



Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad
e-ISSN: 2007-3607
Universidad de Guadalajara
Sistema de Universidad Virtual
México
paakat@udgvirtual.udg.mx

Año 11, número 21, septiembre 2021 - febrero 2022

Impacto de los cambios tecnológicos sobre las relaciones sociales de producción: industrias siderúrgica y automotriz

Impact of Technological Changes on the Social Relations of Production. Steel and Automotive Industries

Lourdes Carolina Hernández Calvario*

<http://orcid.org/0000-0003-2479-5146>

Universidad Autónoma Metropolitana, México

[Recibido 25/11/2020. Aceptado para su publicación 22/06/2021]

DOI: <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a11n21.586>

Resumen

El presente artículo tiene como objetivo analizar el desarrollo de las fuerzas productivas como elemento central para comprender las modificaciones generadas en las relaciones sociales de producción, como se muestra con los cambios tecnológicos incorporados al proceso productivo en las industrias automotriz y siderúrgica en México. Para este trabajo se tomaron como base las revoluciones tecnológicas más recientes y la reconfiguración productiva que de estas se desprende. En un segundo momento, se analizó el impacto de los avances tecnológicos sobre las relaciones sociales de producción en las industrias mencionadas. Mediante el método dialéctico se propusieron elementos que ayudan a sustentar que el desarrollo tecnológico alcanzado en estos casos ha propiciado un proceso de producción que funciona como una cadena global de actos sociales, que generan productos sociales, en los que la tendencia en la innovación es la implementación de prácticas cooperativas de asociación internacional.

Palabras clave

Revoluciones tecnológicas; proceso productivo; industrias manufactureras.

Abstract

This article aims to analyze the development of the productive forces as a central element to understand the modifications generated in the social relations of production, as shown by the technological changes incorporated into the production process in the automotive and steel industries in Mexico. This work was based on the most recent technological revolutions and the productive reconfiguration that results from them. In a second moment, the impact of technological advances on the social relations of production upon the aforementioned industries was analyzed. Through the dialectical method, elements were proposed to suggest that the technological development achieved in these cases has led to a production process that functions as a global chain of social events, which generate social products, where the trend in innovation is to implement cooperative practices of international partnership.

Keywords

Technological revolutions; production process; manufacturing industries.

Introducción

El capitalismo –no sorprende– funciona bajo la lógica de transformar constantemente su organización productiva, cambios que comienzan, de manera general, en las bases productivas (bases técnicas). No obstante, estos deben ser vistos como elementos de análisis de un concepto más amplio: *fuerzas productivas*. El otro elemento es la *fuerza de trabajo*, que abarca a los trabajadores que harán uso de estas nuevas tecnologías y, por ende, requieren de habilidades y destrezas que les permitan cumplir con esta función.

Retomar esta idea, desarrollada por Carlos Marx (1973), permite afirmar que las relaciones sociales se vinculan íntimamente con el desarrollo de las fuerzas productivas, pues –con la adquisición de nuevas fuerzas productivas– la gente cambia su forma de producir y, con ello, sus relaciones sociales.

El presente trabajo desarrolla este planteamiento con las industrias siderúrgica y automotriz como objeto de análisis. Estas industrias fueron seleccionadas por la relevancia que tienen en la economía mexicana (en el contexto actual en que se privilegia el crecimiento económico hacia el exterior), así como por ser representativas de diferentes vías de transformaciones económicas y tecnológicas. Como dato para ilustrar la primera consideración, entre 1993 y 2018, las exportaciones nacionales se multiplicaron ocho veces, al pasar de los 52 a los 409 mil millones de dólares (CEPAL, 2018), lo que coloca a nuestro país como uno de los trece exportadores más importantes a nivel mundial, y el primero en la región de América Latina y el Caribe. En cuanto a las transformaciones tecnológicas, al ser estas uno de los determinantes fundamentales de las relaciones de producción, las concebimos como una de las principales causas que explican la forma en la que nuestro país se insertó en la lógica de producción global de estas industrias.

Las revoluciones tecnológicas y su impacto en la reconfiguración productiva

Desde la generalización de los desarrollos tecnológicos en la industria manufacturera mundial, México no ha estado al margen de las grandes transformaciones en la organización productiva. Se tiene documentado que, desde la primera revolución tecnológica, el país ha sido destino de máquinas que propician la mecanización del trabajo (Cerutti, 2000). Entendemos por *mecanización del trabajo* “la parcelación de los procesos productivos en una serie de operaciones y la ejecución de cada una de ellas por máquinas que sustituyen el trabajo del hombre” (Rumiantsev, 1963, p. 220).

