

# Desarrollo de la ciencia en respuesta a las necesidades de la producción y de las necesidades sociales

José Antonio Peralta

Departamento de Física, ESFM-IPN, México D.F., México  
Teléfono (55) 5729-6000 Ext. 55007 Fax (55)5729-55015 E-mail: peraltaesfm@gmail.com

**Resumen** — Se presenta en este trabajo un breve recuento de la forma como el desarrollo de la economía en Europa fomentó el desarrollo de la ciencia, sobre todo a partir del siglo XVIII con la incorporación del uso de las máquinas en los procesos de producción. Se hace una crítica también al mal uso en los sexenios anteriores de los fondos aportados por el estado para fomentar, conjuntamente con las empresas, la investigación científica y tecnológica, que en lugar de invertirse en investigación se usaron como fondos de inversión privada.

**Palabras Clave** — Desarrollo de la economía, máquinas, ciencia

**Abstract** — This paper presents a brief account of how the development of the economy in Europe fostered the development of science, especially from the eighteenth century with the incorporation of the use of machines in production processes. A criticism is also made of the misuse in the previous six-year terms of the funds provided by the state to promote, together with companies, scientific and technological research, which instead of investing in research were used as private investment funds.

**Keywords** — Development of the economy, machines, science

## I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con las investigaciones de Pirenne [1], el renacimiento de la economía en occidente ocurrió cuando a partir de las Cruzadas se recuperó el intercambio comercial entre occidente y las ciudades del oriente, en particular con Constantinopla, arrebatando a los musulmanes el control que tenían sobre el tráfico marítimo en el Mediterráneo. Con el renacimiento del comercio a gran escala en occidente surgieron nuevas ciudades y con ello también nuevas necesidades aparecieron en Europa, en particular las que surgieron de ese nuevo grupo social que mostró gran dinamismo en su desarrollo, esto es la burguesía, que justamente deriva su nombre de las nuevas ciudades en donde se instalaron los grandes comerciantes a los que se llamó “burgos” [1].

## II. LAS MANUFACTURAS

A partir del siglo XV el descubrimiento de América, el uso novedoso de la brújula, la imprenta y la pólvora, junto con el desarrollo de las ciudades, se desarrollaron a partir de los pequeños talleres artesanales las manufacturas, todo ello creó necesidades prácticas que, evidentemente, no podían ser resueltas por el cuerpo de conocimientos teológicos de la

escolástica. Es de esa nueva necesidad social de los grupos dominantes de donde nace el campo social que favorece el desarrollo de un nuevo cuerpo de conocimientos, es decir, de la tecnología y de la ciencia [2].

La necesidad de aumentar la producción, ya con fines de exportar una fracción de los productos, hace que los artesanos, antes aislados, se unan ahora en “*manufacturas*”, esto es, en establecimientos en los cuáles la mercancía se hace mediante la división del trabajo, lo que ahora se llamaría una “cadena de producción”, que consta de varias etapas sucesivas, cada etapa de la cadena de producción se hace por individuos que se especializan en una sola actividad; lo que hacen pasa a una segunda etapa de la cadena de producción, luego a la tercera, y así sucesivamente hasta que se llega a la elaboración del producto final. Este trabajo en gran escala permite hacer eficiente el trabajo mediante el trabajo colectivo, la supervisión del trabajo total por un capataz, el acortamiento de los tiempos perdidos, y las economías de escala. *En esta etapa de la producción el trabajo sigue dependiendo del trabajo manual y de la habilidad de los artesanos.* Posteriormente, siempre acicateados por la necesidad de producir más en el menor tiempo posible, se comienzan a mejorar los instrumentos de trabajo los cuáles aún son rústicos. Es así como las diferentes fases de que consta la producción de una mercancía se van modificando sucesivamente. Este proceso de constante modificación lo experimentan simultáneamente las diferentes ramas de la producción [3, 4].

## III. LAS MÁQUINAS

Esta producción creciente en las manufacturas dio lugar a la mejora de sus técnicas de producción hasta llegar a introducir el uso de “Máquinas” que sustituyeron el trabajo manual, que pese al trabajo colectivo en las manufacturas no satisfacía la producción en calidad y cantidad de los productos que el gran comercio exigía.

