

Análisis de las capacidades tecnológicas de Corea del Sur en electrónica y telecomunicaciones (1999-2019)¹

Analysis of South Korean Technological Capabilities in Electronics and Telecommunications (1999-2019)

DOI: 10.32870/mycp.v11i33.811

Humberto Merritt²

Resumen

Corea del Sur se transformó de una nación agraria en la década de 1970, a un país industrializado gracias al impulso de sus exportaciones tecnológicas. Las políticas industriales iniciadas en la década de 1980 prepararon la ruta para una economía basada en el conocimiento, donde las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se han convertido en el principal motor de la actividad innovadora en Corea. En este trabajo se examina la construcción de las capacidades tecnológicas del país mediante el análisis de las patentes solicitadas por el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT) en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones entre 1999 y 2019. Se concluye que el diseño de políticas de fomento a la innovación fue particularmente exitoso en las áreas de semiconductores, redes de comunicación, televisión y telefonía móvil.

Palabras clave: Corea, electrónica, capacidades tecnológicas, innovación industrial.

Abstract

South Korea transformed itself from an agrarian nation in the 1960s, to a highly industrialized country thanks to the governmental stimulus to technology exports. Industrial policies initiated in the 1980s paved the way to a knowledge-based economy, with information and communication technologies (ICT) becoming the main driver of innovative activity. This paper examines the construction of technological capabilities in this Asian nation by analyzing the patents filed through the Patent Cooperation Treaty in the field of electronics and telecommunications. Empirical evidence suggests that the design of policies to promote innovation was particularly successful in the areas of semiconductors, communication networks, TV and mobile telephony.

Keywords: Korea, electronics, technological capabilities, industrial innovation.

Artículo recibido el 10 de febrero de 2022 y dictaminado el 26 de abril de 2022.

1. Este trabajo se deriva del proyecto de investigación SIP-20210411, el cual ha sido financiado por el Instituto Politécnico Nacional.

Nota: el autor agradece las observaciones realizadas por tres revisores anónimos, las cuales contribuyeron a mejorar el documento final, pero que el propio autor los exime de cualquier error u omisión aún subsistentes, los cuales deben ser atribuidos exclusivamente a él.

2. Instituto Politécnico Nacional, CIECAS. Lauro Aguirre núm. 120, Col. Agricultura, C. P. 11360, CDMX, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3580-7325> Correo electrónico: hmerritt@ipn.mx



Introducción

Corea del Sur (Corea) ha logrado un desarrollo económico sin precedentes a lo largo de las últimas seis décadas, al pasar de ser una economía subdesarrollada y dominada por la agricultura, a una de las más prósperas del mundo (OECD, 2020). La mayor parte del notable despegue económico del país se deriva del proceso de industrialización que caracteriza su modelo de desarrollo (Kang et al., 2017). La gestión industrial ha sido eficaz para combinar los recursos nacionales existentes con el aprovechamiento de tecnología extranjera disponible a través de esquemas de inversión productiva y transferencias directas de conocimiento científico e industrial (Lee et al., 2013).

Para varios autores, la clave del extraordinario desarrollo coreano se encuentra en el acertado diseño de la política industrial que ayudó a absorber rápidamente la tecnología disponible, incluida la incorporada en instalaciones de producción, cuya fase inicial se implementó entre 1960 y 1980, y que corresponde con la primera etapa de industrialización del país (Holroyd, 2019; OECD, 2009; Oh & Larson, 2011). En esa fase Corea se concentró en afianzar su competitividad internacional vía el impulso a la manufactura de productos básicos, los cuales evolucionaron en sofisticación, calidad y precio en el tiempo (Oshima, 1986).

Sin embargo, el cambiante entorno, tanto interno como externo, en que participa la economía coreana le ha obligado a realizar ajustes frecuentes en su política industrial. Internamente, el paulatino desarrollo económico provocó que los salarios bajos dejaran de funcionar como arma competitiva. Además, al transformarse Corea en una nación cada vez más dinámica e industrializada se volvió inviable continuar con la dependencia técnica del exterior (Holroyd, 2019). A estas condiciones se unió el incremento de las presiones externas derivadas del reacomodo de la economía global en la década de 1990. La evaluación del impacto de estos factores llevó al gobierno de Corea a promover la generación de tecnología propia con alto valor agregado como un mecanismo viable para la obtención de divisas para el desarrollo (OECD, 2009). En este punto, Kang et al. (2020) argumentan que la trayectoria de desarrollo de la economía coreana estaba caracterizada por el sucesivo protagonismo de las industrias de bienes de consumo de baja tecnología orientadas al mercado nacional, por lo que el Gobierno decidió virar hacia la promoción de la innovación doméstica como una ruta deseable para el futuro de Corea. De esta manera el país seleccionó las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)

como la plataforma principal para el despegue económico y tecnológico del futuro inmediato (Frank, 2007; Hong et al., 2007).

La nueva política industrial de impulso a las TIC se enfocó en tres grandes áreas: 1) la investigación y desarrollo (I+D); 2) el fomento de los recursos humanos, y 3) la disponibilidad de capital de riesgo (Frank, 2007). Esta política se dirigió a tres objetivos: A) la creación de una infraestructura nacional de telecomunicaciones; B) la promoción de actividades industriales basadas en las TIC, incluido el desarrollo de capacidades de las industrias de soporte, y C) la introducción de mecanismos para fortalecer la competencia (OECD, 2014). Desde entonces, la política coreana de fomento a las TIC ha arrojado resultados extremadamente positivos para la economía del país, pues el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones sirvió de base para la operación de aplicaciones avanzadas en telefonía móvil, y con ellos el auge de contenidos digitales, colocando incluso a Corea en la avanzada del entretenimiento mundial (Holroyd, 2019; Jin, 2021).

En este trabajo analizamos el desarrollo de las capacidades industriales de Corea en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones entre 1999 y 2019 para identificar qué capacidades tecnológicas despuntaron más. Para tal efecto se revisa la evolución de las patentes solicitadas mediante el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT, por sus siglas en inglés) en la clase H (electrónica y telecomunicaciones) en el periodo señalado.

Finalmente, el trabajo está estructurado en seis secciones, incluyendo la introducción y las conclusiones. En la siguiente sección se analiza brevemente el desempeño exportador de Corea, proporcionando los elementos para entender el impacto de las TIC en esta área.

I. Revisión de los determinantes del desempeño exportador de Corea

Las políticas gubernamentales de fomento industrial se acrecentaron en la década de 1990, pero desde la década de 1970 las empresas coreanas buscaron diversificar sus líneas de productos con la intención de incrementar las exportaciones, logrando posicionarse como jugadores importantes en el plano mundial para inicios del siglo XXI (Merritt, 2010).

