

El sector/clúster de dispositivos médicos de Costa Rica. Estudio de caso

José Manuel Salazar Xirinachs

Sector de Integración y
Comercio

NOTA TÉCNICA N°
IDB-TN-02627

El sector/clúster de dispositivos médicos de Costa Rica. Estudio de caso

José Manuel Salazar Xirinachs

Diciembre 2022

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Salazar X., José Manuel (Salazar Xirinachs).

El sector/clúster de dispositivos médicos de Costa Rica: estudio de caso / José
Manuel Salazar Xirinachs

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2627)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Investments, Foreign-Costa Rica. 2. Export processing zones-Costa Rica. 3.
International business enterprises-Costa Rica. 4. Medical instruments and
apparatus-Costa Rica. I. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Comercio
e Inversión. II. Título. III. Serie.

IDB-TN-2627

Códigos JEL: O38, O32, F20, F60, L60, L52, L20

Palabras clave: Promoción de Inversiones, Facilitación de Inversiones, IED, Inversión
Extranjera Directa, Centroamérica, Costa Rica, Clusters, Dispositivos Médicos,
Biotecnología, Comercio, Coordinación Público-Privada.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.





EL SECTOR/

EL SECTOR/CLÚSTER DE **DISPOSITIVOS MÉDICOS** DE COSTA RICA



Estudio de caso

José Manuel Salazar Xirinachs

El sector/clúster de dispositivos médicos de Costa Rica

Estudio de caso. *

José Manuel Salazar Xirinachs **

Abstract

El desarrollo del sector de dispositivos médicos (DMs) en Costa Rica obedece a la combinación del dinamismo del sector privado junto con la adopción de una política de desarrollo productivo (PDP) exitosa. En 2020 el total de exportaciones de DMs llegó a US\$ 3.935 millones, a partir de solo US\$ 1.300 millones en 2011, convirtiéndose en el segundo mayor exportador de LAC. El crecimiento ha estado impulsado por: 1) la política explícita e integral para atraer, retener y expandir a las OEM y su cadena de suplidores, con una promoción y acompañamiento institucional cercano a lo largo de 20 años; 2) la alineación de las metodologías de CINDE con las mejores prácticas internacionales en todo el ciclo de atracción, entrada y establecimiento, retención y expansión, encadenamientos y manejo de *spillovers*; 3) el trabajo de PROCOMER en las áreas críticas de encadenamientos y de aumento de las capacidades exportadoras de las empresas, con un enfoque integral de expansión en al menos tres niveles: i) líneas de manufactura en plantas ya existentes; ii) hacia servicios como *shared services* y BPO; y iii) hacia I+D.; 4) el desarrollo del talento humano (competencias y bilingüismo) con una oferta académica respondiendo a las necesidades de crecimiento del sector; y 5) una nueva etapa de gobernanza bajo el enfoque de clúster y un fortalecimiento del sector académico para seguir ascendiendo en la cadena de valor y convertir a Costa Rica en un *Life-Centered Hub*.

Códigos JEL: O38, O32, F20, F60, L60, L52, L20

Palabras clave: Promoción de Inversiones, Facilitación de Inversiones, IED, Inversión Extranjera Directa, Centroamérica, Costa Rica, Clusters, Dispositivos Médicos, Biotecnología, Comercio, Coordinación Público-Privada.

(*) Este estudio de caso forma parte de un trabajo más amplio que el autor está realizando para el BID sobre “El estado de las políticas de desarrollo de clústeres para la exportación en América Latina y el Caribe con énfasis en su institucionalidad y gobernanza”.

(**) Este estudio se ha beneficiado significativamente del comprehensivo estudio hecho por Penny Bamber y Gary Gereffi (2012) sobre el clúster de DMs de Costa Rica y de otra literatura citada en la bibliografía. Un insumo esencial fueron las entrevistas y el apoyo con información y estadísticas de varias personas funcionarios de CINDE y de PROCOMER, así como de entrevistas con funcionarios de otras instituciones públicas y académicas y ejecutivos de varias empresas (Ver lista de entrevistas en Anexo 3). El autor agradece enormemente el apoyo y la información brindada sin la cual hubiera sido imposible escribir este análisis.

