

El Cambio Tecnológico y Análisis Porteriano en la Industria Siderúrgica. El Caso de México

Rocío Soto Florez¹, Francesc Solé Parellada²

¹ Profesor-Investigador del Instituto Politécnico Nacional de México. E-mail: mrsoto@ipn.mx

² Catedrático de la Universitat Politècnica de Catalunya, E-mail: pacosoleparellada@telefonica.net

Resumen

Los progresos tecnológicos realizados en los últimos años han transformado prácticamente todas las fases de la cadena de producción y, en muchos casos, han creado una industria cualitativamente nueva. Algunos de los cambios en la tecnología de los procesos siderúrgicos experimentados en la segunda mitad del siglo XX, han tenido como consecuencia una profunda alteración de la naturaleza de los mercados. El artículo analiza los cambios en la secuencia E-C-D de la economía industrial fruto de los cambios en los determinantes tecnológicos y se detiene en el caso de la industria siderurgia mejicana.

Palabras clave: Cambio Tecnológico, Análisis Sectorial

1. Introducción

La incorporación de los cambios tecnológicos en la industria siderúrgica a lo largo de las dos últimas décadas ha tenido una profunda incidencia en la industria del acero en términos de productividad y estructura. Los nuevos procesos y los cambios técnicos progresivos que se desprendieron aumentaron el rendimiento, redujeron la duración de las operaciones, permitieron economizar la energía y los recursos, mejoraron la calidad del producto y redujeron los costes de producción. En términos estructurales, la productividad se mejoró de manera sensible, mientras que los niveles de empleo disminuyeron y la concurrencia se reforzó. Además, la industria conoció una diversificación considerable, en los planos a la vez de la escala de las operaciones y de la gama de productos, lo que ocasionó un cambio en las cualificaciones exigidas.

2. La industria siderurgica, cambios significativos

Los cambios más significativos en la industria siderúrgica se pueden agrupar como sigue:

a) Reducción del empleo y el fuerte aumento de la productividad de la mano de obra (ver tabla 1). Todas las fases del proceso de fabricación del acero conocieron los *aumentos de productividad*. El número de horas-persona necesarias para producir una tonelada de producto acabado, tanto en los procesos integrados como en los procesos por horno eléctrico de arco disminuyeron de manera significativa (OCDE. 1998) (ver tabla 2). Por ejemplo, ya en 1980, señala Drucker (Drucker P. 1998), “United States Steel, la mayor empresa integrada del acero estadounidense empleaba ciento veinte mil personas en la producción de acero; diez años más tarde empleaba veinte mil trabajadores y pese a ello producía casi el mismo tonelaje. En un espacio de diez años la productividad del obrero empleado en la fabricación

del acero se había multiplicado por siete...” En ese sentido, señala Barnett: “se puede atribuir al cambio técnico más del 50% del aumento de la productividad de la industria del acero en Alemania, en Estados Unidos y en Japón” (Barnett D. 1996). El recurso aumentó con los proveedores externos y una utilización innovadora de recursos humanos; a menudo directa o indirectamente reflejaron posibilidades para la adopción de nuevas tecnologías, igualmente contribuyeron a mejorar la productividad. Las comparaciones de cadenas de producción mostraron en un cierto número de acerías norteamericanas, en cuyas diversas aplicaciones, en el plano laboral, un conjunto de prácticas innovadoras entre las cuales un salario estimulante, un trabajo por equipos, y de asignación de tareas flexibles, mostraron que los niveles de productividad sobre las cadenas empleadas en las prácticas innovadoras fueron sensiblemente más elevadas que en aquellas donde existen vías de aproximación más clásicas (Ichinowski C. et.al. 1997).

Tabla 1. Empleo en la industria siderúrgica de los países miembros de la OCDE

| Número promedio de empleados (miles)* | | | | | | | Variación % | | |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------------|---------|---------|
| | 1974 | 1984 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1996/95 | 1996/74 |
| OCDE | 2183.0 | 1412.9 | 1074.9 | 1034.5 | 1013.4 | 945.9 | 917.5 | - 3.0 | - 57.9 |

(*) Datos estimados por la Secretaría de la OCDE.