Posteriormente, a principios del siglo XX, con la utilización de la energía eléctrica y la implementación de la línea de montaje que la acompaña, nuestro territorio también se volvió escenario de la segunda revolución tecnológica. Con la incorporación de la cadena de producción semiautomática se reducen los tiempos de producción: hay una mejor manipulación de los objetos de trabajo, así como disminución (y hasta eliminación) del desplazamiento de los trabajadores. Desde este momento, comienzan a presentarse importantes diferencias en la forma de producir y en la estructura del empleo en las industrias (la automotriz y la siderúrgica son buenos ejemplos).

La introducción de estas innovaciones en la industria automotriz ocurre desde el momento en que se instalan las primeras empresas productoras de vehículos automotores en el país. Esto propicia inmediatamente que los trabajadores mexicanos –que desde un principio comenzaron a laborar en esta industria– adquirieran niveles de calificación por encima de la media nacional. No ocurre lo mismo en el caso de la industria siderúrgica, pues al tratarse de una industria que operaba en el país de manera previa, cuando se incorporan estos sistemas de reducción de tiempos de producción por la simplificación de labores se provoca un desplazamiento de la fuerza de trabajo.

Dentro de este orden de ideas, el surgimiento de la industria siderúrgica mexicana es impulsada por la demanda de insumos en la construcción de la red ferroviaria desde la segunda mitad del siglo XIX, y que explica el surgimiento en 1900 de la empresa Fundidora Monterrey. La industria automotriz, por su parte, lo hizo por la expansión de las empresas estadounidenses a territorio nacional: la primera armadora automotriz instalada en México perteneció a la empresa Buick de General Motors en 1921.

La tercera revolución data de la segunda mitad del siglo XX, y se caracteriza por ser un proceso multipolar liderado por Estados Unidos, Japón y la Unión Europea, lo que facilita su extensión de manera relativamente homogénea al resto del mundo. Se identifica con la incorporación de la electrónica y la informática, las llamadas

tecnologías de la información y la comunicación. El gran cambio de esta etapa es la capacidad de almacenamiento, procesamiento y transmisión de información que acompañan la aplicación de nuevos mecanismos eléctricos y digitales, empleados para el procesamiento de datos industriales y las transferencias vía internet.

La cuarta revolución –hoy en día vigente– retoma varios de los fundamentos de la tercera revolución, pero con alcances más amplios, por ejemplo: 1) un gran salto en términos del aumento de la capacidad de almacenamiento de datos (el llamado *big data*), que permite a las empresas modificar sus métodos administrativos (con el incentivo de reducir costos de almacenamiento), además de impulsar el uso de sistemas computacionales no solo al interior de las actividades de producción, sino también hacia los consumidores; 2) el uso de sistemas de inteligencia artificial –una de las más relevantes transformaciones hasta el momento–, es decir, programaciones digitales para potenciar las capacidades de las máquinas procesadoras con el objetivo de que sus funciones se asemejen lo más posible a las realizadas por los humanos.

Más allá del cambio temporal, un rasgo esencial que diferencia a la cuarta revolución de las otras tres mencionadas es que en las primeras lo que se buscaba eran condiciones para: 1) incentivar la estrategia de fragmentación internacional de su producción, 2) mayor homogenización de las labores productivas, 3) el incremento de la automatización del proceso productivo, y 4) la segmentación del proceso productivo. En la cuarta revolución, el inciso 2) no será parte de la estrategia para la mayor generación de excedente.¹

Impactos de los avances tecnológicos sobre las relaciones sociales de producción

El análisis de la base tecnológica vigente implica el estudio de sus dos principales elementos: 1) las características de la maquinaria y equipo con los que se produce, y 2) la organización del trabajo que permite esta producción, es decir, las relaciones sociales de producción. Esta diferenciación permite concebir al trabajador como actor principal del proceso productivo, no solo como un apéndice de las máquinas y las nuevas tecnologías, lo que resulta pertinente en un contexto en el cual la presencia de máquinas cada vez más sofisticadas hace parecer secundario el trabajo de las personas.

¹ La incorporación de nuevas tecnologías al proceso productivo es explicada por la expectativa de un mayor excedente. En el capitalismo, esta resulta ser una condición necesaria para incrementar –o, en su defecto, mantener– los niveles de ganancia esperados.

