

Las revoluciones científico- tecnológicas y su impacto social

El proceso de transformación industrial,
social, político y económico

Entre los siglos XVIII y XX

Selección y notas: Jorge Rasner

Universidad de la República

jrasner@gmail.com

www.epistemealsur.blogspot.com

2008



Consideraciones generales sobre la relación ciencia-tecnología- sociedad

“... La modernidad tecnológica implica una economía en la cual el progreso tecnológico *sostenible* es el principal motor del crecimiento, y de eso depende la persistencia del progreso tecnológico. Lo que se necesita es una buena teoría que dé cuenta de la clase de factores que hacen sostenible el progreso tecnológico.”

J. Mokyr: **Long-term economic growth and the history of technology.** Handbook of economic growth, vol. 1B

“Dicha teoría debe establecer la existencia de una complementariedad básica entre la creación y la difusión de nueva tecnología y los factores institucionales que habilitan a que este conocimiento sea aplicado, resulte aprovechable y conduzca a la expansión económica. Estos factores institucionales –tales como el establecimiento de derechos de propiedad, el suministro de capitales, la fluidez de acceso a las materias primas por parte de las manufacturas y la protección de los emprendedores frente a la reacción tecnológica- son de importancia central.”

J. Mokyr: ob. cit.

“A propósito de esta nueva forma de entender la naturaleza de la tecnología, puede ser útil introducir el término *sociosistema*. Las tecnologías, en tanto que formas de organización social que involucran característicamente el uso de artefactos o ciertos modos de gestión de recursos, se integran en sociosistemas más amplios en los que establecen vínculos de interdependencia funcional con otras tecnologías y diversas clases de parámetros socioeconómicos y culturales. Es el reajuste general del sociosistema, derivado de la introducción con éxito de una nueva tecnología, el que denominamos atrincheramiento tecnológico (de la tecnología dada).”

González García, López Cerezo, Luján López: “Las concepciones de la tecnología”. **Ciencia, Tecnología y Sustentabilidad. El Escorial, julio 2004**

“La tecnología, por tanto, no es autónoma en un doble sentido: por un lado no se desarrolla con autonomía respecto a fuerzas y factores sociales, y, por otro, no es segregable del sociosistema en que se integra y sobre el que actúa (como elemento que es de su sociosistema, su aplicación a otros sociosistemas diferentes puede acarrear problemas y efectos imprevistos). La tecnología forma una parte integral de su sociosistema, contribuye a conformarlo y es conformada por él. No puede, por tanto, ser evaluada independientemente del sociosistema que la produce y sufre sus efectos.”

antecedentes

- “El reloj, no la máquina de vapor, es la máquina clave de la moderna edad industrial. En cada fase de su desarrollo el reloj es a la vez el hecho sobresaliente y el símbolo típico de la máquina: incluso hoy ninguna máquina es tan omnipresente. Aquí, en el origen mismo de la técnica moderna, apareció proféticamente la máquina automática precisa que, sólo después de siglos de ulteriores esfuerzos, iba también a probar la perfección de esta técnica en todos los sectores de la actividad industrial.”
- Mumford, L.: **Técnica y civilización.** En www.geocities.com

antecedentes

- “Hubo máquinas, movidas por la energía no humana, como el molino hidráulico, antes del reloj; y hubo también diversos tipos de autómatas, que asombraron al pueblo en el templo, o para agradar a la ociosa fantasía de algún califa musulmán: encontramos las ilustradas en Herón y en Al-Jazari. Pero ahora teníamos una nueva especie de máquina, en la que la fuente de energía y la transmisión eran de tal naturaleza que aseguraban el flujo regular de la energía en los trabajos y hacían posible la producción regular y productos estandarizados. En su relación con cantidades determinables de energía, con la estandarización, con la acción automática, y finalmente con su propio producto especial, el tiempo exacto, el reloj ha sido la máquina principal en la técnica moderna: y en cada período a seguido a la cabeza: marca una perfección hacia la cual aspiran otras máquinas.”

“Pero, ¿de dónde viene la industria? No es algo dado y tampoco es el súbito descubrimiento de las leyes objetivas de la materia por el capitalismo. Hemos de imaginarnos su genealogía atravesando los anteriores y más primitivos significados de la palabra «sociotécnico». Lewis Mumford ha planteado la intrigante sugerencia de que la megamáquina -la organización de grandes cantidades de humanos mediante cadenas de mando, planes deliberados y procedimientos de cómputo- representa un cambio de escala que necesariamente debió anteceder a la aparición de las ruedas y los engranajes.”

Latour, B.: **La esperanza de Pandora**. Gedisa, Barcelona 2001 [1999]

“En algún momento de la historia, las interacciones humanas se vieron mediadas por un cuerpo político amplio, estratificado y externo que seguía el rastro, gracias a una serie de «técnicas intelectuales» (básicamente escribir y contar), de los numerosos subprogramas de acción anidados. Cuando algunos de esos subprogramas, aunque no todos, quedan sustituidos por no humanos, nacen la maquinaria y las fábricas. Desde este punto de vista, los no humanos forman parte de una organización que ya está en funcionamiento y asumen un papel que durante siglos ha venido siendo desempeñado por una multitud de obedientes siervos humanos enrolados en la megamáquina imperial.”

Latour. B.: ob. cit.

Primera revolución industrial

1750-1870



Primera revolución 1750-1870

impacto de la industrialización

- Zonas hegemónicas: *Gran Bretaña*
- Innovación: *motor de vapor generado con carbón*
- Organización de la producción: *mecanización*
- Unidades productivas: *fábricas*
- Industrialización: *industria liviana*
- Consumo: *estandarizado*
- Relaciones laborales: *asalariado*

Primera revolución 1750-1880

principales industrias

- Textil: **El algodón**

La industria textil algodonera era la más importante en un principio y en la que más rápido se efectuaron las innovaciones técnicas. En 1800, unas 350.000 personas trabajaban en el hilado y tejido de prendas de algodón con máquinas especializadas (hiladora hidráulica, telar mecánico).

Pronto los productos textiles ingleses, baratos y de buena calidad, inundaron los mercados mundiales.

Primera revolución 1750-1880

principales industrias

- **Siderúrgica: El hierro**

La industria siderúrgica alcanzó un gran desarrollo a mediados del siglo XIX. La sustitución del carbón vegetal por el mineral (coque) evitó la deforestación e impulsó la construcción de modernos altos hornos. Los nuevos procesos de fundición, pudelado y laminado permitieron producir a gran escala lingotes de hierro refinado. El carbón era una fuente de energía abundante, barata y muy potente, pero también muy contaminante.