Tabla 2. Estimación del número de horas/hombre por ton. de producto acabado, 1980-1995*

| | Estados Unidos | Japón | UE (12) |
|---|----------------|-------|---------|
| A. Acerías integradas, producción continua (a partir de coque) | | | |
| 1980 | 7.1 | 4.6 | 6.9 |
| 1985 | 6.5 | 4.1 | 5.5 |
| 1990 | -- | 3.7 | 4.8 |
| 1995 (est.) | -- | 3.3 | 3.9 |
| B. Mini-acerías (HEA), producción continua (por HEA) | | | |
| 1980 | 3.5 | 3.8 | 4.3 |
| 1985 | 2.5 | 3.0 | 3.3 |
| 1990 | 2.1 | 2.4 | 2.7 |
| 1995 (est.) | 1.7 | 1.9 | 2.0 |

(*) En el supuesto que todas las plantas integradas abastecen su propio coque y acero semi-acabado. Los datos incluyen todos los salarios de la planta y de servicios administrativos y los trabajadores bajo contrato.

Fuente: Barnett, 1996; OCDE, 1998

b) Los cambios tecnológicos. Los cambios tecnológicos igualmente indujeron mejoras en la *calidad del producto* y en la *diversificación*. En primer lugar, el acero avanzó hacia la elaboración de materiales más ligeros y más resistentes, y la producción de acero de alta calidad aumentó. En consecuencia las estructuras a base de acero pudieron en adelante ser construidas utilizando menos acero; de este modo, las carrocerías de los automóviles son más ligeras (OCDE. 1998). [Por ej. con el proyecto ULSAB se ha conseguido reducir el peso de la “carrocería en blanco” en más o menos un 25%, gracias al uso intensivo de las nuevas tecnologías y nuevos materiales del acero. Incluso, en la actualidad la industria del automóvil utiliza y tiene a su disposición una mayor cantidad de aceros de alta resistencia y

menor peso. De la misma manera, en la industria de bebidas y alimentos, con el uso de los nuevos materiales del acero se ha conseguido disminuir el peso de las latas casi en los mismos estándares de las latas fabricadas con aluminio]. En segundo lugar, la utilización de comandos numéricos adapta con mayor facilidad la producción a la demanda y la producción en más pequeñas series de una gran gama de productos. En tercer lugar, el hecho de utilizar las tecnologías de la información en las operaciones de fabricación de acero, ciertas sociedades productoras de acero están siendo diversificadas hacia otras áreas. Por ejemplo, hoy en día producen equipamientos integrales de la tecnología de la información y de los productos de la tecnología de la información. Esta evolución es probablemente la más marcada dentro de las acerías integradas del Japón. Es de esta manera que en 1996, el 33% de las ventas de Kobe Steel Ltd, un productor de acero integrado, fueron realizadas por su división de máquinas y de la información. Alrededor del 13% de estas ventas concernían a las tecnologías de la información, las máquinas integradas y la logística, y los materiales de punta. La sociedad Nippon Steel producía también los sistemas y equipamientos en el campo de la información, y su diversificación la condujo a la producción de semiconductores (Kobe Steel Ltd. 1996). Esta diversificación parece constituir un elemento importante en la estrategia concurrencial de las grandes acerías integradas del Japón donde además su diversificación en el sector minerometalúrgico se extiende al territorio estadounidense en asociación con las grandes empresas de ese país, ganando de esta forma espacios en aquel mercado.

c) La *reducción de la mano de obra* en el sector del acero es un fenómeno que han experimentado todos los países de la OCDE, y que llegaron por diversos medios, lo mismo en el seno de la Unión Europea. En el Reino Unido, la mano de obra de las acerías ha sido reducida por los despidos masivos, en tanto que los países de Europa Continental no tuvieron recursos de forma mínima; los retiros anticipados combinados con las indemnizaciones antes de constituirse en la principal estrategia, fue completada por los indemnizados de cese de empleo por bajas voluntarias, es decir de los programas de liquidación de empleo, de reparto del trabajo y de reubicaciones, además comprendía la subcontratación de servicios de asalariados en sucursales y otras empresas. Por otro lado, se lanzaron programas de reciclaje y de colocación. Se ha observado en ciertos casos la reducción de salario, pero la mayor parte de estos programas evitaron los despidos forzados (Houseman S.N. 1991).