Una de las principales motivaciones de las empresas a la hora de incorporar nuevas tecnologías al proceso productivo es aumentar la disciplina del trabajador, aumentar la intensidad del trabajo, ya que de esta manera aumentan los niveles de productividad y de calidad. En las dos industrias de estudio se tienen registros de innovaciones tecnológicas, sistemas tecnológicos y revoluciones tecnológicas. Estos conceptos suelen utilizarse de manera indistinta, limitando así las interpretaciones que se realizan en su entorno. Por eso, conviene señalar las siguientes distinciones: la diferencia entre *invención* e *innovación* radica en que la primera será entendida como “algo” que se da en la esfera científico-técnica y que puede permanecer allí por tiempo indefinido, mientras que por *innovación* se debe entender el traslado de la esfera científico-técnica a la esfera económica; es decir, una invención aplicada al proceso productivo. Este planteamiento, que fue propuesto por Schumpeter (1978) y retomado por Neffa y De la Garza (2020), y Amaro y Robles (2020), será la base de la documentación de las innovaciones y sistemas tecnológicos que se han presentado en las industrias siderúrgica y automotriz.

Las innovaciones que forman parte de lo que se denomina la cuarta revolución tecnológica, además del aumento de la capacidad de almacenamiento de datos, permite que las empresas modifiquen sus métodos administrativos (Csath, 2018). De ahí el impulso en el uso de los sistemas computacionales al interior de las actividades de producción; por supuesto, sin omitir el uso de sistemas de inteligencia artificial, que –más allá de parecer algo extraído de una novela de Philip K. Dick²– es una de las más relevantes transformaciones al tratarse de programaciones computacionales creadas con la intención de potenciar las capacidades de las máquinas procesadoras para que sus funciones se asemejen lo mayor posible a las realizadas por los humanos.

Me permito señalar que la palabra *robot* tiene su origen en la literatura checa, en la obra escrita por Karel Čapek, R.U.R. (*Rossum's Universal Robots*), en la que aborda la temática de unos autómatas que trabajan como obreros en una isla perdida, y que hace alusión al trabajo forzado en una empresa dedicada a la fabricación de criaturas mecánicas a imagen y semejanza de la raza humana, que se usan como fuerza de trabajo esclava. Este visionario autor checo previó en 1920 – cuando publicó por primera vez su obra de ficción– lo que ocurriría casi 100 años después: que el costo de la fuerza de trabajo en la manufactura llegaría a ser superior al costo de un robot. De esto da cuenta la CEPAL (2018) cuando señala que esto es lo que se espera a partir del año 2018, aunque se ha documentado la incorporación de robots al proceso productivo automotriz en nuestro país desde la década de los noventa al menos (Martínez y Carrillo, 2019; Carrillo *et al.*, 2016; Sandoval, 2017).

² Autor de ciencia ficción. Quizá su novela más conocida sea: *Do Androids Dream of Electric Sheep?*, publicada por primera vez en 1968.

Estas dos menciones de la literatura universal muestran la convivencia de los hombres con la inteligencia artificial como una realidad anunciada, tal y como se documenta en trabajos como los de Bensusán *et al.* (2017). Nos introducimos así al análisis del uso de la inteligencia artificial y la robótica en el proceso productivo en la manufactura mexicana, particularmente en aquella destinada a la exportación. También al uso, cada vez más extendido, de métodos CAD-CAM (por sus siglas en inglés: *Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing*), CAE (*Computer Aided Engineering*), de control de producción justo a tiempo (JIT, por sus siglas en inglés: *Just in Time*), de control total de calidad (o TQC, por sus siglas en inglés: *Total Quality Control*), de producción modular y, en general, el uso extendido de tecnologías de la información.

Expuesto el uso de estos sofisticados mecanismos, surge el cuestionamiento de hacia dónde se dirige la participación de la fuerza de trabajo en la actual configuración técnica de la producción, ya que, con la incorporación de estos desarrollos tecnológicos, la estrategia y la organización del proceso productivo cambian radicalmente. Pensemos en los efectos que el perfeccionamiento de las máquinas trajo consigo, particularmente en el desplazamiento de trabajadores manuales por mecánicos.

En la economía mexicana, y tomando como referencia las estimaciones obtenidas de la revista *Expansión* (2017), se prevé que un 52% de los empleos puede ser reemplazado en los próximos años por máquinas o robots. En valores absolutos, se habla de 25.5 de los 49.3 millones de trabajos que actualmente se registran. De manera tal que el riesgo es que uno de cada dos empleados podría ser sustituido.

Pero no vayamos tan lejos, la automatización del proceso productivo es algo presente en nuestro país: desde hace tiempo, las encuestas a las industrias manufactureras dan cuenta de ello. No obstante, también se registra que, donde antes había un obrero (con el típico overol) que hacía funcionar una máquina, ahora hay un operario que supervisa los equipos automatizados que forman parte de la planta productiva. Lo que provoca que, en este tipo de empresas, los trabajadores con alto nivel de calificación (con ingenierías o posgrados), no aparezcan como jefes, sino como un miembro de la clase trabajadora sin mayor jerarquía.