Tabla de contenidos

Introducción	2
A. Antecedentes de las políticas de desarrollo productivo del país y factores de éxito.....	5
B. Breve repaso de la industria de dispositivos médicos en el mundo	10
C. El desarrollo del sector en Costa Rica: etapas, hitos, actores	15
Etapa inicial: 1985-2000	15
Crecimiento y diversificación moderados: 2001-2008.....	17
Transformación acelerada 2009-2012	20
Crecimiento acelerado (despegue) y ascenso en la cadena de valor 2013-2020	22
D. Estrategias, actores, dinámicas, mecanismos de coordinación y gobernanza para impulsar el crecimiento del sector.....	23
i) Metodologías de trabajo, coordinación y capacidades institucionales.....	23
ii) Fuerza de trabajo y entrenamiento	25
iii) Mejoramiento (<i>upgrading</i>) y diversificación de productos y ascenso en la cadena de valor	27
iv) El desarrollo de suplidores (encadenamientos) extranjeros y nacionales	30
v) Derrames de conocimiento (<i>spillovers</i>) y derivaciones empresariales (<i>business spin-offs</i>).	36
vi) Gobernanza y desarrollo institucional: de sector a iniciativa clúster	37
E. Principales factores de éxito y lecciones	38
F. Impactos de la crisis del COVID-19 y sus implicaciones	39
G. Visión a futuro, y retos de crecimiento y competitividad	41
Anexo 1. El clúster de dispositivos médicos de Irlanda.....	44
Anexo 2. El clúster de dispositivos médicos de Baja California	46
Anexo 3. Lista de personas entrevistadas, sector de dispositivos médicos de Costa Rica	47
Bibliografía	48

Introducción

El desarrollo del sector de dispositivos médicos (DMs) es una de las políticas de desarrollo productivo (PDP) más exitosas de Costa Rica, junto con las PDP hacia los sectores de turismo, los servicios modernos como Centros de Contactos (*call centers*), y Tercerización de los Procesos de Negocios (*Business Process Outsourcing-BPO*), y algunos sectores agrícolas (piña, plantas ornamentales). En 2020 el total de exportaciones de DMs llegó a US\$ 3.935 millones, a partir de solo US\$ 200 millones en 2000 y US\$ 1.300 millones en 2011. Los DMs son el principal producto de exportación de Costa Rica y el país es el segundo exportador más grande de dispositivos médicos de América Latina y el Caribe después de México.

El crecimiento ha estado impulsado por la instalación de empresas multinacionales (EMNs), en su gran mayoría norteamericanas, y de sus principales suplidores, varias de las cuales están entre las más grandes empresas globales, que se establecieron en el país para aprovechar las ventajas de una fuerza de trabajo competitiva, regímenes de comercio y de inversión favorables y proximidad a los Estados Unidos. Pero no se trata de un desarrollo que haya sucedido espontáneamente, sino uno que ha sido promovido por una estrategia clara de atracción de inversiones y de desarrollo del capital humano que, en particular desde principios de la década de 2000, tuvo al sector de dispositivos médicos como uno de sus sectores meta.

En 2020 había 74 empresas operando en el sector. De ellas, casi la mitad, 36, son Original Equipment Manufacturers (OEM). Sesenta y cinco (84%) son de los Estados Unidos. El Reino Unido, Alemania, Holanda, Dinamarca, Japón, Francia, China, Venezuela, y Costa Rica cuentan cada uno con una empresa en el sector. Y el país ha logrado desarrollar un robusto ecosistema de proveedores locales, con 120 empresas, de las cuales 70 son extranjeras y 50 nacionales.

La producción y exportaciones de DMs se han diversificado y sofisticado en los últimos 20 años. Hoy día estas 74 empresas ocupan 15 sub-sectores o segmentos de la cadena de valor de DMs: estética, cardiovascular, dental, endoscopia, equipo de protección médica, sistemas de administración de medicamentos, neuro-endovascular, neuromodulación, dispositivos ópticos, dispositivos ortopédicos y prostéticos, ostomía, radiología, esterilización, dispositivos quirúrgicos y de salud femenina. Hay nueve fabricantes por contrato de partes y componentes, y 29 fabricantes de componentes diversos y proveedores de servicios. (Ver Cuadro 1).