Cuando se incorpora el uso de máquinas, en primer lugar hay que señalar que en todos estos procesos de producción se pueden distinguir 3 elementos: a) la fuente de energía, b) la transmisión del movimiento, y c) los mecanismos operativos que directamente modelan la materia prima [5].

El uso de máquinas se desarrolla sobre todo en el siglo XVIII, y la Revolución industrial comienza no con la invención de la máquina de vapor, como usualmente se cree, sino por la fase

operativa que es en donde se modela directamente al producto.

Por ejemplo, en la hilandería se pasa de la producción de un solo hilo por un individuo usando una rueca, movida por su propia fuerza muscular, al uso de instrumentos para hilar que simultáneamente enrollan cientos de usos, pero siguen movidos por un solo individuo. Pese al aumento del hilo producido, la demanda por parte de las industrias del vestido y de telas, es tan grande que se pasa a la etapa en que en un solo establecimiento se ponen en acción decenas o cientos de hiladoras pero ya no movidas por la fuerza de los individuos sino por una fuente de energía externa, por ejemplo, la energía de los molinos movidos por las corrientes de agua [7].

El inconveniente de esta fuente de energía natural es que las fábricas solo pueden prosperar donde haya corrientes de agua. Aparece así la necesidad de inventar una fuente de energía que pueda operar en cualquier zona y que tenga la suficiente potencia como para que transmita su movimiento a todas las hiladoras que tiene una fábrica. Es ahí en donde aparece la máquina de vapor de Watt, la cuál ya no requiere de situar las fábricas cerca de las corrientes de agua, sino que se puede instalar en cualquier sitio y que adquiere en base a constantes mejoras la capacidad de mover a todo un conjunto de máquinas de hilar simultáneamente.

Luego de que se dispone de una fuente de energía que ya no requiere de las fuentes de energía natural, tales como las del agua o las del viento, se plantea el problema de transmitir la energía mecánica de la fuente a las máquinas operadoras. Surge así el problema de las pérdidas de energía por fricción ya que el movimiento de la fuente se transmite por contacto mecánico el cual implica rozamientos.

Llegado a este punto de uso extensivo de las máquinas se plantea el problema de enlazar las tareas particulares de cada máquina en una sola máquina. Este enlace se da sobre todo en el siglo XVIII, y aparece con ello invención de los grandes *autómatas mecánicos*.

Como ilustración de este enlace de procesos en una sola máquina está el ejemplo de la fabricación de telas; en el caso del algodón, por ejemplo, se parte como materia prima de los copos de algodón. Hay que limpiar los copos, cardarlos para lograr su posterior hechura en forma de hilos; tensar y torcer los hilos; producir los hilos más largos enrollándolos en ovillos o bobinas; luego tejerlos y finalmente darles el estampado adecuado. Originalmente cada tarea era hecha por una máquina particular, pero en una máquina hecha de máquinas enlazadas, que realizan cada trabajo específico, se pasa de una fase a otra de manera continua, así es que si por un lado entra la materia en bruto, por otro lado sale el producto acabado [ 4 ].

Desde luego que todo este gran sistema de producción industrial mecánico en constante desarrollo, que sugería la constante mejora de cada una de sus partes, planteó problemas técnicos y teóricos a los científicos del siglo XVIII, esto prococó la aplicación y desarrollo de la mecánica, la teoría de la pérdida de energía por fricción, así como anteriormente el uso del viento y del agua como fuentes de energía en los

molinos, había incitado al estudio de la ciencia de la hidrodinámica, mientras que el uso del vapor dio lugar, a partir del uso masivo de las máquinas de vapor, al desarrollo de la la ciencia de la termodinámica [ 5 ], esto sin mencionar el desarrollo de las diferentes ramas de la química en el uso de tintes para las telas.