Transformaciones en la industria automotriz

La amenaza del aumento en los niveles de desempleo por el uso de robots en el proceso productivo cobra cada vez mayor fuerza. Sin embargo, llama la atención que en estos pronósticos no se menciona –al menos con el suficiente énfasis– que en la

industria automotriz esto ya se ha dado, y los efectos de desplazamiento distan mucho de los predichos. Al contrario, se registró un incremento en el número de trabajadores, al pasar de los 420 000 empleos en 1990 (CEFP, 2002) a 500 000 en 2007, y a 822 000 en 2017 (INEGI, 2018).

Esta reconfiguración se produjo como consecuencia de los esquemas logísticos de producción encaminados a desarrollar líneas de ensamblaje flexible, lo cual requirió de fuertes montos en inversión. De acuerdo con datos de Global Innovation 1000, las empresas armadoras han destinado inversiones que rebasan los 690 billones de dólares (bdd). Por poner algunas cifras, la empresa alemana Volkswagen reportó una inversión del orden de los 277 bdd en el rubro, seguida de la japonesa Toyota (que invirtió 259.8) y la estadounidense Ford con una inversión de 156.8, las tres con presencia en el territorio nacional. En un informe publicado por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) en 2014, se da cuenta de la presencia de 360 instalaciones en el país enfocadas a investigación y desarrollo de esta industria, de las cuales 106 corresponden a centros de diseño, 247 laboratorios – impulsados por la academia y otros centros de investigación– y siete centros de pruebas vehiculares.

Como resultado de estas fuertes inversiones en investigación y desarrollo tecnológico, el uso de mecanismos digitales, de robots y la implementación de algoritmos son parte integral de los procesos productivos en la industria. Para darnos una idea, en Bensusán *et al.* (2017) se muestra el tipo de vehículos que se producen hoy en día. Más allá de las modificaciones en las características de los nuevos vehículos –y con ello los cambios en los patrones de consumo–, piénsese en la forma de producirlos, en la utilización de elementos de alta sofisticación (como la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la mayor conectividad y el uso de sistemas de tracción alternativos), hasta el punto de que ya se ve como una realidad la puesta en circulación de automóviles con conducción autónoma.³

Otras tecnologías destacables son la realidad virtual y la realidad aumentada, utilizadas para recrear ambientes artificiales computarizados. También los mecanismos sensoriales a través de los cuales los trabajadores exploran ambientes proyectados en 360°, que posibilitan estrategias de seguridad dirigidas a prevenir riesgos operarios; al igual que generar simuladores del funcionamiento de nuevas máquinas, contribuir al trazado de protocolos de uso de nuevas tecnologías aplicadas al proceso productivo, y ajustar los procesos de automatización en las líneas de

³ En *La inversión extranjera directa en América Latina*, publicado por la CEPAL en 2018, se registra que los fabricantes de automóviles (como Mercedes Benz, Audi, BMW, Volvo, Nissan, Honda, Hyundai y Toyota) anunciaron que antes de 2020 se fabricarían modelos comerciales con conducción autónoma. Para 2021, BMW fabricará un vehículo sin conductor.

producción. Con todo ello se aumentan los niveles de productividad, derivado de la toma de decisiones en tiempo real y la expansión de la producción flexible.

Entre las interrogantes que generan las nuevas tecnologías sobre las relaciones sociales destacan las habilidades que se demandan a los trabajadores. De manera general se pueden clasificar en dos tipos: a) las relacionadas con la programación y control de dispositivos informáticos, y b) las habilidades de aprendizaje de nuevas rutinas. Ambos son fundamentales dentro de los nuevos modelos de aprendizaje y desarrollo organizacional, basados en el intercambio de información de manera abierta al interior de la industria y la cooperación técnica de labores. Estos elementos requieren –y por ello fomentan– la participación de los trabajadores en la toma de decisiones. Para algunos autores como Covarrubias (1998), Contreras *et al.* (2006), Carrillo *et al.* (2017) y Sandoval (2017), esta situación se explica por la creación de parques industriales que propician la cercanía de las empresas con sus proveedores, como se documenta en Genzlinger *et al.* (2020).

Lo más interesante de esta nueva forma de organizar la producción es la tendencia hacia la colectivización de la tecnología. Como parte de los principios de mejora continua para incrementar los niveles de productividad, la estrategia se basó en la aplicación de novedosos programas que globalmente se conocieron como *Ideas efectivas*: propuestas de los trabajadores para la mejora en el funcionamiento del equipo, la reducción en los tiempos de desplazamiento y la sincronía del proceso.