En el año 2000, la producción del sector estaba concentrada en solo cinco segmentos (salud femenina, instrumentos quirúrgicos, dispositivos estéticos y dentales y sistemas de administración de medicamentos), y el 90% de las exportaciones eran dispositivos descartables de alto volumen y relativo más bajo valor unitario. Hoy día la categoría de descartables representa solo un 44% de las exportaciones. El resto son productos de más bajo volumen, pero de mayor valor unitario. En el 2000 solo operaban en el país ocho empresas, de las cuales solo cinco eran OEMs. Hoy día, de las 36 OEM, siete están en el segmento cardiovascular, cinco en el dental y cuatro en ortopedia. El resto están distribuidas en los otros segmentos.

Cuadro 1. Sector de dispositivos médicos de Costa Rica: Segmentos, productos y empresas, 2020

Segmento	Principales productos/procesos	# Em-presas	Empresas
1. Estética	Implantes de seno	2	Allergan, Establishment Labs
2. Cardiovascular	Catéteres, stents, válvulas de corazón biológicas, catéteres para cirugías cardiovasculares y pulmonares, máscaras de apneas, medias de compresión, aparatos de diálisis.	7	Boston Scientific, Abbott, Philips, Abbott Vascular, Theragenics, Edwards Lifesciences, Cardinal Health.
3. Fabricantes de componentes y procesos por contrato	Inyección, over-molding, insert molding, sheeting, tooling, EDM, Laser Welding, electro polishing, plating, texturing, anodizing, mandrels, wires, extrusion, tubing.	9	Precision Concepts Medical, Viant Medical, TEGRA Medical, Confluent Medical, SMC Ltd, Biomerics ATL, TE Medical Co, Itek, Advant Medical
4. Dental	Implantes dentales, diseño de alineadores dentales, plataforma de software para dentistas y cirugías dentales	5	Smith Sterling, Align Technologies, Viax Dental Lab, SmileDirect Club, Implant Concierge.
5. Endoscopia	Catéteres, introductores, stents y dispositivos para endoscopia, bombas gástricas para tratamiento y cirugía bariátrica.	3	Boston Scientific Horizons Intl Apollo Endosurgery
6. Equipo de protección médica	Material de tapicería para muebles de hospital	1	Proquinal
7. Sistemas de administración de medicamentos	Sets de administración intravenosa Bombas de infusión Dispositivos de la línea enteral	3	Baxter Healthcare ICU Medical Moog Medical
8. Neuroendo-vascular	Bobinas y microdispositivos para procedimientos neurovasculares	1	Microvention
9. Neuro-modulación	Diseño, prototipos, pruebas de dispositivos. Mejoramiento de productos.	1	Boston Scientific R&D
10. Ópticos	Lentes de contacto, marcos de anteojos	2	Coopervision Essilor
11. Ortopedia/ medicina deportiva	Dispositivos ortopédicos de coablación y ablación, diseño 3D de implantes y accesorios ortopédicos, componentes metálicos para implantes de columna	4	Smith & Nephew Wright Medical Medtronic Microport
12. Ostomía	Bolsas de ostomía	1	Coloplast
13. Radiología	Sets de radiología, dispositivos de contraste	1	Bayer
14. Esterilización	Esterilización	2	Steris, Sterigenics
15. Suplidores	Maquinaria y herramientas (EDM, CNC, Swiss, Laser welding, grinding, stamping). Extrusión y empaque. Bandejas, moldes y su reparación, recubrimientos de parylene, suministros para cuartos estériles, inyección, over molding, insert molding, sheeting, tooling. Cables, materias primas. Componentes electrónicos. Servicios de lavandería. Componentes de silicona. Servicios de recubrimiento de teflón, distribución de químicos, metrología y calibración.	29	Micro Technologies, Spectrum Plastics Group, Oberg Industries, UTITEC Medical, Nelipak, International Precision Molds, Specialty Coating Systems, Creganna Medical (a TE Connectivity Co.), Merrill's Packaging, ThermoFisher Scientific, Freudenberg Medical, PolyOne, Applied Medical Precision, Okay Industries, Prent, G.Rau, Tekni-plex/Natvar, ATL Technology, National Building Maintenance, VWR, CASS, Resonetics, Interwire, Precision Coating, Sachs, Heraeus Medical components, Pharma-Bio Serv, Visional Technology, CRx Lifesciences (Enhanced Compliance).
16. Dispositivos quirúrgicos	Dispositivos quirúrgicos	1	De Royal
17. Salud Femenina	Dispositivos de salud femenina	2	Hologic, CooperMedical
TOTAL		74	

Fuente: CINDE.