Primera revolución 1750-1880

principales industrias

- Minería: extracción de carbón de coque
- Transportes movidos a motor de vapor

Primera revolución 1750-1880

el papel del Estado

- Estado *gendarme*
- Estructura política: *conducción de las élites*
- Estructura del mercado: *economía de mercado, organizada en torno a la presunción de una “libre competencia”*
- Distribución del ingreso: *los salarios*
- Educación: *del aprendiz del oficio a la escolarización masiva*
- Distribución de la población: *migración del campo a las ciudades*

La educación para la Primera Revolución Industrial

- “Porque no es el derecho material a aprender a leer y escribir lo que da a la escuela su inmensa importancia en el desarrollo de la sociedad, sino los beneficios indirectos que de ella se reportan. El simple hecho de asistir a la escuela, de dejar la entera libertad que tenía en su casa, opera una completa transformación en el niño. En las horas de clase no se juega, no se grita, no se ríe cuando se quiere; hay un orden fijo, una regla establecida que el niño aprende a respetar. Cuando se llega a hombre, esos hábitos adquiridos en los bancos del colegio, hacen que sin esfuerzo alguno respete la ley y reconozca una autoridad superior a la pasión individual. Hay además en el hombre primitivo una tendencia al mal que la escuela reforma.”
- Varela, José P.: Discurso pronunciado en el club Universitario en 1868. En **Antología del discurso político en Uruguay**. G. Caetano comp. Taurus. Montevideo, 2004.
p. 197

Primera Revolución Industrial

consecuencias sociales

- “La separación del trabajo de otras actividades de la vida y su sometimiento a las leyes de mercado equivalió a un aniquilamiento de todas las formas orgánicas de la existencia y su sustitución por un tipo de organización diferente, atomizado e individualista. Tal plan de destrucción se vio muy bien servido por la aplicación del principio de la libertad de contrato. Esto significaba, en la práctica, que habrían de liquidarse las organizaciones no contractuales del parentesco, la vecindad, la profesión y el credo, porque reclamaban la lealtad del individuo y así restringían su libertad.”
- K. Polanyi: **La gran transformación**. FCE. Bs. As. 2001 [1944] p.222

Primera Revolución Industrial

consecuencias sociales

- “ Este efecto del establecimiento de un mercado de mano de obra es evidente en las regiones coloniales. Los nativos se ven obligados a ganarse la vida vendiendo su trabajo. Para tal fin las instituciones tradicionales deben ser destruidas, y debe impedirse su reconstitución, ya que el individuo de la sociedad primitiva no está en general amenazado de inanición, a menos que toda la comunidad afronte tal situación”
- K. Polanyi: ob. cit. p.222

Primera Revolución Industrial

consecuencias sociales

- Desplazamientos poblacionales del campo a la ciudad como efecto de la concentración de la propiedad de la tierra y progresivo despojo de las tierras comunales
- Pérdida, por parte de los desplazados, de las redes de apoyo social que se tejen en el hábitat campesino.
- Sujeto despojado de protección y condenado a “vender” lo único de su propiedad: su fuerza de trabajo al precio que fija la parte compradora
- Nacimiento del proletariado urbano

Primera Revolución Industrial

- “En el centro de la Revolución Industrial del siglo XVIII se encontraba un mejoramiento casi milagroso de los instrumentos de producción, acompañado de una dislocación catastrófica de la vida de la gente común”
- K. Polanyi: **La gran transformación**. FCE, Bs. As. 2001 [1944] p.81





Primera Revolución Industrial

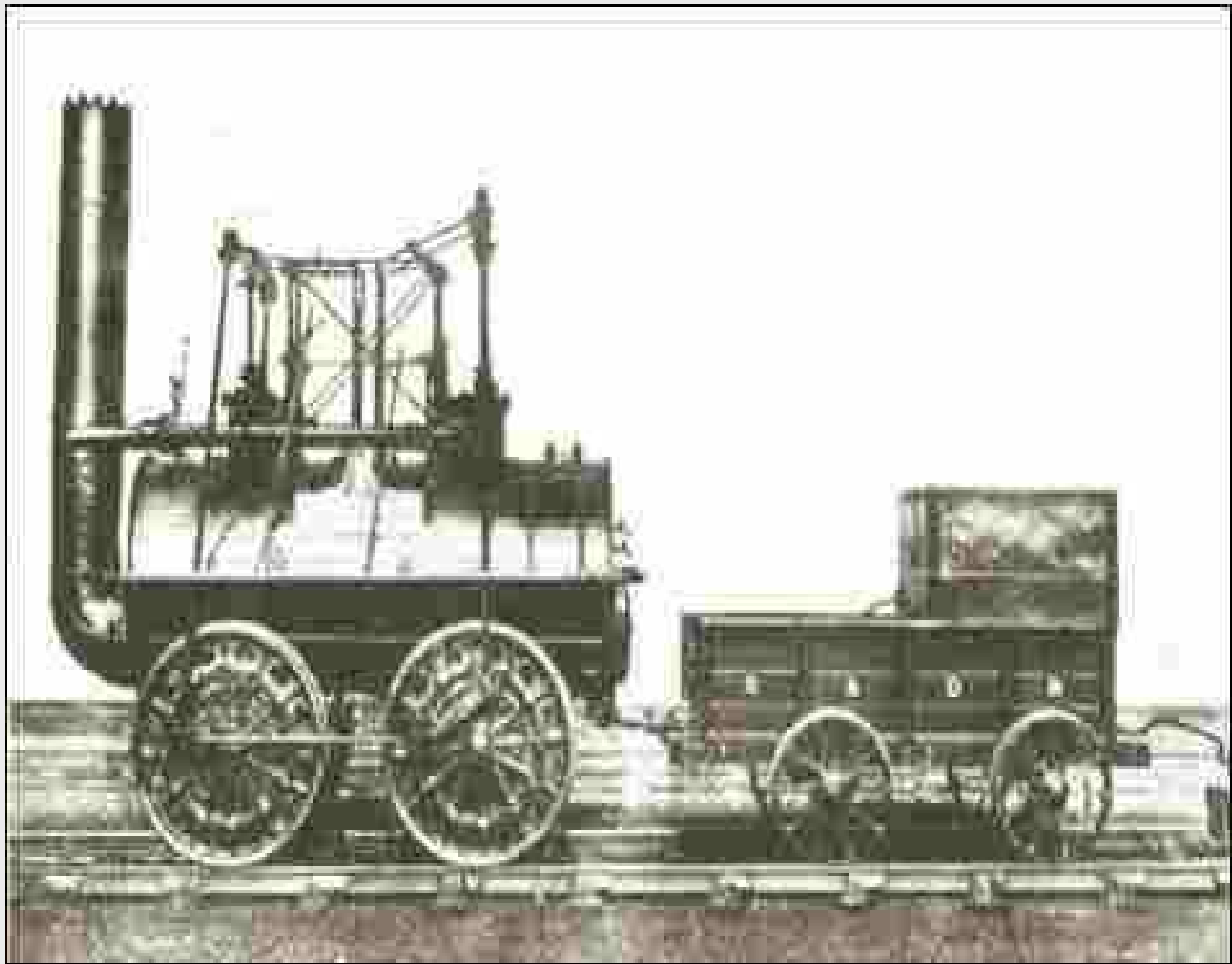
consecuencias sociales

- Comienzo del sindicalismo y las uniones obreras
- Desocupación laboral crónica:
“mantenimiento” de un ejército laboral de reserva que nivela el costo de los salarios y la fuerza de los sindicatos
- Superpoblación urbana y carencias habitacionales