Sin embargo, en la primera etapa de su estrategia de desarrollo (hasta 1994), las principales exportaciones de Corea eran mayormente bienes tangibles (aparatos electrónicos, vehículos, barcos y maquinaria), mientras que los servicios estaban dirigidos al mercado doméstico principalmente (OECD,

2020). Pero para finales de la década de 2000 el gobierno surcoreano ajustó su estrategia, comenzando a promover las exportaciones de servicios mediante apoyos financieros e incentivos fiscales para cinco áreas específicas: 1) contenidos y medios digitales; 2) servicios sociales; 3) educación; 4) turismo, y 5) servicios médicos (Kang et al., 2017). En los servicios médicos, por ejemplo, el apoyo financiero gubernamental y la flexibilidad normativa ayudaron a convertir el turismo médico en una industria relevante para Corea al posicionarla en el sitio 14 de 46 destinos mundiales para la atención médica en 2021 (Medical Tourism Association [MTA], 2022).

En este contexto, es oportuno comentar el caso de las exportaciones coreanas asociadas a la cultura y el entretenimiento. Desde inicios del nuevo milenio, la denominada ola coreana (*hallyu*) se convirtió en un lucrativo negocio que ha vuelto rentables tanto los contenidos creativos como los bienes de consumo asociados a ella (Jin, 2021). Un representante sobresaliente del también llamado *K-pop* es el artista Psy, cuyo vídeo “Gangnam Style” se volvió una sensación de Internet, obteniendo en 2012 más de 1,500 millones de visitas en YouTube (Kim, 2013). Hoy en día, las exportaciones culturales coreanas incluyen música, telenovelas, películas y videojuegos, lo que explica el rápido aumento del valor de esta industria al pasar de 500 millones de dólares en la década de 2000, a más de cinco mil millones en 2013 (The Economist, 2014). Para Jin (2021), el auge de las exportaciones culturales coreanas está ligado a la competitividad desarrollada por las TIC al servir de plataforma para el consumo de estos bienes.

En tanto las exportaciones tecnológicas han sufrido altibajos, pues se vieron afectadas por las crisis financieras mundiales de 1997 y 2008. Si bien las exportaciones de bienes tecnológicos han crecido, los fabricantes chinos de teléfonos móviles han ido mejorando sus productos en sofisticación y precio, minando la participación de mercado de prominentes empresas coreanas como Samsung y LG (OECD, 2020).

Paradójicamente, la creciente complejidad de la tecnología coreana la ha vuelto más vulnerable en los mercados mundiales porque una parte sirve de insumo para fabricar otros productos tecnológicos, como los chips para los teléfonos inteligentes chinos, o las pantallas para las computadoras portátiles estadounidenses, de tal forma que si la demanda por estos electrónicos baja, también caen los pedidos en Corea (Cain, 2020).

Con todo, empresas como Samsung Electronics, LG Electronics, Hyundai y Daewoo resultan los mejores ejemplos del éxito industrial coreano al colo-

car exportaciones de bienes de alto valor agregado como semiconductores, pantallas, teléfonos móviles o automóviles (Seo et al., 2019).

Por último, la introducción frecuente de normas internacionales en telefonía digital, junto con la desregulación de los servicios de telecomunicaciones, han contribuido a posicionar la industria coreana de equipos de telecomunicaciones en la vanguardia de la innovación global (Cain, 2020; Oh & Larson, 2011). Para revisar la evolución de las exportaciones tecnológicas de Corea, en la tabla 1 se exhiben datos de las exportaciones totales de mercancías y de manufacturas para todo el mundo, y para este país, de 1999 a 2020.

Como se observa al final de la tabla 1, las tasas medias de crecimiento anual compuesto (TMCAC) de las exportaciones de Corea, tanto totales como de manufacturas, son más altas que las del mundo en su conjunto. Las participaciones también difieren porque en 2020 las manufacturas representaron casi el 90% de las exportaciones de Corea, mientras que para el mundo representaron el 68.1%. Los datos confirman la fuerte vocación exportadora de Corea, donde las exportaciones de bienes electrónicos y de telecomunicaciones son además muy relevantes (WTO, 2021).

No obstante, los últimos dos años no han sido sencillos porque la pandemia de covid-19 detuvo casi todas las actividades productivas, obligando al mundo (y a Corea) a implementar medidas muy estrictas de contención, tales como el encierro forzado de la población, situación que colapsó el comercio global (Merritt, 2021).

Pero también hubo oportunidades comerciales, pues el aislamiento forzado dio pie a un aumento inusitado en la demanda de bienes relacionados con el combate a la pandemia, como productos médicos, mascarillas y medicamentos, ocasionando además un incremento en el consumo de productos electrodomésticos, televisores, computadoras y suscripciones a servicios digitales de entretenimiento, lo que contribuyó a paliar los negativos efectos económicos y sociales de la covid-19 en Corea (WTO, 2021).

Con la finalidad de entender la magnitud e importancia económica de los bienes tecnológicos para Corea, en la figura 1 se muestran las exportaciones entre 1999 y 2020 de los siguientes tres bienes tecnológicos: 1) equipos electrónicos de procesamiento de datos y de oficina (EEPDO); 2) equipos de telecomunicaciones (ET), y 3) circuitos integrados y componentes electrónicos (CICE). La intención es iniciar el análisis de los elementos que explican el despunte de la competitividad tecnológica coreana en este sector tecnológico.

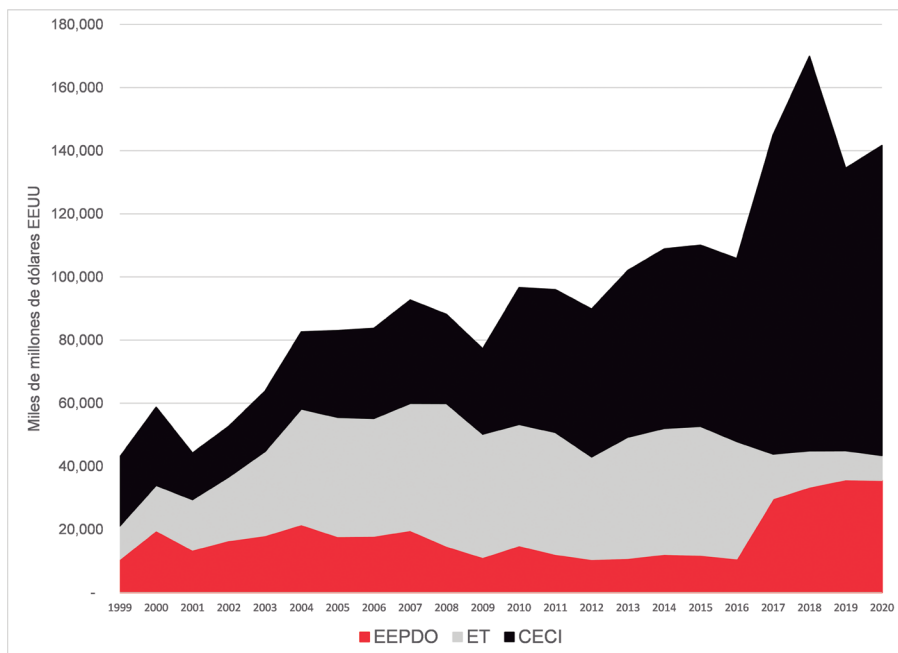
Tabla 1
Exportaciones de manufacturas y totales: 1999-2020
(Miles de millones USD)