La reducción de la mano de obra fue consecuencia por un lado, de la reestructuración y modernización del sector siderúrgico y por otro, como resultado de los progresivos cambios tecnológicos de los últimos años, ya que algunas de estas nuevas tecnologías reducen las operaciones en la producción de acero. En estos términos, la OIT (OIT. 1992) estima que una de las innovaciones que más reduce las necesidades de mano de obra, es el procedimiento de colada continua que permite eliminar varios eslabones de la cadena tradicional de producción del acero (como la colada y tratamiento de lingotes, las operaciones de recocido, etc.). Cuando se reemplazan las unidades de fundición de lingotes por hornos de colada continua, la mano de obra puede reducirse en hasta más del 10 por ciento.

d) La mano de obra del sector acerero ha experimentado un cambio cualitativo tan importante como el cambio cuantitativo. Se observa, en primer lugar, una clara tendencia en la *apreciación de las cualificaciones*. En las acerías integradas, los empleos poco calificados y asociados a las tecnologías obsoletas o en declinación, como los operadores de los hornos Martin, han desaparecido. Por el contrario, el número de empleos altamente calificados y empleos asociados a las nuevas tecnologías, como la colada en placas delgadas y los sistemas de comando por ordenador, han aumentado. En los talleres, los trabajadores manuales

desaparecen rápidamente, para ser reemplazados por los sistemas informatizados. El papel creciente de los ordenadores exige a los trabajadores de la siderurgia cualificaciones fundamentales más elevadas que para el pasado en los dominios de la lectura, las matemáticas y los conocimientos científicos. La mitad de nuevos empleos de ciertas miniaceras nacientes en los Estados Unidos tienen diplomados post-secundarios (Schrieffer J. 1996). En palabras de Drucker, “la mayor necesidad de empleo en las próximas décadas sera de “técnicos”, y esos técnicos no sólo necesitan una gran destreza, sino que también necesitan un alto grado de conocimientos convencionales y por encima de todo una alta capacidad de aprender y adquirir saber adicional” (Drucker P. 1998). Por ejemplo, la concurrencia de miniaceras informatizadas altamente automatizadas, han prescindido completamente de los trabajadores manuales; su personal está constituido por un grupo pequeño de especialistas con conocimientos de química, de metalurgia y manejo de computadoras.

Las operaciones dirigidas por computadora, de acuerdo con la OIT, requieren un personal más calificado tanto para su funcionamiento como con fines de conservación y reparación, así como programadores de ordenar y analistas de sistemas.

e) Los cambios tecnológicos en la industria del acero comienzan a hacer desaparecer las distinciones tradicionales rígidas en las cualificaciones, y a exigir ventajas *de adaptabilidad*, de flexibilidad y de posibilidades de reciclaje asociados a un elevamiento de las cualificaciones generales. El trabajador de acero moderno debe dominar numerosos conocimientos y poder ocupar diversos puestos, y conservar la flexibilidad necesaria para pasar de un empleo a otro. La difusión de miniaceras ha dado el impulso a esta tendencia (OCDE. 1998). Dentro de una miniacera, un trabajador debe ser no solamente competente, sino también flexible y adaptable, “pasando de una tarea a otra, o también de una fábrica a otra, haciendo funcionar las máquinas o asegurando su mantenimiento o también el control de daños...”, señala Barnett (Barnett D. 1996). La tendencia va entonces en el sentido de trabajadores en cualificaciones múltiples y en un número más restringido de empleos en las clasificaciones. De hecho, las múltiples clasificaciones de los puestos de trabajo que prevalecían hasta hace poco tiempo han ido desapareciendo para dar paso a unas cuantas categorías donde se agrupa a todos los trabajadores siderúrgicos.

