

Mirando al futuro:

Los desafíos de la industria uruguaya en la convergencia de dos revoluciones tecnológicas

Por Lucía Pittaluga



LUCÍA PITTALUGA FONSECA

Economista por la Facultad de Ciencias Económicas y Administración (Universidad de la República) y profesora de Economía de la Innovación de la misma facultad. Cuenta con un Master en Desarrollo Económico por la Universidad de París I-Universidad de Picardie.

Se ha especializado en Desarrollo Productivo e Innovación Tecnológica. Ha realizado consultorías para CEPAL, UNESCO, BID, Banco Mundial y PNUD. Fue subdirectora de la Dirección de Planificación de la OPP, asesora del Ministro de Industria, Energía y Minería, directora de la Agencia Nacional de Innovación e Investigación, asesora de Crecimiento Inclusivo en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, y coordinadora e investigadora del equipo de investigación sobre desarrollo económico en el Instituto de Economía (FCEA).

Para tener una mirada del futuro de largo plazo de la industria es útil mirar hacia el pasado a través del principio organizador de las revoluciones industriales y tecnológicas que se sucedieron desde fines del siglo XVIII. Estas revoluciones se caracterizan por su capacidad para transformar profundamente la matriz productiva en su conjunto. La idea que está por detrás es que el largo plazo de las economías y sociedades se organiza a través de ciclos que repiten un mismo patrón de vida temporal: irrumpen a través de saltos tecnológicos en interacción con las estructuras sociales, económicas e institucionales, se desarrollan y expanden y, finalmente, alcanzan su madurez y difusión a lo largo y ancho de la economía y la sociedad, dejando el paso a un nuevo ciclo.

La descripción de cada uno de esos ciclos largos (llamados de Kondratiev en honor al economista ruso que los descubrió empíricamente) permite visualizar el papel que tuvieron las empresas, los movimientos sociales, el Estado y las instituciones en general en la conformación del modo de producción imperante en cada revolución. Es posible identificar cinco de esas revoluciones: desde la primera revolución industrial pasando por la cuarta revolución de producción en masa fordista hasta la actual revolución digital.

En el cuadro que sigue se propone un esquema de esas cinco revoluciones tecnológicas “a la Kondratiev” y se agrega en la columna derecha otra periodización, muy conocida actualmente por la difusión del concepto “Industria 4.0”, desarrollada originariamente por Chandler y Von Tunzelmann.¹ Así mismo, se añade a este cuadro una sexta revolución tecnológica, llamada de Bioeconomía, que está actualmente en su fase de surgimiento sobre la base de la revolución digital y caracterizada por el desarrollo sustentable y las aplicaciones a la matriz productiva de la biotecnología y nanotecnología.

Cada revolución tecnológica se desarrolló originalmente en un país-núcleo el cual actuó como líder económico mundial en cada etapa. En la primera revolución industrial el núcleo fue Inglaterra, en la revolución de la producción en masa y en la digital, fue y es EE UU. Del núcleo se despliega completamente y se propaga a otros países. Aunque las oleadas de desarrollo que impulsan las revoluciones

¹ Esta periodización de las revoluciones tecnológicas muy difundida actualmente (a través del Foro Económico Mundial, la OCDE o los medios de prensa) agrupa los dos primeros ciclos Kondratiev en una primera revolución industrial y los dos segundos ciclos Kondratiev en una segunda revolución industrial. La tercera revolución industrial de Chandler es el quinto ciclo de Kondratiev y la cuarta revolución comprende el redespigamiento de la revolución digital a través de los avances de la inteligencia artificial, la nanotecnología y la biotecnología.



SEIS REVOLUCIONES TECNOLÓGICAS EN LA HISTORIA DEL CAPITALISMO

Fuente: "Automatización y empleo en Uruguay. Una mirada en perspectiva y en prospectiva". Dirección de Planificación, OPP, octubre 2017.

<http://www.opp.gub.uy/documentos-de-planificacion/item/1988-automatizacion-y-empleo-en-uruguay>