Año	Mundo		Corea	
	Totales	Manufacturas	Totales	Manufacturas
1999	5,719.4	4,260.1	143.7	128.7
2000	6,454.0	4,689.5	172.3	154.9
2001	6,196.4	4,512.7	150.4	135.5
2002	6,500.7	4,751.6	162.5	148.8
2003	7,590.8	5,501.4	193.8	177.7
2004	9,222.6	6,624.6	253.8	231.1
2005	10,510.3	7,302.7	284.4	258.2
2006	12,131.4	8,264.0	325.5	290.1
2007	14,032.0	9,533.2	371.5	330.4
2008	16,170.5	10,475.8	422.0	365.0
2009	12,565.1	8,379.7	363.5	322.5
2010	15,304.0	9,988.9	466.4	411.5
2011	18,343.1	11,518.9	555.2	473.3
2012	18,513.5	11,502.9	547.9	462.6
2013	18,968.5	11,859.1	559.6	480.7
2014	19,010.1	12,287.2	573.1	495.4
2015	16,560.8	11,226.7	526.8	470.7
2016	16,046.3	11,030.4	495.4	444.6
2017	17,746.6	12,006.4	573.7	511.4
2018	19,559.1	13,010.0	604.9	529.0
2019	19,019.0	12,750.0	542.2	473.2
2020	17,618.9	12,130.9	512.5	458.2
TMCAC	5.5	5.1	6.2	6.2

Notas: TMCAC: tasa media de crecimiento anual compuesto. n. d. no disponible.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de WTO Stats (2021). <https://stats.wto.org/>

Figura 1
Corea: exportaciones de bienes tecnológicos: 1999-2020
(Miles de millones USD)



Notas: EEPDO: equipos electrónicos de procesamiento de datos y de oficina. ET: equipos de telecomunicaciones. CICE: circuitos integrados y componentes electrónicos.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de WTO Stats (2021). <https://stats.wto.org/>

De la figura anterior se desprende que la exportación de circuitos integrados y componentes electrónicos (CICE) ha venido ganando importancia desde 2005, mientras que los equipos de telecomunicaciones (ET) la han perdido.

Un análisis reciente de la evolución de la red de comercio mundial en valor agregado confirma el ascenso de Corea como potencia tecnológica, y particularmente en este campo. De acuerdo con Fujii-Gamero et al. (2021), desde 2005 Corea pasó a formar parte de los principales países exportadores de manufacturas, al que también se integró China; posicionándose esta última incluso en el primer lugar en todas las clases de exportaciones, desplazando a Estados Unidos, Alemania y Japón, antaño ocupantes de las posiciones de liderazgo. Estos autores señalan que el peso de China es particularmente

importante en las exportaciones manufactureras de tecnología alta y baja, afirmando que los cambios son similares en las manufacturas intensivas en recursos naturales, ya que China ha ido consolidando su dominio ahí también, mientras que Corea ha ganado presencia, pero Francia, Gran Bretaña e Italia, que en 1995 dominaban este grupo, actualmente han perdido competitividad en él (Fujii-Gambero et al., 2021).

II. La construcción de las capacidades tecnológicas de Corea en TIC

De acuerdo con Taalbi (2019), en los últimos 50 años las innovaciones en el sector de las TIC muestran un patrón con dos grandes repuntes. El primero se produjo después de la crisis mundial del petróleo de la década de 1970, culminando a mediados de la década de 1980. El segundo repunte comenzó a principios de la década de 1990, finalizando a mediados de la década de 2000. En conjunto estos repuntes han representado un importante cambio tecnológico que nació del aprovechamiento de los avances en microelectrónica. Durante la primera etapa, la innovación de las TIC se plasmó en nuevos sistemas de control, como maquinaria asistida por computadora y equipos de automatización y control, que fueron desarrollados principalmente para la automatización de la industria. Las innovaciones del segundo auge se presentaron principalmente en las telecomunicaciones y el *software*. Siguiendo a Taalbi, el origen del segundo repunte nació de los desequilibrios que aparecieron por el rápido desarrollo de Internet y la concomitante necesidad de construir una infraestructura apropiada de telecomunicaciones para soportar el crecimiento de dicha red.

En cierta forma, la fortaleza tecnológica de Corea en las TIC surgió de la creación de su industria electrónica a finales de la década de 1960 cuando las empresas extranjeras desempeñaban un papel importante en el sector (Pecht et al., 1997). En aquellos años, las compañías foráneas representaban un tercio de la producción doméstica de electrodomésticos y más de la mitad de las exportaciones de Corea, hasta que las restricciones a la inversión extranjera forzaron el retiro de algunas empresas, con la consecuente disminución en los flujos de negocio (Frank, 2007).

A raíz de estas acciones, los grupos empresariales coreanos (llamados *chaebols*) se convirtieron en los principales impulsores de la industria electrónica, haciéndola crecer mediante convenios de acceso a tecnología extranjera como equipos y componentes de capital internacional, empresas conjuntas,

licencias y contratos con fabricantes de equipos originales (OEM, por sus siglas en inglés). Dado que la capacidad innovadora local era muy limitada, el Estado tuvo que apoyar el desarrollo de la industria a través de acciones coordinadas de política comercial, política de inversiones, política industrial y política de I+D (Choung et al., 2003; Hobday, 1998; Oshima, 1986).

Asimismo, la instrumentación de incentivos fiscales y tasas bajas de interés facilitaron que las empresas invirtieran recursos en la absorción de tecnología, la innovación y en buscar nuevos mercados de exportación. En esta etapa el Gobierno fue un factor clave al ayudar a expandir las capacidades en I+D, aportando el 70% del gasto para facilitar la absorción de tecnología de vanguardia. Una vez que las empresas pudieron acrecentar sus capacidades tecnológicas, lograron competir eficazmente en el mercado mundial de las TIC (Michell, 2010).

Para la siguiente etapa, la colaboración entre universidades, institutos públicos de investigación y sector privado contribuyó a la generación doméstica de conocimiento de punta (Park, 2013). Se debe precisar que las universidades coreanas han sido un pilar fundamental para la producción y diseminación del conocimiento tecnológico dentro del sistema de innovación coreano, que también se caracteriza por la fortaleza de los vínculos universidad-industria-centros públicos de investigación (OECD, 2009).

En este tema, el Instituto de Investigación en Electrónica y Telecomunicaciones (ETRI, por sus siglas en inglés) ha sido fundamental para el despegue del sector al diseñar, proponer y contribuir con las normas internacionales en telecomunicaciones, reforzando las capacidades de generación de propiedad intelectual mediante investigaciones de frontera, llevando a Corea al nivel relevante que actualmente posee (Seo et al., 2019).

Un caso interesante es el de estándares internacionales en telefonía móvil, donde el ETRI fue uno de los principales creadores de la tecnología CDMA, que es un desarrollo tecnológico en cooperación con la empresa Qualcomm de Estados Unidos, y que facilitó la entrada de fabricantes coreanos al mercado estadounidense (Chung & Lee, 1999).