f) El auge de la producción de acero por la técnica de los hornos de arco eléctrico, de acuerdo con la OCDE (OCDE. 1998), ha tenido efectos de gran alcance sobre *la estructura de la industria del acero* se trata probablemente de la más importante de las innovaciones, y ésta continuará en cambiar la industria. Como se ha indicado más arriba, la reducción de la escala de eficacia mínima de fabricación de acero ha constituido el efecto más significativo de las miniaceras, ya que las condiciones de entrada en la industria han sido facilitadas. Las miniaceras continuarán representando una concurrencia de primera importancia para las aceras integradas, pero el escaso nivel de las condiciones de entrada da a pensar que la concurrencia entre miniaceras podría aún acrecentarse. Este fenómeno es ya perceptible en los Estados Unidos y en Japón, y es probable que pueda igualmente afectar a la industria del acero en otros países, a medida que sus aceras integradas llevan a cabo su reestructuración. La concurrencia entre grandes filiales de fabricación de acero podría estimular la innovación y mejorar la eficacia tanto de las miniaceras como de las aceras integradas.

De cualquier manera, los estudios efectuados acerca de los efectos del cambio tecnológico en la producción del acero coinciden en señalar que han sido múltiples las transformaciones sufridas en los últimos tiempos por la industria siderúrgica mundial, que van desde las innovaciones en la organización interna de cada empresa inducidas a su vez por la

introducción de los nuevos procedimientos utilizados en las cadenas de producción, lo que al mismo tiempo ha demandado cambios profundos en el plano laboral, la gama y comercialización de los productos del acero.

Hay una tendencia a integrar las operaciones de acabado en una operación única, continua y dirigida por computadora que requiere muchos menos trabajadores. Por otra parte, el hecho de que sea más frecuente producir acero para atender unos requisitos superiores, ha originado la necesidad de operaciones adicionales de acabado. Estas nuevas líneas de producción suelen añadirse a las que existen ya y su funcionamiento y mantenimiento requieren unos trabajadores muy calificados.

El cambio tecnológico en la industria del acero ha sido inducido en gran medida por el acelerado desarrollo científico y tecnológico en otras ramas de la actividad económica como la química, electrónica, comunicaciones, informática y ciencia de los materiales, en la que igualmente la siderurgia ha contribuido a su desarrollo con las investigaciones y nuevos productos del acero como los aceros de alta densidad y más ligeros (HLSA). Asimismo, la siderurgia se ha beneficiado de los cambios técnicos de las ramas mencionadas, ya que la introducción de los sistemas informáticos y las comunicaciones han sido fundamentales en la adaptación de los nuevos procedimientos siderúrgicos.

g) cambios en la estructura del mercado. Los cambios en la estructura del mercado tienen que ver con el cambio en los determinantes. Por una parte el mercado ha crecido, contra las expectativas más comunes. La tecnología ha abandonado las técnicas tradicionales (apartado a) sin embargo las innovaciones tecnológicas gozan de seguridad. La economías de escala se presentan para magnitudes mucho más reducidas que para las siderúrgicas convencionales anteriores a los setenta. Consecuentemente se puede hablar de roturas sectoriales y de oligopolios en cada uno de los subsectores pero con un poder muy reducido. De hecho para la mayoría de subsectores estamos muy cerca de la competencia. La dispersión sectorial es alta y la diversificación importante.

Tabla 3. Estructura - Determinantes

| | |
|---------------------------|--|
| Crecimiento del mercado | Alta |
| Seguridad tecnológica | Media |
| Economías de escala | Sectorializadas para medianas empresas |
| Concentración | Oligopolio |
| Poder de mercado | Competencia |
| Homogeneidad del producto | Rotura |
| Dispersión sectorial | Alta |

Fuente: Elaboración propia

h) Estructura – estrategia. Los determinantes de la estructura nos llevan a una alta diversificación, a lo que hay que añadir una alta capacidad para reducir costes ya que la tecnología ha quedado fijada en sus bases. En todo caso la incertidumbre estratégica es

también elevada ya que hay muchas tecnologías a escoger y los crecimientos de los mercados segmentados no están claros.