“Hasta el siglo XVIII no se hicieron las investigaciones exhaustivas sobre el problema del rozamiento ...gracias al conocimiento exacto de la teoría del rozamiento se mejoraron los pernos y las ruedas ...La teoría del movimiento del agua y su empleo en la construcción de molinos hidráulicos fue elaborada por Polemi, D alambert, por Bossut, y también en las obras de Bernoulli y de Euler. En la construcción de los molinos no fue menos importante la nivelación, o sea la determinación de la pendiente o de la inclinación del lecho del río, del canal o del torrente. Se descubre el nivel de la gota de aire. en el siglo XVIII ... otros muchos científicos trataron de descubrir una ley general de acuerdo con la cual fuera posible determinar de manera posible la fuerza de la presión. En general en el siglo XVIII gracias al desarrollo de la hidráulica y la hidrotécnica se hicieron descubrimiento que encontraron una aplicación en el campo de los molinos. En el siglo XVIII muchos científicos se dedicaron al estudio minucioso del artesanado de las manufacturas y de las fábricas. Algunos hicieron de este campo el objeto de sus investigaciones... En 1772 Bekman usó por primera vez el término tecnología.”[5 ]

#### IV. LOS ARTESANOS Y LOS CIENTÍFICOS

Hay que recalcar que la invención de nuevos conocimientos técnicos, apropiados a las necesidades de la producción y el comercio a gran escala que comenzó en el Renacimiento, no implicó de manera automática la aparición de la ciencia; la necesidad de nuevos conocimientos y habilidades surgió del trabajo artesanal dada la íntima relación manual de los artesanos con la manipulación de los materiales, así como la constante mejora de las técnicas de hechura de las herramientas de trabajo. Solo de manera gradual, siglos después de que se acumulara el cuerpo de conocimientos del comportamiento de la naturaleza por los artesanos, fue apareciendo gradualmente el conocimiento científico aplicado a las necesidades de la producción y el comercio. Se puede decir que el desarrollo tecnológico y el artesanado, tan ligados a las necesidades de la producción y el comercio, empujaron al desarrollo científico, pero posteriormente la ciencia se orientó de manera directa al servicio de la economía. En términos dialécticos la economía alentó al desarrollo de la ciencia, pero también el desarrollo de la ciencia estimuló el desarrollo de la producción. [5].

#### V. FRANCIS BACON

Francis Bacon [6] es quien, en Inglaterra, enuncia de la manera más clara y contundente la necesidad de enfocar la actividad de los pensadores hacia cuestiones útiles y olvidarse de los temas metafísicos [6]. Sus propuestas son adoptadas por los investigadores de su país quienes conforman la Real

Sociedad de Londres, y entre sus principios es presentar los resultados de las investigaciones que tengan alguna utilidad para la sociedad. Sin embargo, pese al acierto de su nueva filosofía de la ciencia hay que señalar que, tal como lo hemos visto en párrafos anteriores, sus propuestas no fueron la única la fuerza dominante del desarrollo de la ciencia, sino que fueron las necesidades locales de cada taller, de cada manufactura, de cada fábrica, las que, desde la base de la producción sugirieron la nueva orientación de los intelectuales y los técnicos, dedicados a la ciencia y la tecnología, a enfocarse a la solución de los problemas prácticos surgidos. Las propuestas de Bacon tuvieron pues el acierto de acompañarse con las necesidades de los fabricantes y de los intereses del Estado para hacer de Inglaterra una gran potencia industrial.

Entre los temas que presentaban especial interés para el estado estaban la minería, la metalurgia, la navegación y el arte militar, así que los temas relacionados con estas actividades fueron los que encontraron gran desarrollo entre los artesanos y posteriormente entre los científicos. La navegación se enfrentaba entre otras cosas, a la necesidad de saber la posición de los barcos en alta mar (en particular situar su longitud que requería una medida del tiempo muy precisa) para la cual incluso se ofrecieron premios monetario y esto desató la invención de relojes cuyo funcionamiento como un verdadero autómatas maravilló a la sociedad.

Hay que decir, sin embargo, que de la sociedad los individuos que podrían adoptar las propuestas de Bacon estaban aquellos que disponían de los recursos que requiere la práctica de la investigación científica; por otro lado, quienes se podían apropiarse de los resultados de la investigación obtenidos por los científicos, los tecnólogos y los artesanos, eran los dueños de capitales, es decir, la burguesía, por tanto, la propuesta de Bacon de hacer ciencia en beneficio de la sociedad en general, se concretó en un cuerpo de conocimientos científicos que sobre todo beneficiaron a los grandes empresarios y a la política imperialista de Inglaterra.