En otras palabras, comenzaron a trazarse nuevas redes de innovación que, a decir de autores como Sandoval (2017), se caracterizan por conformar procesos de construcción permanente, que pueden darse en múltiples espacios, y de manera asincrónica, ya que funcionan como sistemas abiertos, multicéntricos y heterojerárquicos a través de la interacción y el intercambio dinámico y diverso entre los actores (Lopes y Carvalho, 2018). Esto permite el enriquecimiento de cada uno de los participantes como consecuencia de las múltiples relaciones que desarrolla con los otros, optimizando así el aprendizaje al ser socialmente compartido.

En resumen, se incentiva la adquisición y asimilación del conocimiento y las habilidades de los trabajadores. La documentación de estas prácticas de cooperación (colectivización del trabajo) la encontramos en Rivas y Flores (2007, p. 92), Sandoval (2017, p. 187) y García (2017, p. 179).

Transformaciones en la industria siderúrgica

Las transformaciones tecnológicas en la industria siderúrgica se han dado de manera más lenta que en la industria automotriz. Esto no es una novedad, si se considera

que durante el siglo XX se documentaron muestras de deterioro y obsolescencia en el equipo instalado (Ávila, 2002), al punto de llegar a la quiebra de importantes empresas, como Fundidora de Monterrey, Sicartsa, Hylsa y Tampsa.

Los más destacados esfuerzos de modernización en la industria se pueden analizar en tres grandes etapas: 1) de 1957 a 1960, y consiste en la creación del departamento de aceros planos y la consecuente incursión en la producción de planos (planchas, láminas y hojalatas), así como a la edificación de una planta termoeléctrica de 44 000kw, así como una planta para fabricar laminados; 2) de 1964 a 1967, con instalaciones sobresalientes, como la utilización de más hornos altos (tres en el caso de la Fundidora Monterrey), hornos de hogar abierto, hornos recalentadores de lingotes, molinos de palanquilla y abastecimiento de turbinas; y 3) entre 1973 y 1976, en medio de una de las más grandes crisis registradas en la industria, derivada de la disminución de la demanda, y cuyas principales inversiones se dirigieron a la creación de una planta concentradora de mineral de hierro y una planta peletizadora de mineral de hierro, así como la ampliación y modernización de los hornos altos y aceros planos.

En los años previos a la apertura económica, los mayores avances tecnológicos fueron la sustitución de los hornos de aceración Siemens Martin por los convertidores a base de oxígeno (*Basic Oxygen Furnace*, BOF), el método de vaciado del acero en lingoteras por colada continua, y los primeros acercamientos a tecnologías computarizadas (Rueda, 1994; Martínez y Barragán, 2019).

Después de la década de los noventa –y como parte de los procesos de privatización–, se incorporaron nuevas tecnologías. A decir de Guzmán (2002), son diez las que más van a destacar: tres de origen estadounidense, tres brasileñas, y las restantes de origen alemán, inglés, chileno y canadiense. Siguiendo a esta autora, la mayoría de estos avances son dirigidos a la reducción del consumo energético y los tiempos de conexión, a la flexibilidad en el uso de materias primas y a la mejora en la calidad de los productos.

Entre la base técnica que conforma las fuerzas productivas en esta industria, destacan –por su importancia y función– los hornos eléctricos, las cestas de chatarra, las ollas de vaciado, las grúas y los transformadores. Estos equipos e instalaciones dan cuenta de la complejidad del proceso productivo que ahí se desarrolla. Toledo y Zapata (1999) explican bien este proceso para el caso mexicano y Byun (2020) en los países desarrollados. Consultar la descripción del proceso productivo siderúrgico resalta la complejidad técnica que significa la fragmentación del proceso productivo en esta industria.

Para el proceso de fabricación de acero en su forma de palanquilla y planchón, los requerimientos van desde la utilización de convertidores de oxígeno BOF y hornos

eléctricos, hasta el uso de hornos de olla que permiten refinaciones más profundas, lo mismo que el uso del removedor de hidrógeno. Esto provoca que se mantengan vigentes formas de organización del trabajo tradicionales, en lo que parece ser una armoniosa convivencia, con características que involucran: a) una división del trabajo de tipo vertical –a partir de un mando centralizado– con elementos de horizontalidad, a través de la línea de producción; b) la constante supervisión y control del trabajo; c) distintos niveles, jerarquías internas y estilos de mando (De la Garza, 1993), pero con la novedad de que se han incorporado los esquemas de círculos de calidad y la calidad total (Martínez y Barragán, 2019).

No obstante, esta industria comienza a incorporar innovaciones propias de la Revolución 4.0, a través de sus avances en nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, internet de las cosas, tecnologías inalámbricas de quinta generación, impresión 3D (o fabricación aditiva) y vehículos totalmente autónomos. Herramientas que, a decir de los departamentos tecnológicos dedicados a su desarrollo, pueden mejorar un modelo de negocio y generar nuevos ingresos.