Tabla 4. Estructura - Estrategia

| | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Posibilidad de diversificación | Alta |
| Proceso para reducir costes | Alta |
| Orientación sectorial | Alta |
| Grado de incertidumbre estratégica | Alta |
| Rivalidad | Dual (costes vs. diversificación) |

Fuente: Elaboración propia

i) Tipología de la I+D. Dada la transformación del sector y el asentamiento tecnológico hasta finales de los 90 en las tecnologías básicas (se atiende a una nueva ola de innovaciones básicas) el campo esta abierto a la innovación incremental y a las pequeñas innovaciones. Sin embargo el alto nivel de competencia y la propia incertidumbre tecnológica hace prever un aumento notable del gasto en I+D en el sector y subsectores. El cambio tecnológico se puede calificar de acelerado y es probable la aparición de innovaciones radicales en partes del proceso. Especialmente interesante es la dinámica inversora en innovación de producto.

Tabla 5. Tipología de la I + D en el Sector

| | |
|--|--|
| Innovación incremental | Alta |
| Innovación radical | Media |
| Pequeñas innovaciones | Alta |
| Inversión en I + D | Alta |
| Mediana empresa vs. Pequeña empresa | Dual - (en algunos casos, prioridad mediana empresa) |
| Innovación en proceso | Alta |
| Innovación en producto | Alta |
| Cambio tecnológico | Acelerado |
| Velocidad cambio tecnológico/diversificación | Alto (últimos 5 lustros) |
| Independencia tecnológica de base | Alta |

Fuente: Elaboración propia

j) Complementos. En el apartado complementos hemos significado apartados que atienden al diagnostico porteriano del sector en los aspectos de I+D pero que no pueden recogerse en

estructura – resultados. Añadir pues que el nivel de sofisticación tecnológica es muy elevada lo que es una diferencia sustancial en relación a la situación al sector antes de las dos últimas décadas y lo mismo sucede con el esfuerzo en I+D en general.

Tabla 6. Complementos

| | |
|--|-------|
| Participación tecnológica complementaria | Alta |
| Nivel sofisticación tecnológica | Alta |
| Participación en programas de I + D entre empresas | Media |
| Participación en programas de I + D entre sectores | Media |

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Primero dejar patente que el análisis porteriano sigue siendo válido para determinados sectores de la actividad económica y especialmente para explicar la evolución de sectores de la naturaleza del sector metalúrgico y Segundo evidenciar la lógica de su transformación de acuerdo con el paradigma ECR

Referencias

- AHMSA. “Bessemer y la fabricación moderna del acero”, en Avante, No. 373, Monclova, Coahuila, México.
- Apraiz B.J. 1984. Fabricación de hierro, aceros y fundiciones. Tomo I y II, Fabricación de hierro y de arrabio o fundición, Urmo, S.A. de Ediciones, Bilbao.
- Arndt M. “Think big”, North American Steel Journal, no. 7, vol. II, march-april 1996.
- Astaburuaga A. “Panorama de la siderurgia latinoamericana y mundial”, en Siderurgia Latinoamericana, No.323, marzo de 1987.
- Barber J.W. 1992. Historia del pensamiento económico. Alianza Universidad, Madrid.
- Barnett D. 1996, op.cit.
- Bernal J.D. 1991. La ciencia en la historia. Nueva Imagen, México.
- Bonilla L. 1975. Breve historia de la técnica y del trabajo. Ed. Istmo, Madrid.
- Brimacombe K. “La empresa del futuro”, ponencia presentada en el 37 Congreso de ILAFA, en Monterrey, Méx., publicada en Acero Latinoamericano, núm. 440, enero-febrero de 1997.
- Buesa M. y J. Molero. 1989. Innovación industrial y dependencia tecnológica de España. Eudema, Madrid.
- Cabello N.E. “La siderurgia: ¿una señal equivocada?” en Sección Latinoamericana, Comercio Exterior, Vol. 43, No. 5, mayo de 1993, Banco Nacional de Comercio Exterior, México.
- Cadena G. et.al. 1986. Administración de proyectos de innovación tecnológica. Centro para la Innovación Tecnológica-UNAM-Gernika, México.
- Campos S.R. (Presidente de Usiminas). “Posicionamiento mercadológico y dominio tecnológico como factores de competitividad”, ponencia presentada en el 36 Congreso de ILAFA, publicada en Siderurgia Latinoamericana, núm. 427, noviembre de 1995.

CANACERO.1996. México a través del acero. México.

Cardwell D. 1996. Historia de la tecnología. Alianza Universidad, Madrid.