Sea como sea, la ciencia ligada a la industria, de manera directa o indirecta, fue la que realmente tuvo un gran desarrollo. Este hecho se sigue observando en la actualidad ya que en los países desarrollados es la industria quien promueve con fondos importantes el desarrollo de la ciencia.

## VI. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

Este breve resumen que se ha presentado para mostrar como la liga entre la investigación científica y las empresas capitalistas a nivel histórico ha sido benéfica para el desarrollo de la ciencia en los países adelantados, algo semejante debería ocurrir en nuestro país, sin embargo, esta relación ha sido pervertida en gran escala.

De acuerdo a un informe reciente de la directora del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología María Elena Álvarez Buylas [7], en México las empresas privadas invierten poco en investigación científica, en los países desarrollados el sector privado aporta en promedio 61 % como inversión en la investigación científica, mientras que en México la inversión

es solo de 19%. Para que la liga entre el capital privado aumente en beneficio de la investigación científica, el estado ha aportado gran cantidad de dinero para este fin, sin embargo de los miles de millones de pesos que se invirtieron por parte del estado en el anterior sexenio, 35 mil millones de pesos anuales fueron utilizados no para fomentar la investigación sino para las necesidades de inversión privada de las empresas que resultaron beneficiadas por este dinero. Por otra parte la misma institución encargada del desarrollo de la investigación fomentó la dilapidación de grandes cantidades de dinero haciendo mal uso de su presupuesto. Se enumeran algunos de estos usos proporcionados en un informe por la actual directora del CONACYT:

En los Centros Públicos de Investigación (CPI) en el país se han documentado nóminas paralelas, exceso de vehículos y facturación desmesurada de gasolina, así como la contratación de despachos de abogados sin motivo.

Los CPI recibieron un presupuesto de más de 5 mil millones de pesos en 1918; el 20 % etiquetado para CONACYT, mucho de este dinero se utilizó en gastos de representación y para bonos de directores y subdirectores. Se gastaron recursos millonarios para obras incompletas, abuso de fideicomisos, duplicidad de apoyos, expedición masiva de tarjetas a altos funcionarios para el pago de restaurantes exclusivos, onerosos pagos a editoriales extranjeras para el acceso a la información científica.

Como consecuencia de ello la ciencia fundamental de frontera quedó prácticamente sin apoyo con solo 2 mil 936 millones de pesos. Toda la comunidad de científicos y jóvenes en formación prácticamente quedaron sin recursos.

Las universidades públicas y los centros públicos de investigación y otras instancias importantísimas como el CINVESTAV o el Instituto Politécnico Nacional quedaron también con muy pocos recursos.

## VII. DISCUSIÓN

Cuando la directora del CONACYT calificó a la ciencia que se practicó en México en los anteriores sexenios como “ciencia neoliberal”, evidentemente que fue un adjetivo utilizado para referirse a los múltiples actos de corrupción que ocurrieron en esos sexenios y no para afirmar que hay modos nacionalistas de aplicar el método científico.

Entre otras cosas, repetimos, al amparo de los fideicomisos hechos por CONACYT en asociación con diferentes empresas se hicieron traspasos de miles de millones de pesos para el desarrollo conjunto de investigaciones científicas aplicadas, el hecho es que no hubo productos ni tecnológicos ni científicos, sino que estas gigantescas cantidades de dinero se usaron como capital de inversión directa para tales empresas [7]. Otras formas en que se usaron los recursos de CONACYT fue para permitir que se ocuparan instalaciones cuya renta pagaba el estado para uso privado de algunas compañías.

La inversión anual en ciencia es del orden de los 100 mil millones de pesos [8]; con ellos se sostienen a unos 35 mil becarios con becas que van de los 5 mil a los 15 mil pesos

mensuales. Esto agregado a los sueldos y a las becas propias de sus instituciones. Pese a estas cuantiosas inversiones en ciencia solo el 4 % de las patentes registradas en el país son de origen mexicano, esto es, unas 2400 patentes. Esto quiere decir que se consumen alrededor de 40 millones por cada patente registrada. En el pasado (alrededor de los años 60) se decía que la ciencia en México sería productiva hasta que se conformara una masa crítica de investigadores. Se podría pensar que 35 mil investigadores en el presente ya conforman una masa crítica, pero dada la poca producción de patentes al parecer seguimos sin alcanzar niveles suficientes de productividad.