En términos de empleo, en el 2000 trabajaban en el sector solo 1.500 personas, cifra que subió a 7.720 en el 2009, 13.561 en 2011 y a 38.280 en el 2020. Esto significa, en promedio, una creación de más de 2.700 empleos por año entre 2009 y 2020. Se trata de empleos de calidad con condiciones de trabajo y remuneraciones por encima de las de muchas otras líneas de actividad. El sector de dispositivos médicos ha generado hasta hoy día cerca del 25% de los empleos directos generados por todas las empresas localizadas en el Régimen de Zonas Francas (RZF), alrededor de 120.000 empleos directos al 2018.

Además, hoy día 10 de las 30 empresas líderes de dispositivos médicos en el mundo tienen operaciones de manufactura en Costa Rica y seis de ellas se instalaron en los últimos 10 años. (Cuadro 2). Esto, además del cambio en las categorías de productos en el portafolio exportador, son indicadores claros de una trayectoria no solo de crecimiento y diversificación de la industria en el país, sino de un reposicionamiento en términos de ascenso en la Cadena Global de Valor (CGV) de dispositivos médicos y de mayor sofisticación tecnológica.

En la labor institucional que ha conducido a estos resultados tres organizaciones han jugado un papel fundamental: la Coalición de Iniciativas de Desarrollo (CINDE), la Agencia de Promoción Inversiones de Costa Rica, una organización no gubernamental dedicada a la atracción de inversiones; la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER), una institución pública, con gobernanza público-privada, cuya misión es promover las exportaciones; y el Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), responsable por la política comercial y rector del sector de comercio exterior. Juntas, estas tres instituciones proveen liderazgo y apoyo operativo para el desarrollo del sector de dispositivos médicos. Las tres organizaciones han jugado un papel clave en asegurar la continuidad de las políticas de comercio exterior, atracción de inversiones y promoción de exportaciones de Costa Rica, incluyendo con respecto al sector de DMs, a través de varios gobiernos.

Además de un papel central en las funciones de atracción de inversiones, CINDE ha jugado un rol central en la facilitación de las empresas tras su instalación, en los llamados servicios de *aftercare*. Sin embargo, a principios del año 2019, el mismo CINDE, en consulta con las empresas, y en vista del tamaño y madurez del sector, dio pasos para que el sector funcione más bajo el enfoque de una iniciativa clúster, cambio que se comenta en la sección D (vi).

Esta sección contiene una narrativa y análisis de cómo fue que Costa Rica logró estos importantes resultados en términos de transformación productiva y reposicionamiento exportador; cuáles fueron las etapas, hitos, factores de éxito y principales lecciones; y cuáles son los principales retos presentes y futuros para el crecimiento del sector.

La sección A resume los principales antecedentes de las políticas de desarrollo productivo en el país y los factores de éxito en materia de promoción de exportaciones y atracción de inversiones. La sección B hace un breve repaso de la industria de dispositivos médicos en el mundo, para ayudar a una mejor comprensión del posicionamiento de Costa Rica en la misma y de las oportunidades de crecimiento futuras. La sección C describe las principales etapas, hitos y tendencias en el desarrollo del sector en Costa Rica. La sección D se enfoca en los actores, sus estrategias, mecanismos de coordinación y gobernanza para impulsar el crecimiento del sector. La sección E sintetiza los principales factores de éxito y lecciones. Y la sección F analiza los impactos de la crisis del COVID-19. La sección G y final, concluye con una revisión de la visión a futuro para el desarrollo del sector, y sus principales retos de crecimiento y competitividad para la etapa pospandemia.

A. Antecedentes de las políticas de desarrollo productivo del país y factores de éxito

Por 30 años, desde principios de la década de los 1950s hasta finales de los 1970s, Costa Rica siguió una política de desarrollo productivo basado en un modelo de industrialización por sustitución de importaciones (ISI) complementado por su participación en el Mercado Común Centroamericano (MCCA) y apoyado por la expansión del crédito, infraestructura, educación, capacitación y reforma agraria. Sin embargo, conforme avanzó la década de los 70s, el modelo ISI fue entrando en crecientes problemas. El MCCA se derrumbó al estallar las guerras civiles en El Salvador, Guatemala y Nicaragua. Costa Rica experimentó desaceleración económica y acumuló creciente deuda externa. En 1980, el país rechazó la opción de recurrir al FMI y tuvo que dejar de pagar su deuda externa, lo cual provocó una devaluación de un 600% entre agosto de 1980 y mayo de 1982, y una severa crisis económica.