Castro E.A. Sección Latinoamericana. Comercio Exterior. Vol. 40, No.3, marzo de 1990, Banco Nacional de Comercio Exterior, México.

Childe V. Gordon. 1981. Teoría de la Historia. La Pléyade, Buenos Aires.

Cimoli M. y G. Dosi. “Tecnología y desarrollo. Algunas consideraciones sobre los recientes avances en la economía de la innovación”, en: Mikel Gómez U. et.al. (comp.) 1992. El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio. Debates y nuevas teorías, Icaria, Barcelona.

Comisión Europea. Libro Verde de la Innovación. Diciembre de 1995.

Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas: “The importance of the iron and steel industry for the economic activity of the ECE member countries (Nueva York, doc. ECE/STEEL/64, 1989).

“*Construyendo con acero*”, North American Steel Journal, núm. 2, vol. I, marzo-abril de 1995.

Couretas J. “68 Kilos in four years”, North American Steel Journal, No. 20, vol. IV, may-june 1998.

Cruz Z. A.R. “Tiempos modernos de la siderurgia latinoamericana”, Comercio Exterior, vol. 46, núm.11, noviembre de 1996, BNCE, México.

De la Herrán J. (Centro de Instrumentación de la UNAM), Entrevista de García V.E., en Información Científica y Tecnológica, vol. 8, No.120, Sept. de 1986, ConacyT, México.

Derry T.K. y Trevor Williams. 1991. Historia de la tecnología. Desde la antigüedad hasta 1750. 13ª Edición, Volumen 1 y 2 Siglo XXI, México.

Douville E. La sidérurgie dans le monde depuis 1952. La Documentation Française, 10 de junio de 1981.

Drucker P. 1989. The new realities in Government and in Society in Economy and Economics and in World view. (Ed. en castellano: Editorial Hermes, México, 1990).

Drucker P. 1993. Post capitalist society. N.Y., Harper Collins. (Ed. en castellano: Apóstrofe, Barcelona, 1998).

Drucker P. 1998. La sociedad postcapitalista, Clásicos del Management, Apóstrofe, p.78

Houseman S.N. 1991. Industrial restructuring with job security: the case of european steel.

Fajnzylber F. 1985. La industrialización trunca de América Latina. Centro de Economía Transnacional, Nueva Imagen, México.

Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, citado en OCDE.

Ichinowski C. et.al. 1997. “The effects of human resource management practices on productivity: a study of steel finishing lines”, American Economic Review 87, No. 3, juin, pp. 291-313

Kobe Steel Ltd. 1996, Kobe Steel Annual Report, Kobe; Nippon Steel. 1997, Nippon Steel Annual Report, Tokyo, citadas en OCDE.

León M.Z. Alberto (Presidente de la Siderúrgica de Medellín, S.A.). “Simesa: el laminador más moderno del Grupo Andino”, en Siderurgia Latinoamericana, No. 425, septiembre 1995.

Lichtenstein J. (Director de Metales y Recursos de Arthur D. Little), “Fuerzas impulsoras que van a configurar la industria del acero del siglo XXI”, ponencia presentada en el Congreso Ilafa-37, publicada en Acero Latinoamericano No. 440, enero-febrero de 1997.

Martínez G.J. “Avances en el desarrollo tecnológico siderúrgico”, en Siderurgia Latinoamericana, No. 429/430, enero-febrero 1996.

Matsuzaki S. y col. “Behaviour of fines and coal combustibility with high rate pulverized coal injection in the blast furnace”, La Revue de Métallurgie-CIT, mars 1998, No. 3.

Mazer M.R. “US steelmakers turn to coal injection”, en Metal Bulletin Monthly, julio de 1990.

