso se inició en Inglaterra en la segunda mitad del siglo XVIII y culminó en las primeras décadas del siglo XIX; mientras que en el resto de Europa, en su parte occidental, y en los Estados Unidos de Norteamérica, terminó a mediados del siglo XIX.

El algodón fue la primera industria que puso en evidencia la posibilidad de un crecimiento a un ritmo totalmente desconocido hasta entonces. Resulta curioso que los inventos más originales que contribuyeron a dicho proceso fueron realizados mucho antes de empezar a producirse esta expansión. Dichos inventos fueron la lanzadera volante de Kay (1733), que aproximadamente doblaba el rendimiento de la tejedora, y el uso de rodillos de Lewis Paul para estirar las hebras como parte de una fuerza que activaba la máquina de hilar (patentada en 1738; en servicio, accionada por dos asnos, en 1741 e impulsada por agua en 1743). Ninguno de los dos inventos tuvo un efecto muy inmediato, hasta la generalización del uso de la lanzadera volante en Lancashire en las décadas de 1750 y 1760. El proceso de adaptación de estos nuevos inventos abarcó hasta el 1800 aproximadamente, y consistió básicamente en acoplar en nuevas combinaciones las partes del torno de hilar a mano, que había sido algo familiar en los últimos siglos.

Podemos ver que el desarrollo de la Revolución Industrial transcurre por diferentes momentos, cada uno de ellos caracterizados por las demandas impuestas por las necesidades prácticas de la sociedad o de la nueva técnica, incapaz esta última de resolver por sí misma los problemas complejos que implican la utilización práctica y más eficiente de la mayoría de los inventos. De esta forma, le corresponde al siglo XVII los estudios del movimiento mecánico en el campo propiamente

dicho de la mecánica, las ciencias naturales y la biología, mientras que los químicos empezaban a sintetizar sustancias orgánicas, conocidas hasta entonces sólo en condiciones naturales.

En el siglo XVII fue necesario darle respuesta a los procesos de combustión y oxidación, base importante para el uso de los nuevos combustibles que demandaban las técnicas de fundición de metales y diferentes aleaciones.

En el siglo XIX la ciencia consolidó su posición dando respuestas en una multitud de campos: en la química, en los estudios sobre estructura atómica; en física, con los trabajos sobre transformación y conservación de la energía; en biología, en los estudios sobre la evolución de las especies. Además, se avanzó en la síntesis de nuevos complejos orgánicos más complejos, hasta aquel entonces obtenidos únicamente de organismos vivos.

V. RELACIÓN ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO

En los últimos decenios la tecnología se ha vuelto cada vez un factor más importante en las relaciones entre los países desarrollados, así como las relaciones existentes entre los países desarrollados y subdesarrollados. El desarrollo tecnológico ha contribuido más que cualquier otro factor al crecimiento económico y hasta muy recientemente los recursos destinados a la investigación y al desarrollo en los países desarrollados ha aumentado a una tasa elevada. Además, el contenido tecnológico de los artículos manufacturados se ha vuelto una de las principales determinantes de los patrones comerciales existentes entre los países desarrollados y también entre los países desarrollados y subdesarrollados.

La mayor parte de los países subdesarrollados ha visto aumentar constantemente el contenido tecnológico de sus importaciones. Se han dado cuenta, al mismo tiempo, que se está volviendo cada vez más difícil manufacturar artículos de exportación para competir con empresas y países cuya capacidad científica y tecnológica es muy superior. Para los países subdesarrollados que han seguido el camino de la sustitución de importaciones para iniciar su industrialización (los países Latinoamericanos, por ejemplo), cada nueva etapa de sustitución de importaciones generó una demanda de equipo cada vez más complejo y avanzado. En

general, este equipo se conseguía del exterior, porque la incipiente infraestructura científica, tecnológica e industrial de los países subdesarrollados, carecía de la capacidad requerida para su producción. Estas condiciones han creado una seria dependencia de la tecnología extranjera, y en consecuencia a una mayor dominación tecnológica.

Los intentos de iniciar una industrialización han conducido a una mayor dependencia tecnológica. Más aún *los rápidos avances científicos y tecnológicos en los países desarrollados están haciendo de la tecnología el principal vehículo de dominación en la segunda mitad del siglo veinte.*

Para impulsar la economía no hay otro camino que el camino del desarrollo de las tecnologías propias, capaces de enfrentarse a la competencia en el mercado mundial. Un país que no desarrolle por sí mismo su capacidad científica y tecnológica sin duda se volverá dependiente tecnológicamente y será dominado por los países más avanzados. Bajo estas circunstancias, existe un riesgo enorme de que sus empresas y otras unidades productivas, obligadas a adquirir técnicas de fuentes extranjeras (a menudo en condiciones desfavorables) se vuelvan económicamente dependientes de estas fuentes y sean dominadas por ellas. Traspasado cierto límite, la independencia política y cultural del país se verá amenazada por estas formas de dependencia y dominación.