Esta crisis generó un intenso debate nacional, que ya había comenzado a fines de los años 70s, sobre la necesidad de ajustar el modelo de desarrollo productivo hacia uno menos proteccionista, más orientado a las exportaciones fuera de Centroamérica y que posicionara al país como plataforma competitiva para inversiones y exportaciones hacia el mundo. A principios de los años 80s se tomaron medidas para reducir el “sesgo anti-exportador”, tales como un subsidio a las exportaciones no tradicionales combinado con la reducción gradual de los aranceles a las importaciones y se estableció un régimen de zonas francas de exportación. En 1990 Costa Rica firmó el protocolo de adhesión al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT).

En materia institucional, en 1982 se creó CINDE, una fundación privada, que contó con un fuerte financiamiento inicial de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID), como agencia especializada para la atracción de inversiones. En los 80s se inició también un Programa de Exportaciones con base en cuya experiencia se llegó al establecimiento de PROCOMER en 1996, una institución con gobernanza público-privada creada por ley. Y en ese mismo año de 1996 se crea COMEX. Estas tres instituciones han constituido la columna vertebral de la política de comercio exterior, atracción de inversiones y promoción de exportaciones de Costa Rica en las últimas tres décadas, con una gran continuidad en la dirección estratégica a pesar de los cambios de gobierno.

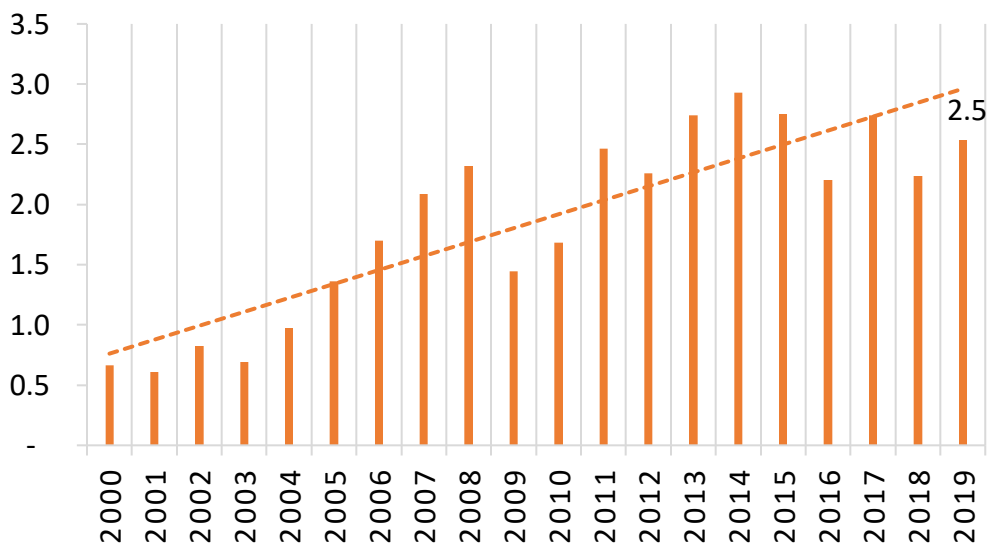
Las políticas de apertura comercial y de atracción de inversiones y promoción de exportaciones se han profundizado, sofisticado y reforzado mutuamente a través del tiempo. En cuanto al régimen comercial, ya desde la década de los 80s Costa Rica disfrutaba de un satisfactorio acceso al mercado norteamericano en el contexto de la Iniciativa de la Cuenca del Caribe, que otorgaba condiciones favorables de acceso a varios países de Centroamérica y el Caribe. Sin embargo, Costa Rica continuó profundizando su acceso a otros mercados y su seguridad jurídica en materia comercial y de inversiones, mediante la negociación de tratados de libre comercio (TLC) con una diversidad de países y bloques, incluyendo México (1995), Chile (2002), Canadá (2002), Panamá (2008), China (2011), la Unión Europea (2013) y, de fundamental importancia, con los Estados Unidos, que fue firmado en 2004 y entró en vigencia el 1 de enero de 2009 (Tratado de Libre Comercio de Centro-América y República Dominicana – CAFTA-DR).