Comparación de los cambios tecnológicos entre las industrias estudiadas

Con la incorporación de la línea de montaje al proceso productivo se da la pauta para la sistematización de los movimientos realizados por los trabajadores. Esto llevará a Frederick W. Taylor a proponer un manual de procesos en el que se especificaran las labores precisas (los movimientos) que los trabajadores debían realizar en cada una de las fases del proceso, sentando así las bases del llamado método taylorista, definido a partir del conjunto de tres principios: la disociación del proceso del trabajo de la pericia de los obreros –que refiere a la forma en la que el proceso de trabajo se presenta de manera independiente del oficio,⁴ el conocimiento, e incluso la tradición de los obreros–; la separación de la concepción de la ejecución (que no es otra cosa que la separación del trabajo manual del trabajo mental o intelectual); y el uso del monopolio del conocimiento para controlar cada paso del proceso de trabajo y su ejecución, vinculado a esquemas de pre-planificación y pre-cálculo de todos los elementos del proceso de trabajo.

En el caso de la industria productora de vehículos, los principios tayloristas fueron la base de los posteriores desarrollos tecnológicos. Pensemos en la lógica de división entre el control gerencial (sobre el que recaen las actividades de diseño) y la

⁴ Entendemos por *oficio* al conocimiento que permite al obrero comprender y superar constantemente las dificultades que se presentan en la ejecución de las tareas productivas, no solo en las herramientas y materiales, también en las condiciones de trabajo.

ejecución de las actividades productivas. La situación es distinta en la siderurgia donde, en la mayoría de los segmentos del proceso productivo, no es aplicable el principio de disociación del proceso de trabajo de la pericia de los obreros.

La razón es que el proceso de trabajo siderúrgico aún depende en gran medida de las capacidades y conocimientos de los obreros, adquiridos de manera tradicional, lo que dificulta la anteposición de las prácticas que involucren una mayor participación de capital fijo. Derivado de esta condición, también se ve limitado el segundo principio del taylorismo –el de la separación de la concepción de la ejecución–, ya que las actividades productivas realizadas en la siderurgia requieren de un razonamiento y una lógica que no puede limitarse a la realización de instrucciones simplificadas dadas desde la gerencia.

La brecha se extenderá aún más a partir de la década de los noventa, cuando ni el taylorismo, ni el fordismo hayan logrado implementarse de manera plena en la industria siderúrgica, mientras en la industria automotriz estos modos de organización productiva van ya en franca disolución. No obstante, en ambas industrias se ha implementado el sistema de organización productiva que tiene como principios el llamado JIT y el de TQC, que les permite recurrir a proveedores capaces de ofrecerles bajos costos y máxima calidad y flexibilidad.

En la industria automotriz se impulsa la transferencia de la elaboración del diseño y la fabricación de componentes automotrices, que antes eran realizados por las armadoras, hacia empresas aparentemente más pequeñas. En trabajos como los de Contreras *et al.* (2006) y Contreras y Díaz (2017), se habla de la transición de la manufactura integral a la modular –por la redefinición entre ensambladoras y proveedores–, y el nuevo sistema complejo que, desde la década de los noventa, se crea a partir de la nueva forma de interrelacionarse. También por sistemas de innovación en redes que están en constante proceso de construcción, y que –al darse en múltiples espacios y de manera asincrónica– funcionan como sistemas tecnológicos abiertos, multicéntricos y heterojerárquicos.

Una importante convergencia que comienza a observarse entre las industrias es la estrategia de disociación de habilidades y destrezas de los ejecutores. En la industria siderúrgica nunca se implementó de manera plena, mientras en la automotriz comienza a dar signos de obsolescencia, ya que las empresas que conforman esta industria –más que buscar una reducción en el costo de la fuerza de trabajo a partir de la desarticulación de sus elementos más simples, es decir, que la fuerza de trabajo perdiera grados de capacitación y así pudiera ser comprada a menor precio– lo que procuran es que la fuerza de trabajo sea capaz de desempeñar múltiples funciones, incluidas las de planeación de una parte del proceso productivo, para que los niveles de productividad y de calidad en lo producido sean más elevados.

Consideraciones finales

Hoy en día, la actividad productiva en las industrias manufactureras se ha vuelto parte de un mecanismo global en el que las fuerzas productivas más desarrolladas son las que están marcando el rumbo de las formas sociales de producción. En el caso de la industria automotriz, la incorporación de tecnología (producto de la Revolución 4.0) genera modelos de organización productiva considerablemente distintos a los conocidos.