La instrumentación conjunta de políticas industriales, comerciales, fiscales y de protección a la propiedad intelectual que Corea llevó a cabo en las postrimerías del siglo XX trajo como resultados la creación de una infraestructura básica de telecomunicaciones competitiva, mayor rivalidad entre oferentes de telecomunicaciones y una fuerza de trabajo sumamente calificada.

La combinación de políticas públicas y de mercado ha sido una característica del milagro coreano de las TIC (Park, 2013).

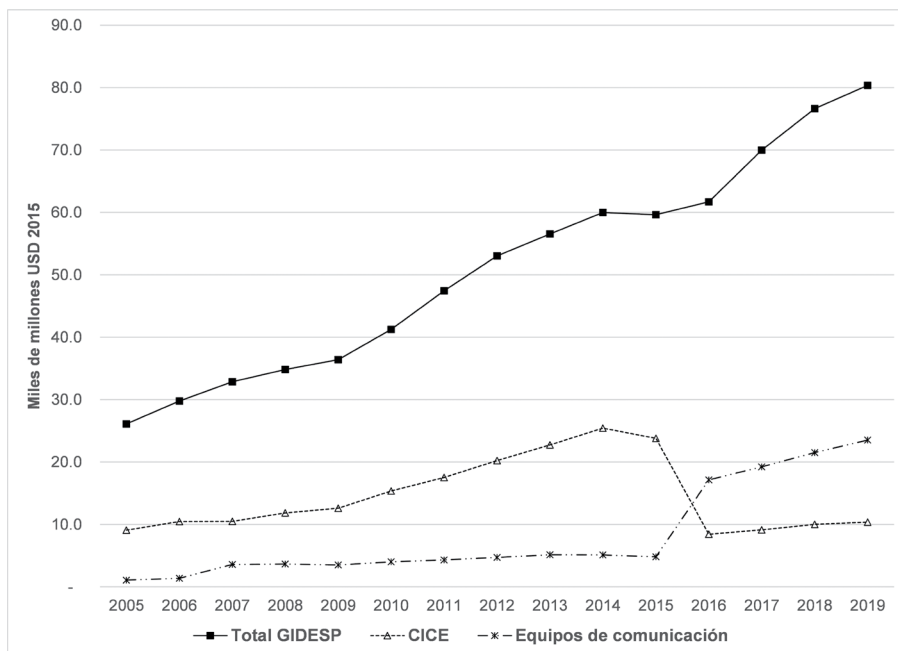
Una de las empresas que indudablemente personifica la transformación del sector coreano de las TIC es Samsung Electronics, actualmente líder mundial en la fabricación de semiconductores, en particular memorias DRAM y flash, pantallas de cristal líquido (LCD), teléfonos móviles y aparatos digitales como televisores de pantalla plana de última generación (Cain, 2020). Su trayectoria es paradigmática al pasar de ser un ensamblador de televisores en blanco y negro en la década de 1960, a líder del mercado de las DRAM para mediados de la década de 1990. La clave está en el aprovechamiento de la tecnología extranjera disponible, junto con un agresivo plan de negocios enfocado en la conquista de mercados extranjeros. No obstante, en sus inicios Samsung era más seguidor que innovador, incluso hasta bien entrada la década de 1980 (Yoo & Kim, 2015).

Para el nuevo milenio se produjeron tres grandes cambios que llevaron a la empresa a revalorar su estrategia: 1) una mayor competencia en el segmento inferior del mercado debido a la llegada de fabricantes chinos de bajo costo que aprovecharon las redes globales de producción para competir contra Samsung y los fabricantes japoneses; 2) la progresiva liberalización del mercado doméstico al comercio e inversión, y 3) el reajuste del sistema mundial de aranceles en los mercados de exportación (Michell, 2010).

Los cambios hicieron que Samsung pusiera mayor énfasis en la tecnología de alto valor para eficientar sus redes de abastecimiento, distribución y producción a nivel mundial y elevar su participación en mercados internacionales. Así, Samsung ahora cuenta con instalaciones de investigación en Europa, Estados Unidos, Japón, Rusia, India y China. Posee plantas en 12 países y presencia en todas las regiones del mundo (Cain, 2020).

Pero la raíz del sorprendente desarrollo industrial y tecnológico de Corea está en el incremento del gasto del sector privado en investigación y desarrollo. La figura 2 muestra la evolución de las tres fuentes más importantes de este tipo de egreso entre 2005 y 2019: 1) gastos (totales) en investigación y desarrollo experimental del sector productivo (GIDESP); 2) gastos en I+D de circuitos integrados y componentes electrónicos (CICE), y 3) gastos en equipo de comunicación.

Figura 2
Gastos del sector productivo coreano en I+D: 2005-2019
(Miles de millones de USD)



Notas: los acrónimos son: GIDESP: gastos (totales) en investigación y desarrollo experimental del sector productivo. CICE: gastos en I+D de circuitos integrados y componentes electrónicos. Fuente: OECD.Stat (2021). *Business enterprise R&D expenditure by industry*. https://stats.oecd.org/index.aspx?datasetcode=msti_pub

De la figura 2 se desprende que los gastos en I+D del sector productivo coreano han crecido más de 300% en los 15 años que se presentan, aunque los gastos para circuitos integrados y componentes electrónicos dejaron de crecer en 2014, disminuyendo drásticamente después debido a la madurez del sector. En el caso de los equipos de comunicación, el comportamiento fue muy estable hasta 2015, para crecer mucho en 2016, manteniendo una tasa más moderada hasta la fecha. La tabla 2 expande el análisis de estos comportamientos al desglosar las participaciones de nueve sectores seleccionados en el total de los gastos del sector productivo en investigación y desarrollo para el periodo 2014-2019.

Tabla 2
Participación de los gastos coreanos en I+D
por sectores seleccionados: 2014-2019

<i>Rubro</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>
Equipos de comunicación (%)	8.5	8.1	27.8	27.5	28.1	29.3
Componentes y circuitos electrónicos (%)	42.4	39.9	13.7	13.1	13.1	12.9
Productos electrónicos de consumo (%)	0.4	0.4	7.5	8.8	8.5	6.5
Actividades editoriales (%)	2.8	2.7	2.6	2.7	3.0	3.1
Edición de programas informáticos (%)	2.8	2.7	2.5	2.6	2.9	3.1
Instrumentos y aparatos de medida (%)	0.9	0.8	0.8	1.2	1.1	1.2
Programación, consultoría y conexos (%)	0.39	0.43	0.82	0.64	0.60	0.64
Telecomunicaciones (%)	0.86	0.74	0.68	0.56	0.51	0.61
Computadoras y equipos periféricos (%)	0.40	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40
Total GIDESP (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Total GIDESP (miles de millones USD)	60.0	59.6	61.7	70.0	76.6	80.3

Notas: datos como porcentaje (%) del total GIDESP. Gastos en investigación y desarrollo experimental del sector productivo (miles de millones de USD).