- McCulloch R. "DC furnace gives Tokyo Steel a boost", en *Metal Bulletin Monthly*, diciembre de 1990.
- McKinsey. 1993. *Manufacturing Productivity*, McKinsey Global Institute, Washington, D.C.
- Mendoza C. "Fuentes de metálicos para la siderurgia: desarrollo actual de procesos de reducción directa y reducción fusión" en *Siderurgia Latinoamericana*, No. 426, octubre de 1995.
- Mendoza C. "Importancia y estado actual de desarrollo de los procesos de reducción directa y reducción fusión", resumen de la ponencia presentada en el Congreso ILAFA-36, publicado en *Siderurgia Latinoamericana*, No. 429/430, enero-febrero de 1996.
- King F.J. "Word Capacity Report", enero de 1986, reproducido en *Siderurgia Latinoamericana*, núm. 313, mayo de 1986.
- "*La siderurgia y su gran desafío para el siglo XXI*", núm. 428, diciembre de 1995.
- Leone A.C. "Nueva configuración siderúrgica: la administración del cambio", ponencia presentada en el Congreso Ilafa 34, publicada en *Siderurgia Latinoamericana*, No. 407, marzo de 1994.
- Lopetegui G. "Entorno competitivo reclama un nuevo enfoque empresarial", conferencia dictada en el 36 Congreso de Ilafa, realizado en Cartagena de Indias, publicada en *Siderurgia Latinoamericana* No. 427, noviembre de 1995.
- "*Los grandes estrategias*", en *Expansión*, México, vol. XXIV, núm. 592, junio 10 de 1992.
- Martínez A.J. "Sicartsa: de la reconversión a la modernización, 1986-1990", *El Cotidiano*, No. 45, enero-febrero de 1992, UAM, México.
- "*México. Expansión e inversión*", *Siderurgia Latinoamericana* No. 412, agosto de 1994.
- Minello N. 1982. *Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas. Historia de una empresa*. El Colegio de México, México.
- Moncada G. "Industria Siderúrgica. La supervivencia de los más aptos", *Expansión*, 17 de febrero -03 de marzo de 1999.
- OCDE. 1998, op.cit., p. 161
- OIT. 1992, op.cit., p. 41
- Pasinetti L.L. 1985. *Cambio estructural y crecimiento económico*. Pirámide, Madrid.
- Pérez C. "Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems", *Future*, 15 (1983).
- Perez C. 1985. "Microelectronics, long waves and world structural change", *World Development*. vol. 13, No.3.
- Perez C. 1990. "New technologies and development", en: C. Freeman and Bengt-Ake Lundvall. *Small Countries Facing the Technological Revolution*. Pinter Publishers, London.
- Ricardo D. 1817. *Principios de economía política y tributación*. FCE (1959), México.
- Robinson J. 1979. "Notes on technical change" en: *The generalization of the general theory and other essays* (2ª ed.), Mac Millan, London.
- Rosenberg N. ¿Es exógena la ciencia?, en: *Dentro de la caja negra: tecnología y economía*. 1993. La Llar del Llibre, Barcelona.
- Rosenberg N. "Incertidumbre y cambio tecnológico", *Historia Industrial* No. 6, año 1994, Universidad de Barcelona.
- Rothschild K.W. 1988. *Evolutionary economics: applications os Schumpeter's ideas*. Hanusch, H. Edit. Cambridge University Press.
- Rothwell y Zegueld, 1985. *Reindustrialization and technology*. Ed. Longman, Londres.
- Sancen C.F. 1989. *Poder, Ciencia y Teoría del Conocimiento*. UAM-U-Xoch., México.
- Schriefer J. 1996, "Developing a more flexible worker", *New Steel*, février, pp. 52-57.
- Schumpeter J.A. 1943. *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. Ed. Folio, 1996, Barcelona.
- Schumpeter J. 1944. *La teoría del desarrollo económico*. FCE, México.

- Schumpeter A.J. 1983. Diez grandes economistas: de Marx a Keynes. Alianza Editorial, Madrid.
- Skolnikoff B.E. 1993. The elusive transformation. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Smith S. 1996. La riqueza de las naciones. Tomo I, Bibl. de Economía, Folio, Barcelona.
- Solé F. y Valls J. 1997. La política tecnológica I. Material Docente de la UPC, Barcelona.
- Teece D. “Innovación tecnológica y éxito empresarial” en Pere Escorsa (coord.). 1990. La gestión de la empresa de alta tecnología. Ariel, Barcelona.
- Vegara J.M. 1989. Ensayos económicos sobre innovación tecnológica. Alianza Editorial, Madrid.
- Villarán de la P.F. 1989. Innovación tecnológica en la pequeña industria. El caso del sector metalmeccánico. Fundación Friedrich Ebert, México