A diferencia de la forma como se desarrolló la investigación en los países de Europa y en particular en Inglaterra, Francia, Alemania o Italia, países en los cuáles las innovaciones tecnológicas respondían a las necesidades de la competencia y el desarrollo del capitalismo y en la cuales se formaron sociedades como La Real sociedad de Londres, o las equivalentes sociedades de Francia y Alemania, cuyos requisitos para ingresar eran la presentación de trabajos que resultaran útiles para la sociedad, y la prohibición de entablar discusiones metafísicas, en nuestro país la ciencia nació como un ornato ideológico de la modernidad en la etapa porfirista, es decir, sin ningún vínculo de la investigación con la industria por la sencilla razón que en primer lugar la industria mexicana era prácticamente inexistente, y, en segundo lugar, que toda la innovación tecnológica era promovida y aplicada por las empresas extranjeras en sus propios países..

Con el nuevo gobierno los criterios que se tienden a implantar como dominantes es que la cuantiosa inversión, el alto número de investigadores doctorados o en proceso de doctorarse, así como la infraestructura con que se cuenta, sirva de algo, no solo al desarrollo de las empresas, sino que se integre a las diferentes instituciones estatales que se pueden beneficiar con la ciencia, en suma, que se desarrolle en México la ciencia aplicada.

#### VIII. COMENTARIOS FINALES

Con todo esto no se quiere decir que se eliminen los recursos y el apoyo a la investigación básica. La historia de la ciencia nos ha mostrado que la ciencia, aún la más abstracta, evoluciona naturalmente hacia su aplicación, y que de hecho

la aplicación práctica reposa sobre los primeros principios de toda ciencia. Lo que se quiere decir es que los campos de la ciencia y la tecnología, tales como la producción agrícola, el uso de la energía solar, las ciencias de la nutrición, las ciencias de la educación, y las diversas especialidades de la medicina, son campos fértiles para la aplicación de la ciencia, y que, por ejemplo, los diversos hospitales especializados tales como Nutrición, Cardiología, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, Ortopedia y Traumatología, están ávidos del apoyo de la ciencia y la tecnología, y que, por tanto, las investigaciones dedicadas los usos en este tipo de necesidades deben recibir especial apoyo.

Degraciadamente en este gobierno a causa de la pandemia y de la negativa a aumentar el presupuesto estatal mediante el endeudamiento, los fondos para el arte y la ciencia han disminuido hasta casi desaparecer, por esta razón las buenas intenciones de la directora actual de CONACY se han quedado sin realizar.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la COFAA el apoyo dado para la realización de este trabajo.

#### REFERENCIAS

- [1] Henri Oirenne, Las ciudades de la Edad Media, Alianza Editorial, 1997.
- [2] Paolo Rossi, Los Filósofos y las Máquinas, Nueva colección labor, 1970.
- [3] John D. Bernal, La ciencia en la Historia, Ed. Nueva Imagen, 1991.
- [4] T.K. Derry y T. I. Williams, Historia de la tecnología, Siglo XXI, 1982.
- [5] K. Marx, Capital y Tecnología, Terra Nova, 1980.
- [6] Rene Taton., Historia general de las ciencias Vol. II, Orbis 1988.
- [7] [https://www.cronica.com.mx/notas-denuncia\\_conacyt\\_corrupcion\\_y\\_desvio\\_de\\_la\\_administracion\\_anterior-1123589-2019.html](https://www.cronica.com.mx/notas-denuncia_conacyt_corrupcion_y_desvio_de_la_administracion_anterior-1123589-2019.html)
- [8] <https://www.forbes.com.mx/crecera-4-2-el-presupuesto-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion-en-2021/>
- [9] <https://lahoguera.mx/ciencia-neoliberal-vs-ciencia/>