La actividad de investigación y desarrollo en los países desarrollados se concentra en unas cuantas corporaciones grandes o en organizaciones apoyadas por el gobierno. Estas condiciones han favorecido a la formación de oligopolios de investigación y desarrollo en casi todas las ramas de la actividad económica, y particularmente en aquellas de gran intensidad tecnológica.

Todo esto concentra el poder para ejercer un dominio tecnológico en un número bastante reducido de empresas en los países avanzados. Estas empresas ejercen un monopolio virtual en el suministro de tecnología, especialmente en su relación con los países subdesarrollados. Mas aún, la existencia de una tradición científica y tecnológica acumulativa en los países desarrollados hace muy difícil para un país subdesarrollado, o incluso, para un grupo de ellos, alcanzar los niveles de éxito que obtienen los países desarrollados en casi todas las áreas de la ciencia y la tecnología.

Como consecuencia, gran parte del conocimiento tecnológico y científico que se dispone corresponde a las necesidades y se adapta a las condiciones que prevalecen en los países desarrollados, que poco tienen en común con los subdesarrollados; por ejemplo, tecnologías que requieren grandes cantidades de capital, producción en gran escala, y mano de obra altamente especializada. Sobra decir que estas condiciones difícilmente corresponden a las que prevalecen en los países del Tercer Mundo.

Además, la *ciencia*, actualmente, *está dominada por el mercado*, esto es especialmente cierto en la era en que *las nuevas tecnologías requieren equipos de investigación bastante caros, así como laboratorios muy bien equipados*.

Un ejemplo que refleja esta realidad es el del desarrollo en la investigación de la *malaria*. Esta enfermedad *mata más de un millón de personas al año* y está concentrada básicamente en los *países tropicales pobres*. El desarrollo de la biotecnología ha llevado a construir el mapa del genoma del parásito de la malaria, lo que apunta a un posible desarrollo de una vacuna. Se podría pensar que este tema se encuentra en la agenda de todas las firmas farmacéuticas de la comunidad internacional. Esto no es así. Debido a que *se piensa que no hay un mercado que pueda justificar el gasto económico que representa esta investigación*.

El curso actual de la investigación científica y tecnológica intensificará esta divergencia. Entre las tendencias características en el desarrollo de las nuevas tecnologías se puede identificar cierto giro hacia instalaciones y equipos más automatizados que emplean una mano de obra altamente calificada y en forma limitada, y hacia el aumento de la escala económica de unidades productivas. Así mismo, hay una tendencia hacia el *desarrollo de nuevos materiales sintéticos, que potencialmente tiene poderosas implicaciones para los países subdesarrollados cuyos ingresos de divisas provienen en gran parte de la exportación de materias primas y otros productos primarios*.

VI. RELACIÓN ENTRE CIENCIA Y SOCIEDAD

En todos los países desarrollados, la ciencia fundamental está a cargo del estado, es decir, se financia con el aporte de los contribuyentes, a dife-

rencia de *la ciencia aplicada, que recibe la mayor parte de sus recursos de la empresa privada.*

Siendo la ciencia una empresa muy costosa, es lógico que los ciudadanos se pregunten si es realmente necesario para ellos que parte de los recursos económicos que producen sean invertidos en este campo. La respuesta nace del mismo deseo de superación y progreso que el hombre capaz de hacerse estas preguntas tiene como fuerza motora. La justa aspiración a un trabajo digno y bien remunerado, una vivienda cómoda o una atmósfera inocua es la que mueve o, quizás deberíamos decir, debería mover a la sociedad y por ende, por ser parte de ésta, a la ciencia.

En los países desarrollados los políticos tienen la costumbre de contar con la opinión pública. En los Estados Unidos, por ejemplo, cualquier proyecto grande, sea investigaciones espaciales, ecológicas o genéticas, antes de recibir asignaciones financieras, se discute seriamente en el Congreso, y es por eso que la administración del presidente usa un potente aparato de propaganda para conseguir la aceptación de la opinión pública. En el informe "Ciencia e intereses sociales", con que el ex-presidente Clinton, el día 3 de agosto de 1994, se dirigió a la sociedad estadounidense, el desarrollo de la ciencia fundamental se consideró como uno de los objetivos nacionales de mayor prioridad. Se reconoció como necesario para la conservación de liderazgo mundial de los Estados Unidos en la ciencia fundamental, la preparación de los científicos e ingenieros de calificación superior, la intensificación de la cultura científico-tecnológica de todos los estadounidenses, el desarrollo de la educación superior unida a las investigaciones científicas, así como mantener la colaboración científica internacional, el intercambio de científicos, ideas e información.