CICLOS LARGOS KONDRAIEV	Características básicas	Constelación de innovaciones técnicas y organizacionales	CICLOS LARGOS CHANDLER o VON TUNZELMANN
1era Revolución Tecnológica. Desde 1780	Insumo clave: hierro, Otros: algodón, carbón País líder: Inglaterra	Energía hidráulica Mecanización en la industria textil	1era Revolución Tecnológica
2da Revolución Tecnológica. Desde 1848	Insumo clave: hierro Otros: carbón País líder: Inglaterra Seguidores: Alemania, EE UU	Energía de vapor Mecanización de la industria y el transporte	
3era Revolución Tecnológica. Desde 1895	Insumo clave: acero Otros: cobre, metal País líder: EE UU y Alemania Seguidores: Inglaterra, Rusia	Electrificación de la industria, el transporte y los hogares Ingeniería pesada	2da Revolución Tecnológica
4ta Revolución Tecnológica. Desde 1940	Insumo clave: petróleo Otros: gas, materiales sintéticos País líder: EE UU Seguidores: Alemania y resto de Europa Producción en masa (fordismo) Consumo de masa Refinerías de petróleo Petroquímica Automóvil	Motorización del transporte, civil, economía y guerra Línea de ensamblaje	
5ta Revolución Tecnológica. Desde 1973	Insumo clave: Chips País líder: EE UU Seguidores: Europa y Asia Telecomunicaciones digitales (cable, fibra óptica, radio y satélite) Internet, correo electrónico y otros servicios electrónicos Redes eléctricas de fuente múltiple y uso flexible Red de transporte físico de alta velocidad	Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) Automatización Robotización Inteligencia Artificial Economía Digital	3era Revolución Tecnológica
6ta Revolución Tecnológica. Desde 2010	Insumo clave: ¿biomasa? País líder: ¿Europa? ¿China? Seguidores: ¿América Latina? Sostenibilidad ambiental; y, mitigación y adaptación al cambio climático Energías renovables Química verde Biorefinerías (Industria a partir de biomasa) Economía Circular	Bioeconomía Economía Verde Economía Digital	4ta Revolución Tecnológica



tecnológicas en el largo plazo son fenómenos mundiales, la propagación del cambio ocurre en forma gradual y se dirige desde el núcleo hacia la periferia. Por eso es que la participación en las distintas revoluciones tecnológicas de las economías periféricas, como es Uruguay, si bien ha sido desigual entre países, puede afirmarse que en todos los casos ha sido marginal.

Marcos Supervielle² revela algunas características del modelo de la producción en masa en Uruguay. Es bastante categórico al afirmar que en el país nunca existieron cadenas de montaje de tipo fordista ni trabajo taylorizado en sentido estricto. Aunque el carácter de oficio aparece como trabajo artesanal y, cuando se da en las empresas en el trabajo en relación de dependencia, aparece como un sucedáneo del trabajo taylorizado o fordista.

Sin embargo, la siguiente revolución a la fordista está adquiriendo una naturaleza diferente en la periferia. Un elemento que caracteriza a la revolución digital de sus predecesoras históricas es que éstas últimas tuvieron lugar sólo en unas pocas sociedades, y se difundieron en un área geográfica relativamente limitada, frecuentemente aislando espacial y temporalmente otras regiones del planeta. En contraste, esta revolución de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) se ha expandido por todo el mundo, entre mediados de los 1970 y mediados de los 1990, desplegando

una lógica de aplicación inmediata. Actualmente, la revolución de las TIC se encuentra en la fase más madura de difusión mundial y, de un redespiegue a partir de los avances de la automatización, robotización e inteligencia artificial. Las TIC se han transformado en uno de los principales vectores de innovación para el conjunto de los sectores verticales (salud, educación, administración de gobierno y sectores productivos), configurando así la Economía Digital. De esta manera representan un elemento clave de la transformación productiva.

Uruguay ha desarrollado un potente sector de software desde los años 1990 y está actualmente plenamente inserto en la Sociedad Digital³, aunque mucho menos en la Economía Digital. Esto último es así porque si bien se observa que desde hace algunos años la aplicación de nueva tecnología digital incorporada en bienes de capital ha modificado el proceso productivo en numerosos sectores productivos, sobre todo los industriales, y la automatización del trabajo se ha instalado en el mercado laboral uruguayo⁴, la innovación tecnológica a partir de la introducción de las TIC en la actividad productiva no se ha consolidado aún en una transformación de envergadura.

Finalmente, la sexta revolución, la de la Bioeconomía, aunque todavía no plenamente configurada, ya tiene algunas características sobresalientes.

Europa y China ya están liderando las inversiones productivas ligadas a esta revolución y se visualiza que los países de América Latina tengan grandes oportunidades, dada la base de recursos naturales renovables que esta revolución conlleva. Dichos recursos naturales estarán en el centro de los intereses geopolíticos si esta revolución se consolida y el cono sur de América Latina será una región estratégica a nivel mundial en este sentido.

Por ello, Uruguay tiene serias ventajas para lograr insertarse exitosamente en esta nueva revolución. La industrialización será el motor de desarrollo, aunque no sólo. Ésta será además necesariamente sostenible y basada en el aprovechamiento productivo de la biomasa y en el avance de la producción de energías de fuentes renovables, como la solar, la eólica y de biomasa. En realidad, lo que está sucediendo es que la distinción sectorial entre industria, servicios y agropecuaria se vuelve cada vez más anacrónica dada esta naturaleza multisectorial de la producción industrial.