Fuente: OECD.Stat (2021). *Business enterprise R&D expenditure by industry*. https://stats.oecd.org/index.aspx?datasetcode=msti_pub

A partir de la información anterior se observa que casi la mitad de los gastos ejercidos en 2019 se concentraron en los equipos de comunicación (29.3%), los componentes y circuitos electrónicos (12.9%), mientras que solamente el 6.5% fue para los productos electrónicos de consumo. Los datos apuntan a que los tres sectores son generadores intensivos de conocimiento para Corea, como se verá más adelante.

III. Metodología

En este trabajo se examina la construcción de las capacidades tecnológicas de Corea del Sur mediante el análisis histórico de las patentes solicitadas por los residentes de esta nación mediante el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT) en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones entre 1999 y 2019. El enfoque metodológico es esencialmente cualitativo, al basarse en la revisión de los indicadores de patentes en el periodo citado.

La justificación de este enfoque radica en que las patentes son un indicador clave de la innovación porque reflejan el rendimiento inventivo de países,

regiones, tecnologías y empresas (WIPO, 2019). Además, las patentes sirven para medir el nivel de difusión del conocimiento entre áreas tecnológicas, así como el nivel de internacionalización de las actividades innovadoras. De esta forma, las patentes ofrecen datos directos sobre los resultados de la I+D, su productividad, estructura y el desarrollo de una tecnología (o industria) específica (OCDE, 2009).

Una característica adicional del sistema de patentes es que concede y hace valer derechos privados temporales exclusivos, transferibles y licenciables sobre las invenciones, lo cual acrecienta el nivel de conocimiento general al aportar soluciones a problemas (en su mayoría) técnicos en el ámbito de los productos y los procesos a cambio de la divulgación de la invención al público a un nivel que pueda ser comprendido por un experto en la materia (Guellec & van Pottelsberghe, 2007; OCDE, 2009).

Si bien el uso de indicadores basados en patentes para medir la innovación es ampliamente aceptado, es preciso señalar que su aplicación como instrumento analítico presenta tanto ventajas como desventajas, como se detalla en la tabla 3.

Tabla 3
Ventajas y desventajas del uso de patentes
como indicadores de la innovación

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Estrecho vínculo con la invención	El valor de las patentes no es uniforme
Cubren una amplia gama de tecnologías sobre las que a veces son la única fuente	Muchas patentes no terminan en usos industriales
Los documentos de patentes informan sobre el solicitante, el inventor, la clase tecnológica y las reivindicaciones	No todas las invenciones se patentan, y algunos inventores prefieren el secreto industrial como protección
Los datos son fácilmente accesibles en las oficinas de patentes y buscadores	La propensión a patentar difiere entre países y sectores

Fuente: elaboración propia basado en Guellec & van Pottelsberghe, 2007.

Para los efectos de este trabajo se restringió la información recolectada a las patentes solicitadas por residentes coreanos en electrónica y telecomunicaciones (TIC), porque Corea se ha colocado como líder mundial en los últimos 20 años. La intención es comprobar si la proporción de patentes de TIC solicitadas como porcentaje del total solicitado mediante el Tratado de

Cooperación en Materia de Patentes (PCT) corrobora el adelanto registrado en las exportaciones tecnológicas de Corea.

En particular, las solicitudes corresponden al PCT y las familias de patentes que comprende, las cuales se adhieren a la clasificación internacional de patentes (CPC) para las TIC. Para atender el enfoque de esta investigación se consideraron solamente las 51 tecnologías clasificadas bajo el rubro de electricidad (categoría H), como lo reporta la oficina de patentes y marcas de Estados Unidos.³

La ventaja de seleccionar la categoría H es que los indicadores están referidos por la titularidad transfronteriza de las patentes, la cual refleja los flujos internacionales de conocimientos desde el país inventor a los países solicitantes y las colaboraciones internacionales en el proceso inventivo, que se registran por la participación fraccional en las patentes solicitadas (Dernis et al., 2001).

IV. Recopilación de datos: el mecanismo de patentamiento tecnológico

Se ha señalado que Corea ha avanzado enormemente durante los últimos 20 años. La reconfiguración de su estructura industrial le ha llevado de tener un sistema de producción en masa (que requiere mano de obra), a industrias que requieren conocimiento, como la electrónica y las telecomunicaciones (Choi et al., 2020; Holroyd, 2019).

Actualmente Corea presenta logros notables en la generación, desarrollo y aplicación de tecnología de frontera en semiconductores, circuitos integrados, equipos y redes de comunicación, pantallas digitales, teléfonos móviles, automóviles y dispositivos electrónicos inteligentes (Choi & Park, 2016; Kang et al., 2020; Seo et al., 2019).

Este avance lo prueba la trayectoria de patentamiento de Corea en el mundo. En los últimos 20 años el aumento fue mayor en el área de bienes de consumo, donde su participación se quintuplicó en sólo una década. Si bien los campos de la electricidad y la electrónica han sido sus áreas más fuertes, Corea también ha mejorado en otras áreas como los instrumentos o la ingeniería de procesos (Kang et al., 2020).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, por sus siglas en inglés), de las cinco primeras oficinas de patenta-

3. Disponible en <https://www.uspto.gov/web/patents/classification/cpc/html/cpc.html>

miento en el mundo: Japón, Estados Unidos, Europa (OEP), Corea y China; la OEP y Corea han experimentado aumentos cada año desde principios de la década de 1980, al igual que China desde 1995, lo que coloca a la República de Corea como un líder importante en patentes (WIPO, 2019).

El PCT comprende un procedimiento internacional para iniciar la solicitud de patentes, donde el inventor debe presentar una aplicación a la WIPO con una lista de países en los que estaría dispuesto a validar la solicitud. Posteriormente, una de las oficinas de patentes designadas por WIPO, denominada Administración de Búsqueda Internacional (ISA, por sus siglas en inglés) se encarga de revisar esta solicitud. La lista de organismos que forman la ISA incluye la Oficina Europea de Patentes (OEP), la de Estados Unidos (USPTO) y la de Japón (JPO). El procedimiento del PCT es un paso intermedio entre la solicitud de prioridad y la presentación de la protección de la patente en el extranjero, pero amplía la protección potencial que otorga el derecho de prioridad a un periodo de 30 meses. Durante ese lapso, el solicitante tiene que decidir en qué países (de los casi 130 Estados signatarios de 2006) ejercerá o no sus derechos. Sin embargo, el examen y la concesión son responsabilidad de la oficina nacional respectiva (Guellec & van Pottelsberghe, 2007).

Debido a su eficiencia y rentabilidad, el procedimiento PCT ha tenido mucho éxito entre los inventores solicitantes de patentes, por lo que aquí se aprovechan las estadísticas del PCT proporcionadas por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) para evaluar la trayectoria de patentamiento de Corea entre 1999 y 2019. La base de datos se construyó a partir del recuento del total de patentes registradas en PCT, incluyendo el total general de patentes, el total de patentes por categoría (clase) y el total de patentes solicitadas por inventores residentes de Corea de 1999 a 2019. La fuente es la página de estadísticas de ciencia y tecnología de la OCDE.⁴ La discusión de los resultados del análisis se realiza a continuación.