Ahora se presenta una tendencia hacia la mayor cooperación del trabajo, no solo al interior de las unidades productivas –con los incentivos que los trabajadores tienen para proponer ideas que contribuyan al aumento de productividad, y la eliminación de la separación del trabajo manual del trabajo intelectual–, sino también porque los sistemas tecnológicos más sofisticados tienen la característica de ser sistemas abiertos (que se van mejorando a partir de la interacción con los trabajadores) y necesariamente adaptativos, pues, de lo contrario, se vuelven obsoletos de manera más temprana.

En el caso de la industria siderúrgica, aún no se tiene la suficiente evidencia para plantear el tipo de modelo de organización que más influencia ejerce. Aunque, a partir de los registros, algunas de las formas de organización del trabajo que comparte con la automotriz en el país son: a) mecanismos de Control de Calidad Total, basados en círculos de control de calidad, control estadístico del proceso y una política de cero errores; b) implementación del esquema JIT; c) modificaciones en las categorías de contratación, que buscan ampliar las funciones de los trabajadores y establecer mecanismos de polivalencia; d) derivado del punto anterior, se busca incentivar la reintegración de las funciones de producción desempeñadas por los trabajadores, es decir, romper con la rigidez características del modelo taylorista, lo cual demanda un mayor involucramiento de los trabajadores en el proceso productivo.

Con este análisis, se desprende una pregunta generadora de grandes controversias: ¿se tienen elementos para argumentar que, debido al acelerado nivel de desarrollo tecnológico, se pueden generar máquinas y robots capaces de realizar los procesos productivos de manera más integral, y con ello abrir la posibilidad de gestación de un nuevo tipo de relaciones sociales que trascienden el modo de producción actual? Esta pregunta, lejos de verse como producto de la ciencia ficción, resulta pertinente.

Con el recorrido realizado por las formas de organización productiva conocidas, se observa que, *grosso modo*, con el taylorismo se inició la gestión planificada del trabajo dentro de la nueva unidad productiva, la fábrica, a la par de que la producción individual se transformó en producción social: primera muestra de que el trabajo en

colectivo tiende a ser más productivo que el trabajo realizado de manera individual. Con el fordismo y la cadena de montaje se potenció la característica que surgió de la fábrica: el trabajo colectivo de los obreros. Ahora, con los modelos de cuarta generación, se tienen elementos para afirmar que el proceso de producción funciona como una cadena global de actos sociales, que genera productos sociales, en los que la tendencia en la innovación es la implementación de prácticas cooperativas de asociación internacional.

Referencias bibliográficas

- Amaro, M. & Robles, E. (2020). Measuring innovation in the context of emerging and converging technologies: some methodological reflections. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 10(18), 1-22. <http://www.udgvirtual.udg.mx/paakat/index.php/paakat/article/view/415>
- AMIA. (2014). Inventario de capacidades nacionales para el desarrollo tecnológico automotriz. Proyecto financiado con el apoyo del PRODIAT de la Secretaría de Economía. <https://www.netcar.com/estadisticas/INA>
- Ávila, J. Ó. (2002). La tecnología en la industria siderúrgica mexicana: el caso Fundidora Monterrey. *Revista Ciencia UANL*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 447-455. <https://www.redalyc.org/pdf/402/40250403.pdf>
- Bensusán Areous, G.; Eichhorst, W. y Rodríguez, J. M. (2017). Las transformaciones tecnológicas y sus desafíos para el empleo, las relaciones laborales y la identificación de la demanda de cualificaciones. Santiago de Chile: Cepal/Ministerio de Asuntos Exteriores de Noruega.
- Byun, S. (2020). Managing the interdependence among successive stages of production in steel industry. *Annals of Business Administrative Science*, 19(6), 293-305. https://www.jstage.jst.go.jp/article/abas/19/6/19_0201111a/article
- Carrillo, J.; Bensusán, G. y Micheli, J. (2016). El debate sobre innovación y el progreso sociolaboral. En A. Covarrubias, S. Sandoval, G. Bensusán (coords.) *La industria automotriz en México. Relaciones de empleo, culturas organizacionales y factores psicosociales*, (pp. 47-72). México: Colegio de Sonora.
- Carrillo, J.; Bensusán, G. y Micheli, J. (2017). ¿Es posible innovar y mejorar laboralmente? Estudio de trayectorias de empresas multinacionales en México. Ciudad de México: UAM Azcapotzalco.
- Csath, M. (2018). Competitiveness Based on Knowledge and Innovation. *Public Finance Quarterly*, State Audit Office of Hungary, vol. 63(1), pages 64-79. <https://ideas.repec.org/a/pfq/journal/v63y2018i1p64-79.html>
- CEFP. (2002). Análisis Económico y Fiscal del Sector Automotor de México, 1990-2001. México, Cámara de Diputados. <https://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0312002.pdf>
- Cerutti, M. (2000). *Propietarios, empresarios y empresa en el norte de México: Monterrey de 1848 a la globalización*. México: Siglo XXI.
- CEPAL. (2018). La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe 2018. Santiago de Chile. <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/43689>