“La primera revolución industrial de principios de la edad moderna fue el resultado de la conjunción de la tecnología del vapor generado con carbón y la imprenta. Hubiese sido imposible utilizar los códigos antiguos y las formas de comunicación orales para ordenar el aumento dramático del ritmo, la velocidad, el flujo, la densidad y la conectividad de las actividades económicas que surgieron a raíz del motor de vapor generado con carbón.”

J. Rifkin: **Liderando la tercera revolución industrial.**

En www.nodo50.org



Primera Revolución Industrial

características ideológicas

- “La ciencia se impuso a la razón y se convirtió, en ese momento, en su única beneficiaria; fuera de sus límites sólo queda lo irracional. Todos los demás temas del saber, de la cultura, incluso aquellos que prepararon el nacimiento del racionalismo, como la metafísica o la teología, o aquellos que englobamos ahora bajo el nombre de ciencias humanas, abocados al mito o a las tinieblas, se ven expulsados de la recta razón”

M. Serres: “París 1800”, en **Historia de las ciencias**. M. Serres ed., Cátedra, Madrid 1991. p. 385

Segunda revolución industrial desde 1880



Segunda revolución industrial

impacto de la industrialización

- **(Nuevas) Zonas hegemónicas:** EEUU, Alemania, URSS
- **Innovaciones energéticas:** electricidad, petróleo
- **Innovaciones tecnológicas:** acero, química, motor a explosión interna, frío, comunicaciones y telecomunicaciones (telégrafo, teléfono)

Segunda revolución industrial

expansión del comercio global

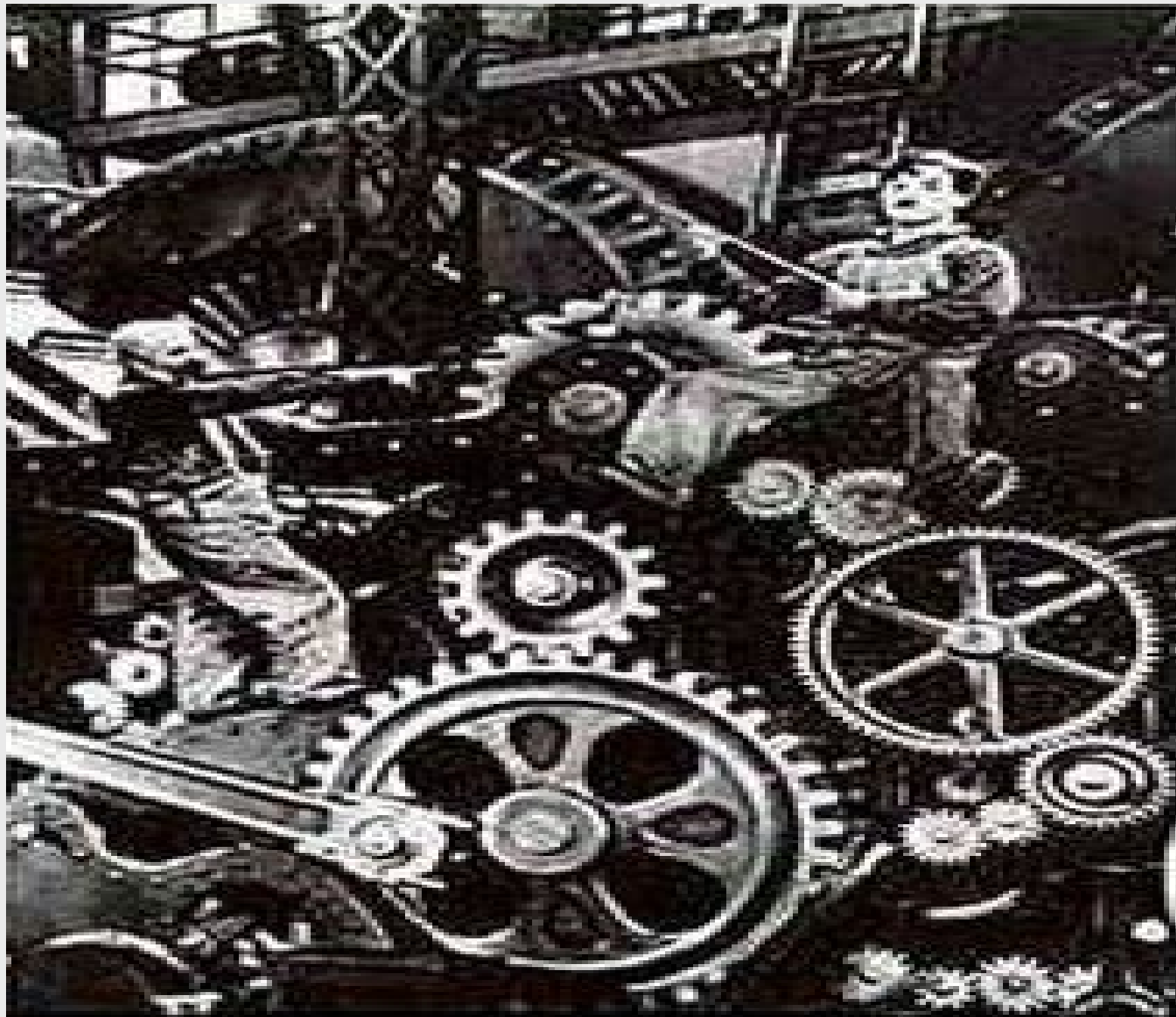
- **Transportes:** terrestres (ferrocarril, automotores), marítimos (buques)
- **Nuevas vías marítimas y Canales de interconexión artificiales** (Suez, Panamá)