V. Discusión: la trayectoria del patentamiento de Corea en electrónica

Como se señaló en la sección metodológica, los datos utilizados para revisar la trayectoria tecnológica de Corea comprenden los recuentos del total de patentes registradas en PCT, incluyendo el total general de patentes, el total

4. OECD.Stat (2021). Disponible en https://stats.oecd.org/index.aspx?datasetcode=msti_pub

de patentes por categoría (clase) y el total de patentes solicitadas por inventores residentes de Corea de 1999 a 2019. La fuente es la OECD.Stat (2021).⁵

Los indicadores del PCT, y las familias de patentes que comprende, se adhieren a la Clasificación Internacional de Patentes (CPC) para las TIC, en cuyo caso comprende las 51 tecnologías clasificadas bajo el rubro de electricidad (categoría H), como lo reporta la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO, 2021). Los indicadores están referidos por la titularidad transfronteriza de las patentes, la cual refleja los flujos internacionales de conocimientos desde el país inventor a los países solicitantes y las colaboraciones internacionales en el proceso inventivo. Es importante hacer notar que los indicadores suelen registrar una participación fraccional en las patentes solicitadas, dependiendo del grado de contribución nacional de los promoventes (Dernis et al., 2001). Las tablas siguientes resumen el análisis de los datos recolectados bajo el criterio de fecha de solicitud al PCT por los inventores residentes en Corea.

La tabla 4 presenta los datos generales de las solicitudes de patentes realizadas por los inventores residentes en Corea bajo el sistema PCT de 1999 a 2019, tanto a nivel general como para la clase H (electricidad). La tabla presenta, además del total de solicitudes en ambas categorías, la participación de los inventores coreanos en los totales de ambas categorías.

5. Disponible en https://stats.oecd.org/index.aspx?datasetcode=msti_pub

Tabla 4
Patentes solicitadas vía PCT por residentes de Corea: 1999-2019

Año	Total de solicitudes			Solicitudes clase H		
	Corea	Total	(%)	Corea	Total	(%)
1999	804.8	72,374.0	1.11	219.4	12,630.5	1.74
2000	1,395.0	88,776.0	1.57	311.1	16,530.6	1.88
2001	2,072.7	103,484.0	2.00	418.7	19,851.7	2.11
2002	2,299.9	105,772.0	2.17	519.2	20,475.0	2.54
2003	2,693.2	110,062.0	2.45	555.3	20,252.6	2.74
2004	3,415.7	120,278.0	2.84	953.8	22,899.9	4.17
2005	4,381.4	134,262.0	3.26	1,399.4	26,242.5	5.33
2006	5,541.5	146,991.0	3.77	1,933.9	30,828.0	6.27
2007	6,583.6	157,119.0	4.19	2,287.6	33,736.0	6.78
2008	7,489.1	160,103.0	4.68	2,732.8	35,206.3	7.76
2009	7,558.1	152,266.0	4.96	2,663.0	34,833.8	7.64
2010	9,095.1	160,816.0	5.66	3,143.3	38,325.7	8.20
2011	9,780.0	178,602.0	5.48	3,413.8	43,490.3	7.85
2012	11,077.8	190,864.0	5.80	3,760.5	46,760.6	8.04
2013	11,758.8	200,176.0	5.87	4,101.5	49,045.0	8.36
2014	12,462.0	209,103.0	5.96	4,375.9	49,144.0	8.90
2015	13,773.7	211,550.0	6.51	4,625.9	49,704.3	9.31
2016	14,798.7	225,454.0	6.56	4,856.2	53,242.1	9.12
2017	14,973.1	236,365.0	6.33	4,710.7	55,863.7	8.43
2018	16,123.8	244,774.0	6.59	5,185.1	57,561.2	9.01
2019	16,705.3	234,392.0	7.13	5,685.3	55,379.0	10.27
Totales	174,783.4	3'443,583.0	5.08	57,852.5	772,002.5	7.49

Nota: las cifras corresponden a las solicitudes presentadas por residentes de Corea en el rubro respectivo, e indican la participación fraccional de Corea en ese rubro.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de OECD.Stat (2021). https://stats.oecd.org/index.aspx?datasetcode=msti_pub

De la tabla 4 se observa que la participación de los inventores residentes de Corea en las solicitudes de patentes vía el mecanismo PCT, tanto para el total como para la clasificación de invenciones en electricidad, ha venido aumentando de forma consistente desde 1999. Este patrón sugiere una estrecha relación entre el desempeño comercial de Corea y su actividad inventiva, el cual se refleja en un dinamismo innovador creciente (al menos desde el punto de vista de la vocación hacia el patentamiento).

Si bien el comportamiento general de patentamiento de Corea es notable, el análisis particular de las 51 tecnologías incluidas en la clasificación CPC de electricidad, demuestra que los inventores residentes de ese país tienen una participación más activa en un grupo relativamente reducido dentro de estas 51 tecnologías. La tabla 5 presenta solamente las 10 tecnologías con mayor nivel de solicitudes acumuladas en el mecanismo PCT desde 1999 hasta 2019.

Tabla 5

Las 10 principales tecnologías protegidas vía PCT por Corea: 1999-2019

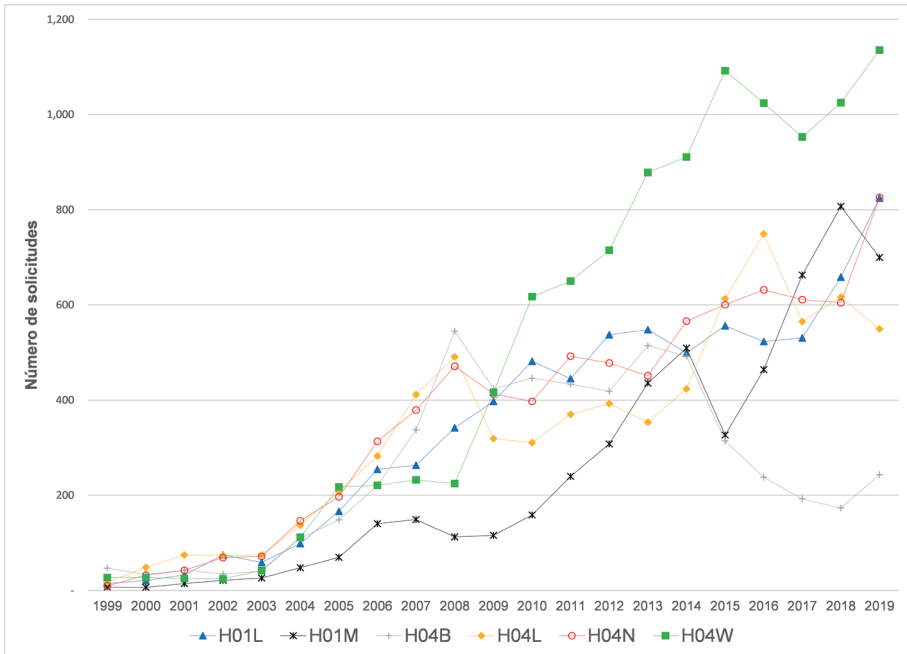
<i>Clase</i>	<i>Descripción</i>	<i>Corea</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
H04W	Redes de comunicación inalámbricas	10,569.8	110,142.4	9.6
H04N	Televisión	7,800.5	69,697.7	11.2
H01L	Semiconductores de estado sólido	7,327.9	109,477.7	6.7
H04L	Transmisión de información digital	7,081.2	116,721.8	6.1
H04B	Transmisión de señales	5,448.4	39,190.9	13.9
H01M	Baterías	5,321.4	45,483.2	11.7
H02J	Almacenamiento de energía eléctrica	1,330.1	18,068.7	7.4
H04M	Comunicación telefónica	1,318.2	20,991.9	6.3
H01Q	Antenas	1,093.2	14,417.7	7.6
H05B	Fuentes de luz eléctrica	1,088.1	17,244.6	6.3