- Contreras, Ó.; Schnierle, L. R. y Solís, V. (2006). Reestructuración y trabajo de la industria automotriz. En E. de la Garza y C. Salas (coords.). *La situación del trabajo en México* (pp. 255-276) México: UAM.
- Contreras, O. y Díaz, M. (2017). Ford Motor Co. en México: una plataforma de bajo costo y alta calidad para la exportación. En J. Carrillo, G. Bensusán y J. Micheli (coords.). *¿Es posible innovar y mejorar laboralmente? Estudio de trayectorias de empresas multinacionales en México*. México: UAM.
- Covarrubias, A. (1998). Flexibilidad y productividad laboral: el caso de la planta Ford-Hermosillo. En F. Zapata, *¿Flexibles o productivos? Estudio sobre la flexibilidad laboral en México* (pp. 175-228). México: Colegio de México.
- De la Garza, E. (1993). *Reestructuración productiva y respuesta sindical en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, IIEC.
- García, R. (2017). Cooperación tecnológica, innovación y competitividad: una perspectiva teórica institucional. *Análisis Económico*, 32(79), pp. 177-199. <http://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/9>
- Genzlinger, F.; Zejnilovic, L. & Bustinza, O. (2020). Servitization in the automotive industry: How car manufacturers become mobility service providers. *Strategic Change*, 29(2), pp. 215-226. <https://doi.org/10.1002/jsc.2322>
- Guzmán, A. (2002). *Las fuentes del crecimiento en la siderurgia mexicana: innovación, productividad y competitividad*. México: Porrúa/UAMI.
- INEGI. (2018). Encuesta Nacional de Trabajadores Manufactureros. México: INEGI.
- Lopes, A. & de Carvalho, M. (2018). Evolution of the open innovation paradigm: Towards a contingent conceptual model. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, pp. 284-298. <https://ideas.repec.org/a/eee/tefoso/v132y2018icp284-298.html>
- Martínez, J. y M. Barragán. (2019). ArcelorMittal en México: Integración industrial y flexibilidad productiva. *Economía y Sociedad*, (39), pp. 65-86. <http://www.economiasociedad.umich.mx/ojs3/index.php/ecosoc/article/view/13/9>
- Martínez, A. y Carrillo, J. (2019). Evolución de la política industrial en regiones emergentes: el caso de la industria automotriz en Guanajuato, México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(54), 4-30. <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.757>
- Marx, C. (1973). Trabajo asalariado y capital. En *Marx y Engels. Obras escogidas T. I*, pp. 61-92. Moscú: Progreso.
- Neffa, J. y De la Garza, E. (coords.). (2020). *Trabajo y crisis de los modelos productivos en América Latina. Argentina, Brasil, México, Venezuela, Colombia, Chile y Uruguay*. Buenos Aires: CLACSO.
- Redacción. (2017). Las 500 empresas más importantes de México. *Revista Expansión*. <https://expansion.mx/las-500-2017>
- Rivas, L. y B. Flores. (2007). La gestión del conocimiento en la industria automovilística. *Estudios Gerenciales*, 23(102), pp. 83-100. <https://www.redalyc.org/pdf/212/21210203.pdf>
- Rueda, I. (1994). *Tras las huellas de la privatización: el caso de Altos Hornos de México*. México: Siglo XXI.
- Rumiantsev, A. (1963). La estructura de la clase obrera de los países capitalistas. Materiales de intercambio de opiniones organizado por la *Revista Internacional Problemas de la paz y del socialismo 1960-1961*. Praga: Paz y socialismo.

Sandoval, S. G. (2017). Procesos de innovación en la Planta Ford de Hermosillo: centros de responsabilidad regional y gestión del conocimiento (1986-2016). En S. Sandoval y A. Covarrubias. *Rumbo al auto del futuro*. México: El Colegio de Sonora.

Schumpeter, J. (1978). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México: FCE.

Toledo, D. y Zapata, F. (1999). *Acero y Estado. Una historia de la industria siderúrgica integrada en México*. México: UAM.

Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Hernández Calvario, L. C. (2021). Impacto de los cambios tecnológicos sobre las relaciones sociales de producción: industrias siderúrgica y automotriz. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 11(21). <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a11n21.586>

* Profesora investigadora de tiempo completo de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, México. Sus líneas de investigación se centran en el análisis de las transformaciones en el proceso de trabajo en la industria mexicana y sus efectos sobre las relaciones laborales. Correo electrónico: hernandezcalvariol.carolina@gmail.com