Segunda revolución industrial

la organización de la producción y el trabajo

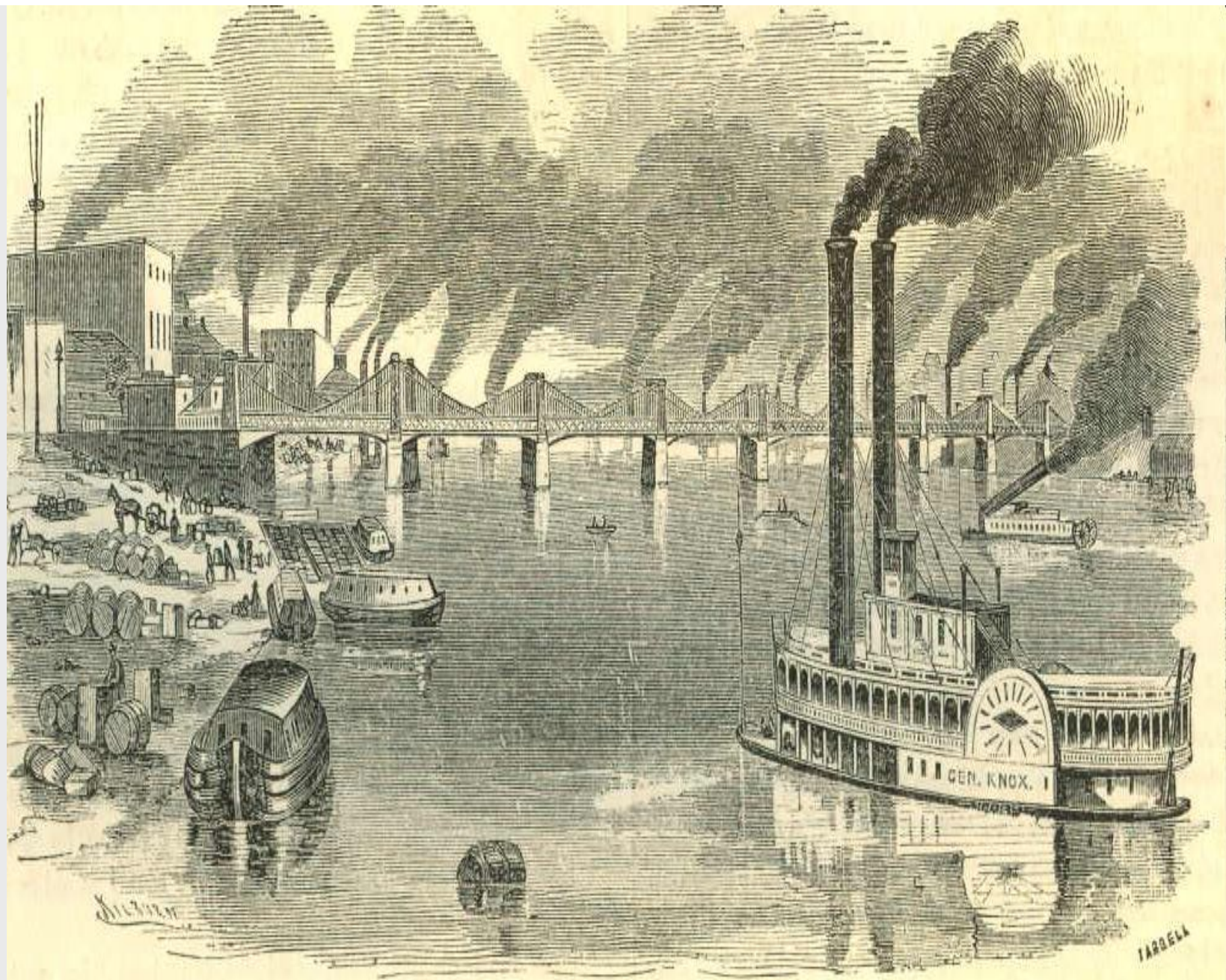
- **Organización de la producción:** *automatización y especialización* (línea de montaje, producción a gran escala, taylorismo, fordismo)
- **Unidades productivas:** grandes conglomerados, corporaciones, cárteles, *trusts* y monopolios.
- **Organización científica del trabajo en la línea de montaje**

El término ***fordismo*** se refiere al modo de producción en cadena que llevó a la práctica Henry Ford; fabricante de automóviles de Estados Unidos. Este sistema que se desarrolló entre fines de la década del 30 y principios de los 70, supone una combinación de cadenas de montaje, maquinaria especializada, altos salarios y un número elevado de trabajadores en plantilla. Este modo de producción resulta rentable siempre que el producto pueda venderse a un precio bajo en una economía desarrollada. El fordismo promueve la especialización, la transformación del esquema industrial y la reducción de costos a través de una estrategia de expansión del mercado, a razón de que si hay mayor volumen de unidades (debido a la tecnología de ensamblaje) a un costo reducido (por la razón tiempo/ejecución) habrá un excedente que superará numéricamente a la élite, tradicional y única consumidora de tecnologías en la modernidad.



“Sobre todo fue el progreso de la tecnología, en el corazón de la industrialización, el que a un tiempo permitió y obligó al estado a asumir funciones siempre crecientes. Papel más barato, imprenta y otros medios de comunicación, mejores métodos de transporte y de vigilancia de las fronteras aduaneras; guerra más tecnológica, que requería industrias de apoyo; una mayor proporción del comercio internacional en la renta nacional, hecha posible por un transporte más barato; una necesidad creciente de trabajadores alfabetizados en la industria; estos y otros muchos desarrollos semejantes impulsaron a los con frecuencia reacios gobiernos liberal-burgueses a asumir poderes y responsabilidades cada vez más amplios.”

S. Pollard: **La conquista pacífica. La industrialización de Europa 1760-1970**. Prensas Universitarias de Zaragoza, 1991 [1981]



BRIDGE OVER THE MONONGAHELA RIVER, PITTSBURG, PENN.

Segunda revolución industrial

impacto sobre la población

- **Consumo:** generación de productos de consumo masivo
- **Relaciones laborales:** asalariados, emergencia y consolidación del sindicalismo
- **Distribución de la población:** grandes migraciones intercontinentales, multiplicación de las metrópolis (centros industriales y de servicios)