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de OECD.Stat (2021). https://stats.oecd.org/Index.aspx?datasetcode=msti_pub

En la tabla 5 se observa que las tecnologías relativas a las redes de comunicación inalámbrica son las de mayor interés para los inventores de Corea. Esta tecnología es importante porque es el soporte para establecer la comunicación vía *wifi* de la mayoría de las redes domésticas. Las demás tecnologías también muestran un nivel muy significativo que confirma la preponderancia de empresas como Samsung y LG en los mercados internacionales de televisores, teléfonos móviles, semiconductores y recientemente de baterías, con tasas muy elevadas de crecimiento, como lo indica la figura 3.

Figura 3

Solicitudes de patentes de Corea vía PCT en seis tecnologías: 1999-2019



Notas: H01L: semiconductores de estado sólido; H01M: baterías; H04B: transmisión de señales; H04L: transmisión de información digital; H04N: televisión; H04W: redes de comunicación inalámbricas.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de OECD.Stat (2021). https://stats.oecd.org/index.aspx?datasetcode=mssti_pub

El análisis más detallado de la figura 3 muestra que las solicitudes de patentes en el área de redes de comunicación inalámbricas (H04W) han subido de forma sostenida desde 2008, lo que coincide con la entrada al mercado de los teléfonos inteligentes (*smartphones*), los cuales son altamente dependientes de la comunicación inalámbrica. La segunda tecnología con mayor alza es la de baterías (H01M), aunque con caídas en 2015 y 2019. Las demás tecnologías (semiconductores-H01L, transmisión de información digital-H04L y televisión-H04N), con excepción de la de transmisión de señales (H04B), muestran un incremento estable, sugiriendo que siguen siendo importantes en el desarrollo tecnológico de Corea, pero que probablemente se están adaptando a los ritmos de innovación mundial.

Es oportuno anotar que el conjunto de estadísticas disponibles indica que el ascenso de China es aún mayor que el de Corea en casi todos los campos mencionados; sin embargo, el análisis de la trayectoria tecnológica de China no está en los propósitos de este trabajo, aunque sería indudablemente un tema interesante de investigación. En cualquier caso, es pertinente subrayar que la trayectoria tecnológica de estas dos naciones asiáticas parece converger en el área de las TIC.

Conclusiones

El desarrollo económico, científico y tecnológico de Corea se muestra en su notable transformación de una sociedad mayoritariamente agraria en la década de 1960, a un país completamente industrializado en la actualidad gracias a la agresiva inversión en investigación y desarrollo que impulsó el aumento de las exportaciones de alto valor.

La revisión frecuente de reformas comerciales y económicas que fueron implementadas por el gobierno coreano a lo largo del tiempo, llevaron a fuertes ajustes a principios del nuevo siglo para pavimentar la evolución de Corea en una verdadera “economía basada en el conocimiento” (OECD, 2020).

Una de las claves del éxito de Corea se encuentra en el diseño efectivo y oportuno de políticas públicas que han dado lugar a mayores incentivos para la I+D y la innovación en la industria de las TIC. Se descubre que el diseño de estas políticas fue efectivo al comprobar que coincidieron con un periodo de profundos cambios en la economía mundial derivados de la incesante ola de innovaciones en el campo de las telecomunicaciones, que condujeron al rápido crecimiento del sector coreano de las TIC.

Como resultado de esta favorable conjunción de factores, el sistema de innovación de Corea se está integrando cada vez más profundamente con el sistema global de innovación en varios niveles, desde la I+D, la producción y las ventas de productos tecnológicos, hasta la provisión de servicios de entretenimiento y diversión que están colocando a la cultura coreana en la cúspide de la atención mundial.

El trabajo se enfocó en dilucidar el origen de este fenómeno a partir del análisis de la trayectoria de patentamiento de los inventores coreanos en un periodo relativamente largo (20 años). El método elegido consistió en examinar las capacidades tecnológicas del país a través del análisis de las patentes

solicitadas por el Tratado de Cooperación de Patentes (PCT) en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones entre 1999 y 2019.

La evidencia empírica obtenida permite afirmar que Corea, por medio de sus empresas líderes, ha sido capaz de construir un notable poderío comercial mediante una tasa creciente de innovación en segmentos tecnológicos clave, como los semiconductores, las redes de comunicación, la fabricación de televisores y la telefonía móvil.

El seguimiento de la evolución de estas capacidades sugiere que el reajuste de las prioridades industriales promovidas por el Gobierno de Corea a principios del nuevo siglo indudablemente incentivó este fortalecimiento. Las áreas más beneficiadas fueron las redes de comunicación inalámbricas (categoría H04W), incremento que coincidió de manera afortunada con la aparición y auge de los teléfonos inteligentes (*smartphones*), aumentando así las ventajas competitivas de las empresas coreanas en este sector.

La evidencia empírica también indica que la tecnología de almacenamiento en baterías (categoría H01M) ha venido mostrando signos crecientes de patentamiento, al igual que los semiconductores (H01L), la transmisión de información digital (H04L) y la televisión (H04N). Todas las cuales demuestran que están siendo importantes en el desarrollo tecnológico de Corea, aunque probablemente pronto tendrán que adaptarse a los ritmos de innovación mundial que está marcando China en este sector.

Es nuestra convicción que este trabajo contribuye al entendimiento del rol que desempeña el diseño de políticas de fomento a la innovación, especialmente para la promoción de oportunidades tecnológicas en áreas tan dinámicas como la electrónica y las telecomunicaciones. Es de esperar que el modelo coreano de desarrollo industrial y tecnológico pueda servir de ejemplo para países que, como México, aún tienen potencial para transitar por la avenida del desarrollo de capacidades tecnológicas propias.