No obstante, las cartas no están echadas. Todo depende de lo que logre hacer la industria uruguaya para generar ventajas competitivas en la nueva economía global. En ese marco, enfrenta dos opciones claras para el futuro: i. Continuar en el sendero histórico para integrarse al mundo como proveedor de alimentos y otros productos de base agropecuaria a las cadenas globales de valor existentes. Un esquema que ha servido en el pasado, pero que presenta claramente limitaciones de diversificación productiva y expectativas de bienestar hacia el futuro; ii. Planificar un nuevo rumbo pensado

2 "Las nociones de cultura de trabajo en Uruguay. Ensayo sociológico", en Cultura y Desarrollo en el Uruguay del siglo XXI, Revista de Ciencias Sociales, Departamento de Sociología, Vol. 30 - n° 41 - julio-diciembre de 2017.

3 Véase el Informe 2017 del Índice de Desarrollo de las TIC (IDI, por su sigla en inglés) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

4 Véase por ejemplo "Automatización y empleo en Uruguay. Una mirada en perspectiva y en prospectiva". Dirección de Planificación, OPP, octubre 2017.

desde la visión de la convergencia entre la Economía Digital y la Bioeconomía, aprovechando los recursos e inversiones que ya se tienen y que pueden servir de base para una nueva estrategia de inversiones y desarrollo.

Los rubros con más peso dentro de la industria⁵ pertenecen a los basados en recursos naturales renovables. En éstos ya se avanzó considerablemente en la segunda dirección, siendo el punto de partida la construcción histórica de las relaciones de la industria con el resto de los actores de la cadena de valor. Aunque todavía faltan pasos gigantes por dar.

La industria cárnica es un claro ejemplo de lo que se ha avanzado y de lo que queda por delante dentro de un sector de alimentos con acelerados cambios a nivel mundial y crecientemente dominado por grandes *retailors* que fijan las reglas de producción, venta y distribución. La trazabilidad de toda la cadena de valor opera tanto como una política sanitaria -que asegura el acceso a los mercados más exigentes-, como una plataforma de proyectos innovadores que, por ejemplo, permite combinar genómica con trazabilidad para lograr un mejoramiento genético animal que redunde en la competitividad del producto. No obstante, todavía falta hacer un uso innovador más intensivo de la plataforma y la aplicación de, por ejemplo, *big-data* a partir de los datos generados por la trazabilidad, encuentra aún obstáculos por vencer. Por otro lado, la economía

circular tiene mucho sentido dentro de esta industria. No hay parte del animal que no se valore actualmente, no solamente para alimentos sino para una variedad de productos, como medicamentos humanos, vacunas animales, dispositivos médicos, textil y cuero, alimento animal, fertilizantes y otros. Y queda un espacio inmenso para la innovación de productos. Obviamente hay todavía grandes problemas para resolver dentro de este paradigma como, por ejemplo, la huella hídrica del sector o las emisiones de metano del ganado.

Los otros rubros de la industria, no directamente basados en recursos naturales, tienen también su lugar clave dentro de este futuro pautado por la convergencia de las dos revoluciones tecnológicas mencionadas. En primer lugar, porque son los rubros más intensivos en trabajo, por lo que tienen un rol central en materia de generación de empleo de diferente grado de calificación. En segundo lugar, porque son el semillero de la creación de nuevas actividades y de nuevo tipo de trabajo, tanto las ligadas con el dinamismo de los recursos naturales como las que no lo son. Finalmente, porque también en estos rubros hay espacios enormes de innovación de producto y de proceso que involucran lo digital, la biotecnología, la nanotecnología o los nuevos materiales.

En suma, la industria uruguaya del futuro estará integrada con los servicios, muchos de ellos intensivos en conocimiento, y una parte importante lo estará también con la agropecuaria, igualmente involucrada en actividades del conocimiento. Los efectos de la automatización harán que el empleo

sea cada vez más cognitivo y todo lo productivo estará transversalizado por su impacto ambiental y la mitigación y adaptación al cambio climático. Es esperable, pues, que cada vez más las fuentes genuinas de crecimiento de la industria estén asociadas a la generación de conocimiento, por lo que el vínculo de la industria con la academia se transforma en este contexto en un factor de sobrevivencia futura. Finalmente, la actividad productiva estará cada vez más pautada por la resolución de objetivos conflictivos, por lo que también se hace imprescindible, sino vital, una fuerte colaboración público-privada.

5 Véase "Industria uruguaya: estructura y desempeño reciente", Pérez S. y Cantera V., Dirección de Estudios Económicos, Cámara de Industrias del Uruguay, 2o desayuno de Coyuntura Industrial, 1ero de diciembre de 2016.