Segunda revolución industrial

el papel del Estado

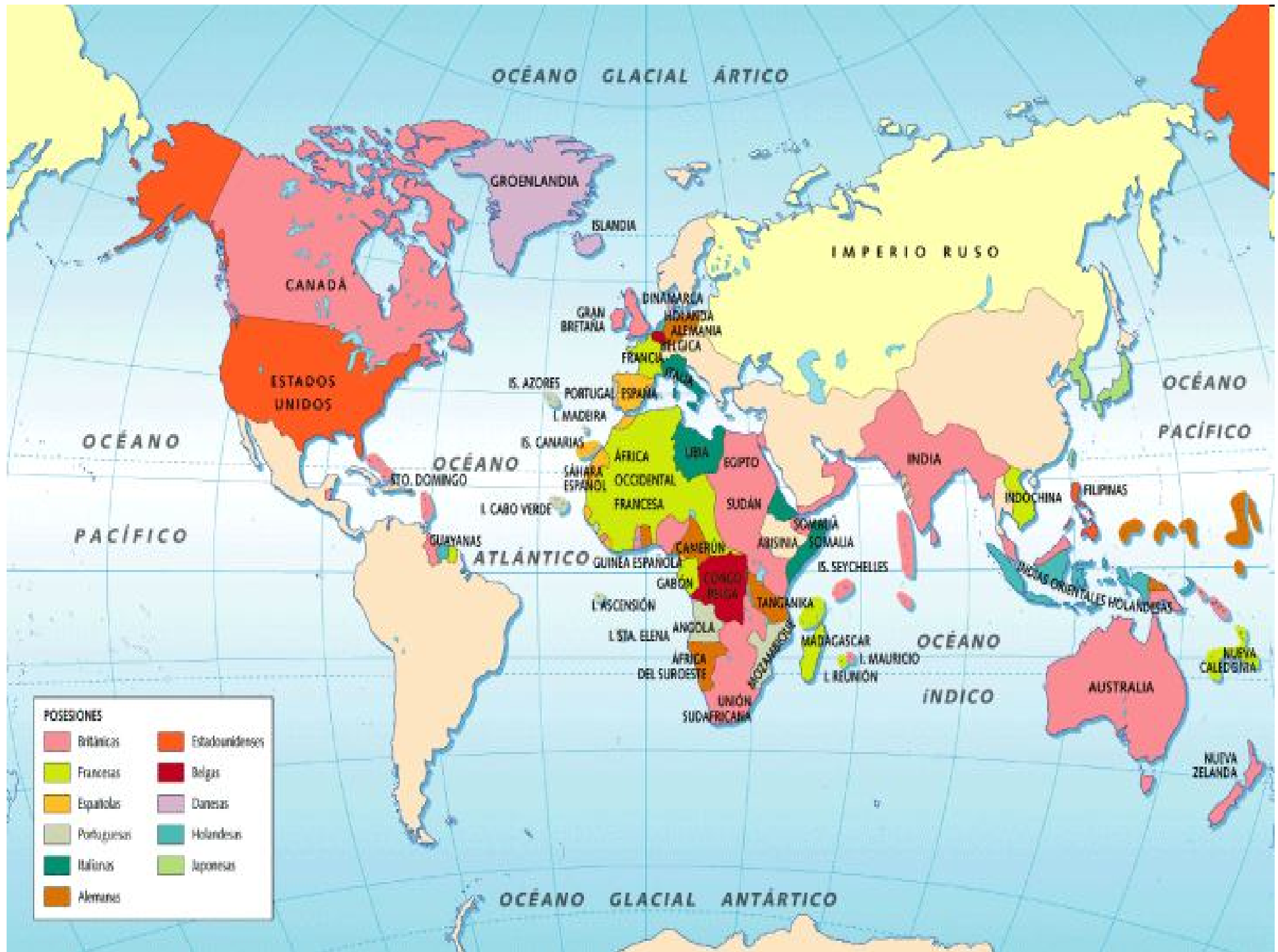
- **Estado benefactor:** necesidad de sostener la gran masa de desocupados a efectos de consolidar el ejército de reserva.
- **Estructura política:** consolidación de los grandes partidos políticos
- **Estructura del mercado:** economía de mercado, competencia imperfecta
- **Distribución del ingreso:** salarios y prestaciones sociales
- **Educación generalizada:** reformas educativas que propenden a su normalización y universalización

Segunda revolución industrial

un mundo en pocas manos

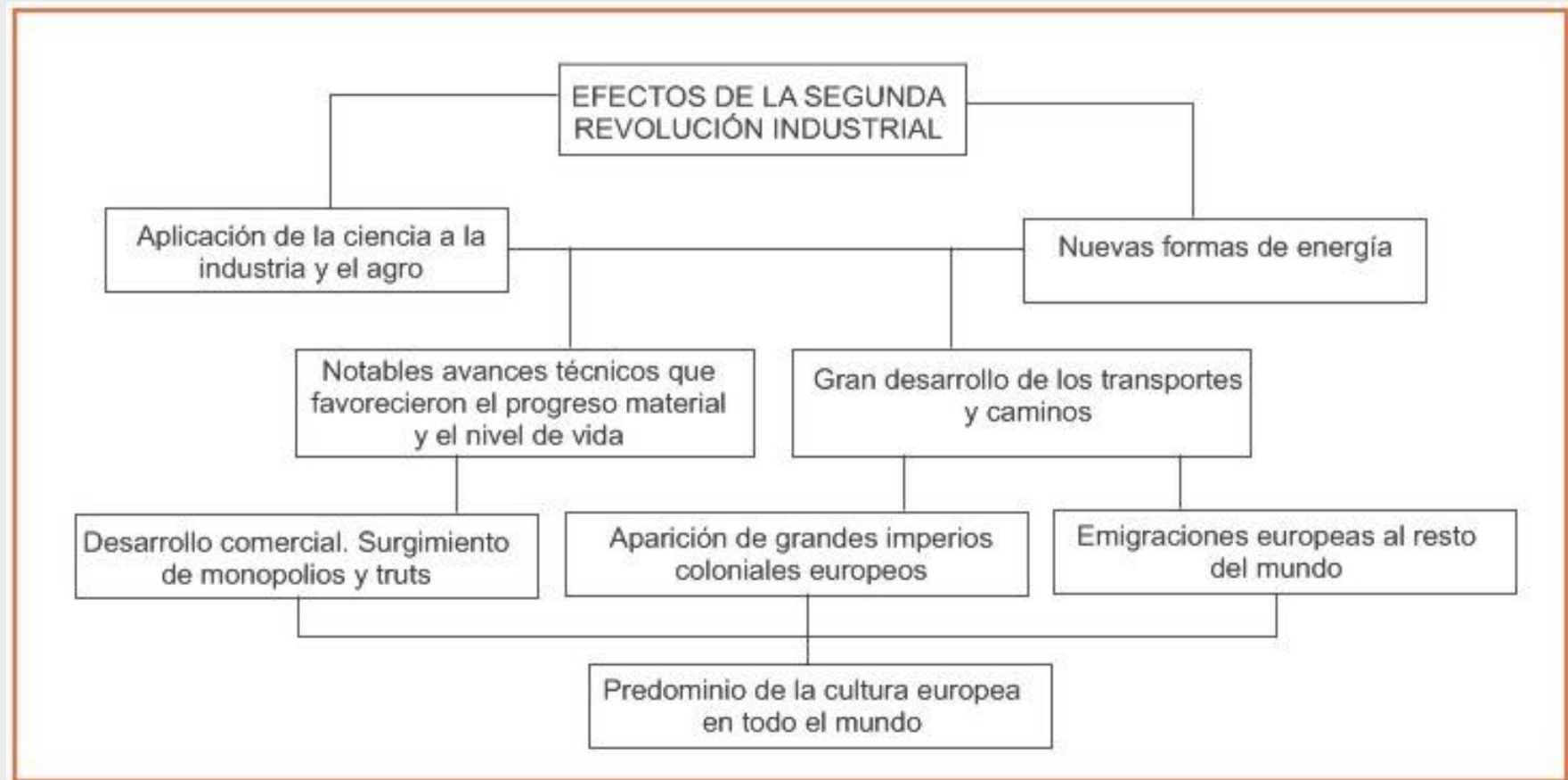
Colonialismo e Imperialismo.