¿Cuál es la realidad de la ciencia en los países pobres? En países con escasos recursos la falta de incentivos para el desarrollo de la medicina fundamental y la ecología sumados a los problemas sociales conducen a una alta tasa de mortandad y a la disminución de la esperanza de vida. La gente, perdiendo la esperanza de recibir atención médica adecuada, recurre a los pseudoprofesionales y charlatanes, los cuales, disfrazando su engaño con un poco de folclore se ganan el apoyo de los medios de comunicación, con lo que la población tiende a pensar que las ciencias no son necesarias, ni tan eficientes como el "arte" de éstos "salvadores".

Es necesario, entonces, que políticos y científicos traten de convencer a la sociedad de la necesidad de los grandes proyectos, sea la exploración del espacio, la construcción de un tren rápido o los estudios del genoma humano. La sociedad debe comprender que la ciencia no sólo permite el desarrollo de tecnologías que van a llevar al ser humano a formas más placenteras de vida, sino que también va a permitir el progreso intelectual de este ser al desarrollar conocimientos que permitan comprender cada vez mejor el mundo que le rodea y el cuerpo que cobija su alma. Se debe convencer a la gente que los problemas de hambre y miseria no se combaten regalando comida o subvencionando costos, sino desarrollando formas de producción adecuadas para cada realidad, para cada país.

Como se ve, en los países desarrollados existe la seguridad que la ciencia fundamental va a desarrollarse cada vez con mayor velocidad, mientras que en los países pobres ni siquiera se puede asegurar que podrá sobrevivir en condiciones adecuadas. Visto así, es poco alentador el futuro que se le puede augurar a la ciencia en los países pobres. *La única forma de asegurar el desarrollo de la sociedad es la educación y el fomento de la ciencia de manera constante y siempre intentando estar un paso adelante.* La ciencia se puede comparar con un paseo en bicicleta: para no caer hay que pedalear constantemente.

Se dice que lo bueno hay que imitarlo, por lo que cabría recordar este ejemplo. Hubo una vez un país muy atrasado que quedó bastante golpeado por una guerra. Unos treinta años atrás su gobernante dijo: ¡Que los profesores de mi país reciban sueldos más dignos! Actualmente este es uno de los países más prósperos del mundo. Ese país se llama Korea del Sur.

VII. CONCLUSIONES

El modo de producción y empleo de la ciencia y la tecnología estuvo íntimamente ligado al nacimiento del subdesarrollo en el siglo veinte, y hasta cierto punto contribuye a mantenerlo. Para modificar esta situación se requieren cambios profundos en la organización de las actividades científicas y tecnológicas en los países subdesarrollados, la plena incorporación de la ciencia y la tecnología al proceso de planificación del desarrollo, y modificaciones sustantivas en la estructura y orientación del esfuerzo científico y tecnológico mundial.

La planificación científica y tecnológica es absolutamente necesaria para el desarrollo autónomo. Podemos observar que las formas actuales de dominación han cambiado y es el factor tecnológico uno de los principales instrumentos de dominación para los países industrializados. La movilización para el desarrollo de una capacidad en ciencia y tecnología que contrarreste esta tendencia debe considerar como un componente esencial la instauración de un proceso de planificación, adecuado a la naturaleza cambiante de la ciencia y la tecnología modernas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bunge M., "La ciencia, su método y su filosofía", Ediciones Siglo Veinte, Buenos Aires, 1985.
2. Mason S., "La historia de las ciencias", Ediciones Zeus, Barcelona 1996.
3. Marticorena B., "La ciencia en el desarrollo", Friederich Ebert Stiftung, Lima, 1997.
4. Leicester H., "The hystorical background o chemistry", Dover Publications, Inc., New York, 1971.
5. Sagasti F., "Tecnología, planificación y desarrollo autónomo" Instituto de Estudios Peruanos, Lima, 1997.
6. Cipolla C., "Historia Económica de Europa", Editorial Ariel, España, 1979.
7. Weinberg G., "The place of science in modern civilization", Editorial Labor S.A., Barcelona, 1972.
8. Veblen T., "La ciencia y la idea del progreso en America Latina", Transaction Publisher, New Jersey, 1990.
9. Estany A., "Introducción a la filosofía de la ciencia", Crítica, Barcelona, 1993.
10. Bell D., "La sociedad futura postindustrial", Moscow, 1999.
11. Thuro L., Creating Wealth. "The rules for Individuals, Companies and Countries in a Knowledge-Based Economy", London, 1999.
12. Alfimov M., <http://intra.rfbr.ru/pub/misc/nauka.3.htm>