Referencias

- Cain, G. (2020). *Samsung Rising: The Inside Story of the South Korean Giant That Set out to Beat Apple and Conquer Tech*. Currency.
- Choi, P. M. S., Chung, C. Y., Vo, V., & Wang, K. (2020). Are Better-Governed Firms More Innovative? Evidence from Korea. *International Review of Economics & Finance*, 69, 263-279. <https://dx.doi.org/10.1016/j.iref.2020.05.018>

- Choi, S., & Park, H. (2016). Investigation of Strategic Changes Using Patent Co-Inventor Network Analysis: The Case of Samsung Electronics. *Sustainability*, 8(12), 1-13. <https://doi.org/10.3390/su8121315>
- Choung, J.-Y., Min, H.-G., & Park, M.-C. (2003). Patterns of Knowledge Production: The Case of Information and Telecommunication Sector in Korea. *Scientometrics*, 58(1), 115-128. <https://dx.doi.org/10.1023/A:1025431608461>
- Chung, K. M., & Lee, K. R. (1999). Mid-Entry Technology Strategy: The Korean Experience with CDMA. *R&D Management*, 29(4), 353-363. <https://doi.org/10.1111/1467-9310.00146>
- Dernis, H., Guellec, D., & Van Pottelsberghe, B. (2001). Using Patent Counts for Cross-Country Comparisons of Technology Output. *STI Review*, 27(2), 129-146.
- Frank, R. (2007). Korea's Telecommunications Industry. En J. Mahlich, & W. Pascha (Eds.), *Innovation and Technology in Korea: Challenges of a Newly Advanced Economy* (pp. 233-253). Physica-Verlag.
- Fujii-Gamero, G., García-Ramos, M., & Gómez, R. (2021). Evolución de la Red de Comercio Mundial en Valor Agregado [Número especial]. *Problemas del Desarrollo*, 52, 137-164. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.Especial.69567>
- Guellec, D., & van Pottelsberghe, B. (2007). *The Economics of the European Patent System: IP Policy for Innovation and Competition*. Oxford University Press. DOI:10.1093/acprof:oso/9780199216987.001.0001
- Hobday, M. G. (1998). Latecomer Catch-Up Strategies in Electronics: Samsung of Korea and ACER of Taiwan. *Asia Pacific Business Review*, 4(2/3), 73-83. <https://doi.org/10.1080/13602389812331288364>
- Holroyd, C. (2019). Digital Content Promotion in Japan and South Korea: Government Strategies for an Emerging Economic Sector. *Asia and the Pacific Policy Studies*, 6(3), 290-307. <https://doi.org/10.1002/app5.277>
- Hong, D., Ko, S., & Volynets, A. (2007). Information and Communication Technologies for a Knowledge-Based Economy. En J. Suh & D. H. C. Chen (Eds.), *Korea as a Knowledge Economy: Evolutionary Process and Lessons Learned* (pp. 79-105). Korea Development Institute; World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7201-2>
- Jin, D. Y. (2021). The Rise of Digital Platforms in the Networked Korean Society. En S.-K. Hong & D. Y. Jin (Eds.), *Transnational Convergence of East Asian Pop Culture* (pp. 149-169). Routledge.

- Kang, M., Park, I., & Rhee, D.-E. (2017). Korea's Growth-Driven Trade Policies: Inclusive or Exclusive? [Special issue: Global Trade Policy 2017]. *The World Economy*, 40(11), 2475-2490. <https://dx.doi.org/10.1111/twec.12556>
- Kang, R., Jung, T., & Lee, K. (2020). Intellectual Property Rights and Korean Economic Development: The Roles of Patents, Utility Models and Trade-marks. *Area Development and Policy*, 5(2), 1-23. <https://doi.org/10.1080/23792949.2019.1585889>
- Kim, Y. (2013). *The Korean Wave: Korean Media Go Global*. Routledge.
- Lee, C., Park, H., & Park, Y. (2013). Keeping Abreast of Technology-Driven Business Model Evolution: A Dynamic Patent Analysis Approach. *Technology Analysis and Strategic Management*, 25(5), 487-505. <https://doi.org/10.1080/09537325.2013.785513>
- Medical Tourism Association (MTA). (2022). *Medical Tourism Index 2020-2021*. <https://www.medicaltourism.com/mti/home>
- Merritt, H. (2010). El intercambio comercial de América Latina y Corea del Sur: el impacto del desarrollo tecnológico en la integración comercial. *Portes*, 4(7), 41-81.
- Merritt, H. (2021). El Impacto Económico y Social de la Pandemia de Coronavirus: Causas, Efectos y Lecciones de Política Pública. En M. Espinosa-Castillo, A. Eustorgio & M. Aguilar (Coords.), *Implicaciones y oportunidades de la emergencia sanitaria por Covid-19* (pp. 19-29). Díaz de Santos.
- Michell, A. (2010). *Samsung Electronics and the Struggle for Leadership of the Electronics Industry*. John Wiley & Sons.
- OCDE. (2009). *Manual de Estadísticas de Patentes de la OCDE*. OCDE; Oficina Española de Patentes y Marcas.
- OECD. (2009). *OECD Reviews of Innovation Policy: Korea 2009*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264067233-en>
- OECD. (2014). *Industry and Technology Policies in Korea*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264213227-en>
- OECD. (2020). *OECD Economic Surveys: Korea 2020*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/2dde9480-en>
- OECD. Stat. (2021). *Business enterprise R&D expenditure by industry* [data]. https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB
- Oh, M., & Larson, J. F. (2011). *Digital Development in Korea: Building an Information Society*. Routledge.

- Oshima, H. T. (1986). The Transition from an Agricultural to an Industrial Economy in East Asia. *Economic Development and Cultural Change*, 34(4), 783-809. <https://doi.org/10.1086/451559>
- Park, T.-Y. (2013). How a Latecomer Succeeded in a Complex Product System Industry: Three Case Studies in the Korean Telecommunication Systems. *Industrial and Corporate Change*, 22(2), 363-396. <https://dx.doi.org/10.1093/icc/dts014>
- Pecht, M., Bernstein, J. B., Searls, D. B., Peckerar, M., & Karulkar, P. (1997). *The Korean Electronics Industry*. CRC Press.
- Seo, E.-Y., Choung, J.-Y., & Hwang, H.-R. (2019). The Changing Patterns of Knowledge Production of Catch-Up Firms During the Forging-Ahead Period: Case Study of Samsung Electronics Co. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 66(4), 621-635. <https://dx.doi.org/10.1109/TEM.2018.2878022>
- Taalbi, J. (2019). Origins and Pathways of Innovation in the Third Industrial Revolution. *Industrial and Corporate Change*, 28(5), 1125-1148. <https://doi.org/10.1093/icc/dty053>
- The Economist. (2014, August 9). Soap, Sparkle and Pop [South Korea's Soft Power]. *The Economist*, 412(8899), 69-70. <https://econ.st/3LbY8jB>
- USPTO. (2021). *Classification Resources* [data]. <https://www.uspto.gov/web/patents/classification/cpc/html/cpc.html>
- WIPO. (2019). *World Intellectual Property Indicators 2019*. World Intellectual Property Organization.
- WTO. (2021). *World Trade Report 2021: Economic Resilience and Trade*. World Trade Organization. https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/wtr21_e.htm
- WTO Stats. (2021). *WTO Stats* [data]. <https://stats.wto.org/>
- Yoo, Y., & Kim, K. (2015). How Samsung Became a Design Powerhouse. *Harvard Business Review*, 93(9), 72-12.