El desarrollo técnico, militar y financiero de EEUU y las principales potencias europeas, favoreció su expansión política y económica hacia el resto del mundo. Por tanto el **imperialismo** es la doctrina que defiende la dominación de un Estado sobre otro por medio de la fuerza, o bajo una dependencia política o económica.



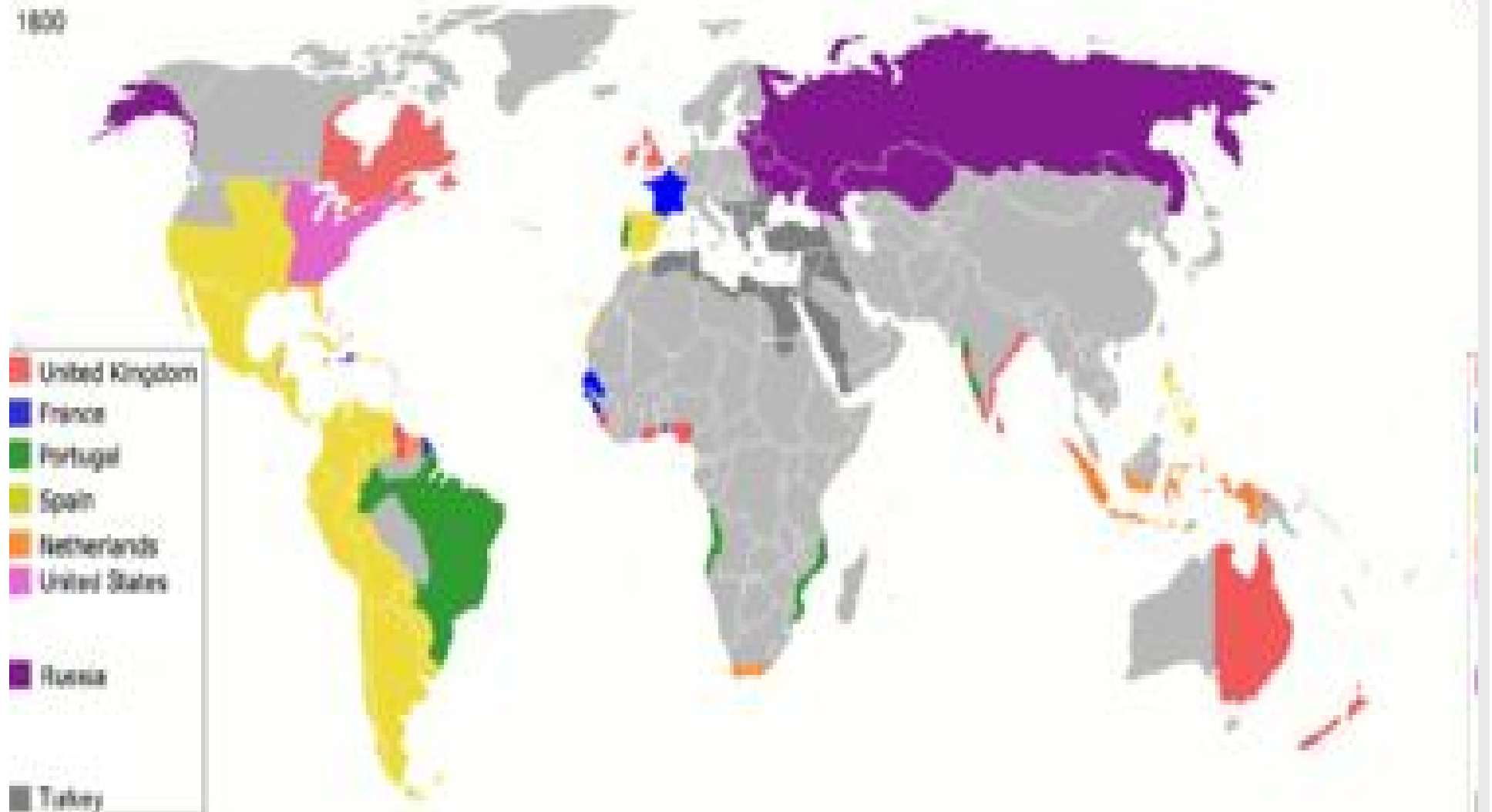




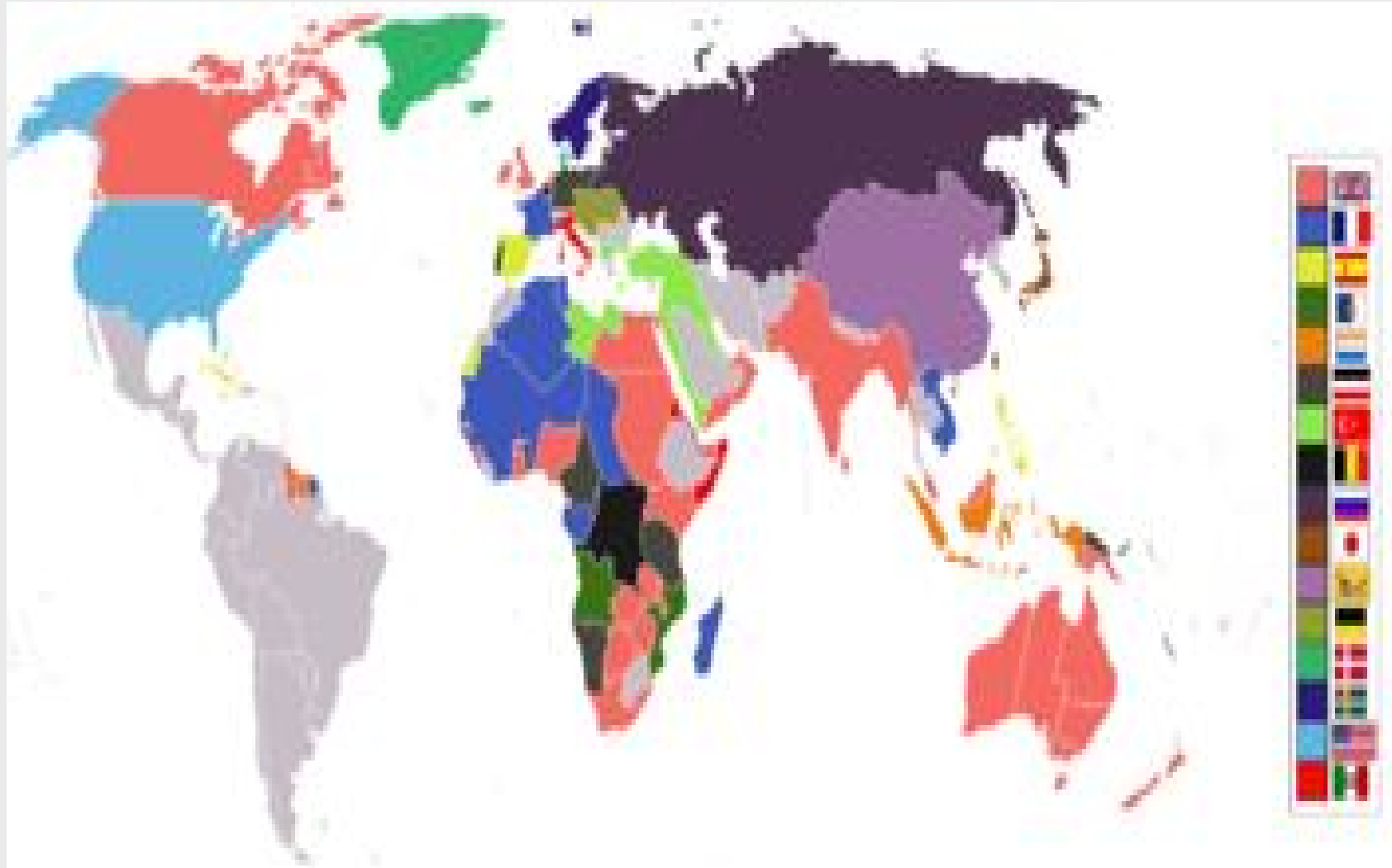


La dominación europea hacia 1800

1800



La dominación europea hacia 1899



“La primera generación de medios de telecomunicación eléctricos - el telégrafo, el teléfono, la radio, el televisor, la máquina de escribir eléctrica, las calculadoras, etc. - convergió a finales del siglo XIX y a lo largo de los primeros dos tercios del siglo XX, con la introducción del petróleo y la aparición del motor de combustión interna, convirtiéndose así en el mecanismo de mando y control de las comunicaciones para la organización y la comercialización de la segunda revolución industrial.”

J. Rifkin: ob. cit.

La revolución industrial en América Latina

- “En el proceso de industrialización, eje vital del desarrollo económico por su aporte al progreso técnico y a la elevación de la productividad, la combinación de aprendizaje e innovación adquiere mayor importancia. Una de las características del proceso de industrialización de América Latina hasta ahora ha sido precisamente la asimetría entre un elevado componente de imitación (fase previa del aprendizaje) y un componente marginal de innovación económico-social.”

F. Fajnzylber: “Industrialización en América Latina. De la <caja negra> al <casillero vacío>”. **Nueva sociedad** 118, 1992, pp.21-28

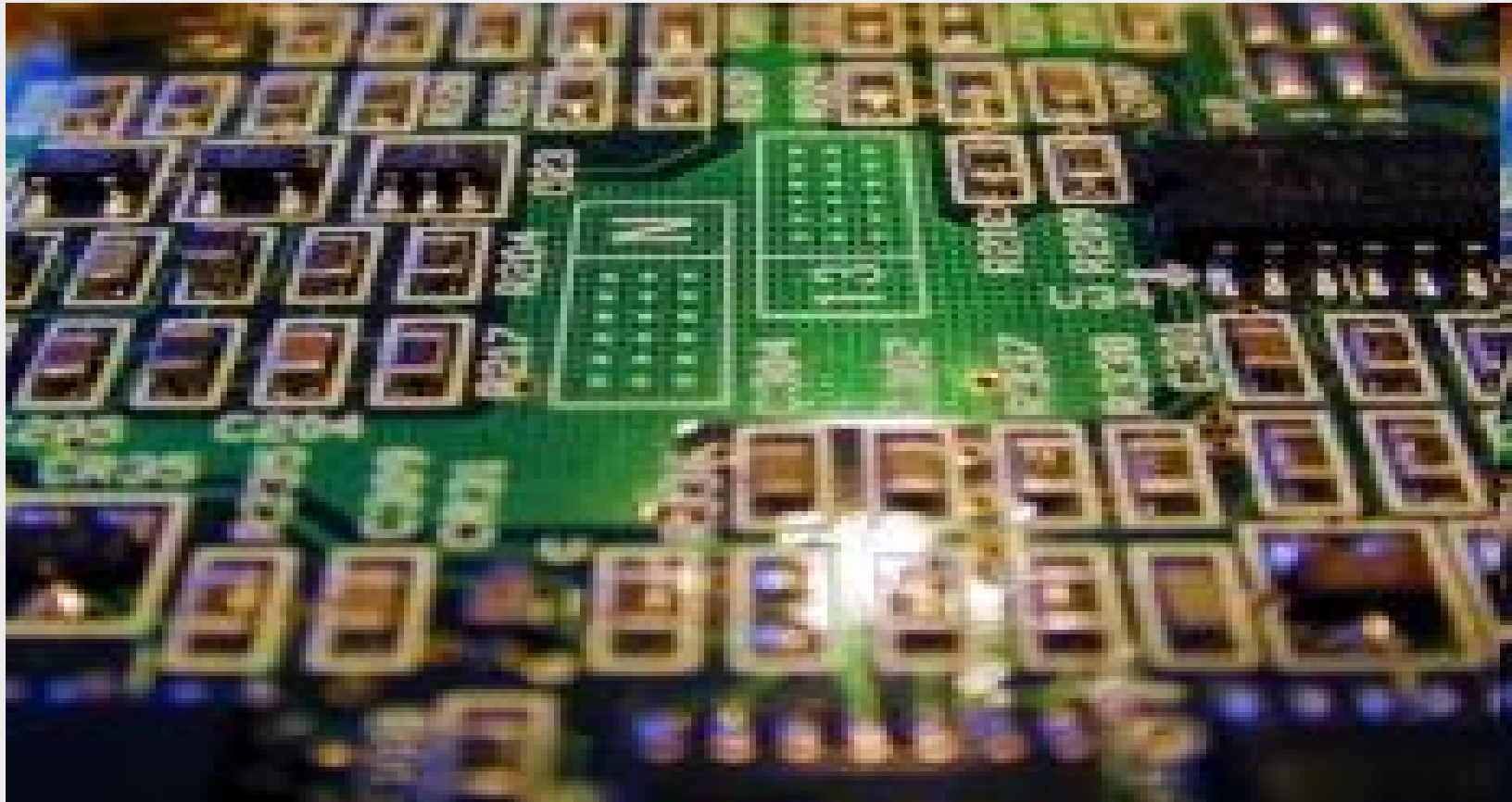
La innovación en América Latina

- “En el Sur no se puede dar por supuesto que la innovación tenga carácter sistémico. Se realiza, por cierto, a través de vínculos e interacciones entre actores diversos, pero unos y otras suelen ser frágiles, episódicos y escasos. Los Sistemas de Innovación son más potenciales que reales. Esto tiene importancia teórica, pero sobre todo práctica: las políticas para la innovación en el Subdesarrollo no pueden dar por sentado que los “sistemas” existen y funcionan como tales.”

Arocena y Sutz: “El estudio de la innovación desde el sur y las perspectivas de un nuevo desarrollo”. CTS+I, 12/2006

<http://www.oei.es/revistactsi/numero7/articulo01.htm>

Tercera revolución industrial desde 1980



Tecnociencia

- “El término ***tecnociencia*** que designa el complejo entramado de la ciencia y la tecnología contemporáneas tiene una carga conceptual especial. No sólo indica que con el paso de la ciencia académica a la ciencia gubernamental e industrial, sobre todo en el siglo XX, ciencia y tecnología han llegado a ser prácticamente inseparables en la realidad. También señala una nueva imagen de la ciencia y la tecnología que los actuales estudios de ciencia y tecnología han ido destacando frente a las concepciones tradicionales. Una de las ideas características es que la ciencia no se puede reducir a los científicos ni la tecnología a los tecnólogos, sino que ambas forman parte de complejas redes junto con otros agentes y entornos simbólicos, materiales, sociales, económicos, políticos y ambientales.”
- **M. Medina: Tecnociencia**, en <http://ctcs.fsf.ub/prometheus/index.htm>

Tercera revolución industrial

innovaciones principales

- Microelectrónica
- Robótica
- Ingeniería genética
- Nuevos materiales: *cerámicas, fibra óptica, silicio, polímeros*
- Tecnologías de producción, transmisión y almacenamiento de la información y la comunicación

Tercera revolución industrial

desarrollo de nuevas fuentes de energía

- a) **nuclear**
- b) **solar**
- c) **eólica**
- d) La energía de la **biomasa**, que permite utilizar los desechos orgánicos con fines energéticos.
- e) La energía **geotérmica**, que transforma la energía térmica subterránea en electricidad
- f) La energía **maremotriz**, que utiliza el movimiento marino para transformarla en electricidad.
- g) **¿hidrógeno?**

Tercera revolución industrial

zonas hegemónicas

- EEUU
- Comunidad Europea
- Japón
- URSS (1945 hasta 1990)
- China (desde 1990)

Tercera revolución industrial

organización de la producción

- Automatización flexible (*toyotismo*)
- Pequeñas series de productos
- Alta rotación de los productos
- Emergencia de la robotización en la industria de gran escala
- Producción agropecuaria a gran escala

Tercera revolución industrial

unidades productivas

- Corporaciones globales vinculadas a los sectores primario, secundario y terciario de la economía
- Grandes unidades de producción transnacionales
- Pequeños establecimientos dependientes de grandes corporaciones
- El “sector social” como factor económico
- Crecimiento del sector “servicios”

Tercera revolución industrial

industrialización y consumo de productos

- Producción y consumo: coexiste la producción *masiva y estandarizada* con la *personalizada*
- Legitimación social del consumo personalizado
- Auge de la industria de *la variedad*

Tercera revolución industrial

relaciones laborales: una frontera móvil entre la integración y la marginalidad

- Flexibilización del mercado de trabajo
- Desindicalización
- Deslocalización industrial
- Precariedad laboral y desocupación
- Cuentapropismo
- Crecimiento del sector informal
- Asistencialismo: el “sector social”, “onegismo”
- Teletrabajo

Tercera revolución industrial

ingeniería administrativa y organización laboral

- Círculos de calidad
- Tercerización de actividades
- Modelos científicos de gestión empresarial
- Tecnoestructura (Galbraith)

Una de estas respuestas en la administración de la producción se conoce como **toyotismo** por su origen en la conocida empresa japonesa, o también como producción flexible o ajustada, que gracias a su efectividad, versatilidad, autonomización y flexibilidad supone una modificación radical respecto a las pautas productivas (seriadas, rígidas y centralizadas) que habían sido propias del fordismo.

Frente a los sistemas de producción en serie de tipo fordistas, este sistema de producción es un método de extracción que tiene como objetivo fundamental incrementar técnicamente la eficiencia productiva eliminando radicalmente tanto las pérdidas como el excedente. Para lograr estos objetivos, el sistema se sustenta en dos pilares básicos: el sistema de *justo-a-tiempo* y la autonomización.

La finalidad que se persigue con la instauración del sistema *toyotista* es la aproximación a un stock nulo, considerando esta situación desde el punto de vista de la gestión industrial como una situación ideal, que permite la eliminación de los costes derivados del almacenamiento y conservación de los mismos.

Tercera revolución industrial

la educación

¿Hacia una nueva reforma educativa que atienda los requerimientos de un mercado en permanente transformación?

- Alfabetización informática
- Educación básica “vestibular”
- Educación permanente debido a la rápida “obsoletización” de los saberes



“Una economía global es una realidad nueva para la historia, distinta de una economía mundial. Una economía mundial, es decir, una economía donde el capital ocurre en todo el mundo, ha existido en Occidente al menos desde el siglo XVI. Una economía global es algo diferente. Es una economía con la capacidad de funcionar como una unidad en tiempo real a escala planetaria. Aunque el modo capitalista de producción se caracteriza por su expansión incesante, tratando de superar siempre los límites del tiempo y el espacio, sólo a fines del siglo XX la economía mundial fue capaz de hacerse verdaderamente global en virtud de la nueva infraestructura proporcionada por las tecnologías de la información y la comunicación.”

M. Castells: “La era de la información”, Vol. 1, La sociedad Red. Alianza 1998 [1996] pp. 119-120

“En este sentido, por tanto, al hablar de sociedad del conocimiento —en otros casos, sociedad de la información, etc.— nos estamos refiriendo a la constitución de este nuevo paradigma tecnológico. Dicho paradigma tiene dos expresiones tecnológicas concretas y fundamentales: una es Internet. Internet no es una energía más; es realmente el equivalente a lo que fue primeramente la máquina de vapor y luego el motor eléctrico en el conjunto de la revolución industrial. La otra es la capacidad de ingeniería genética, el concomitante ADN o la capacidad de recodificar los códigos de la materia viva y, por tanto, ser capaz de procesar y manipular la vida.”

M. Castells: *La dimensión cultural de Internet* , en

www.oei.org