El CAFTA-DR en particular, combinado con otros componentes básicos de la competitividad del país, como la calidad de sus recursos humanos, ha consolidado el atractivo de Costa Rica como plataforma operativa para empresas multinacionales. Ya desde 1998 se había dado una importante señal positiva sobre las condiciones atractivas de Costa Rica para la Inversión Extranjera Directa (IED) con el anuncio ese año por parte de la corporación Intel, fabricante de microprocesadores de computadoras, sobre el inicio de la construcción de tres plantas de fabricación de microprocesadores en el país.

Desde principios de los 90s ya Costa Rica había visto claramente que no podía seguir compitiendo en la producción de textiles con países de bajo costo como los centroamericanos y empezó a fijar como norte de sus políticas de atracción de inversiones las actividades y segmentos de mayor sofisticación tecnológica y valor agregado, como el ensamble electrónico y los Centros de Contactos (*call centers*). La llegada de Intel fue un hito nacional e internacional, que llevó a una profundización de las políticas de atracción de inversiones focalizadas en sectores y nichos de inversión específicos, estrategia que se vio fortalecida con la mayor claridad sobre el fenómeno de la globalización y la correspondiente fragmentación de las CGV, y las oportunidades que este fenómeno abrían para países con las condiciones y las estrategias necesarias para aprovecharlas.

Los resultados positivos de estas políticas pueden apreciarse en los siguientes gráficos. Los flujos de IED han aumentado de manera significativa, con una reducción en 2009 y 2010 a causa de la crisis financiera internacional de esos años, y han oscilado alrededor de US\$ 2.500 millones por año. (Gráfico 1)

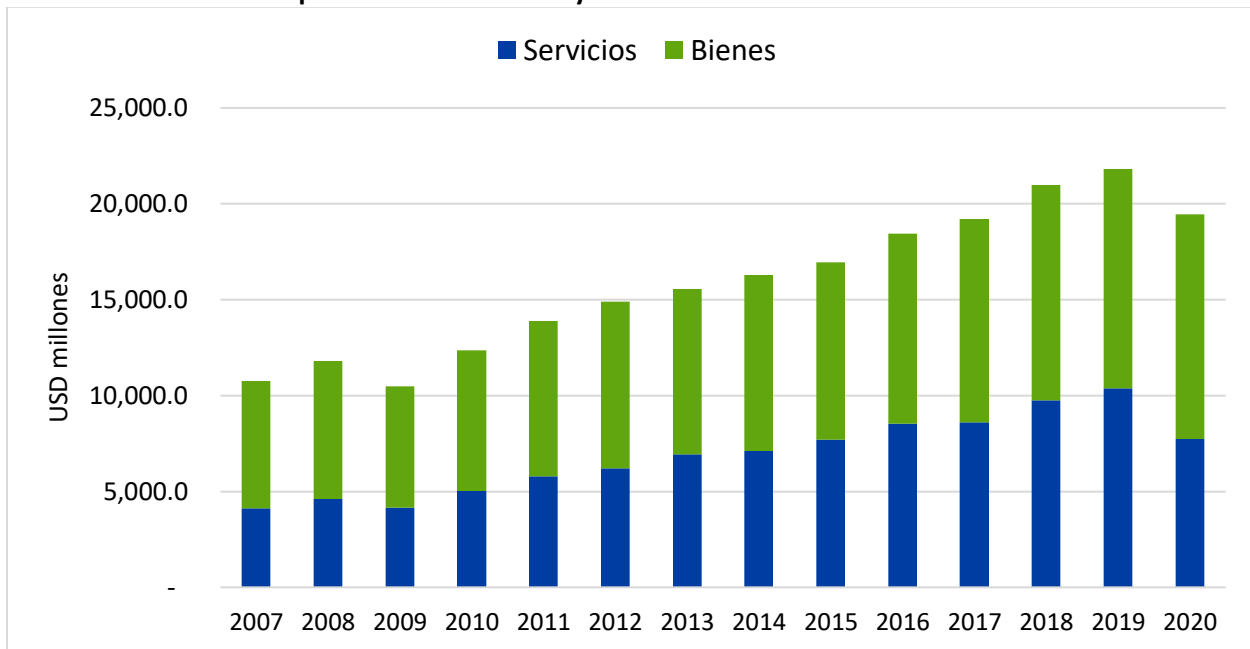
Gráfico 1. Costa Rica. Flujos de Inversión Extranjera Directa (IED) 2000-2018
Miles de millones de dólares



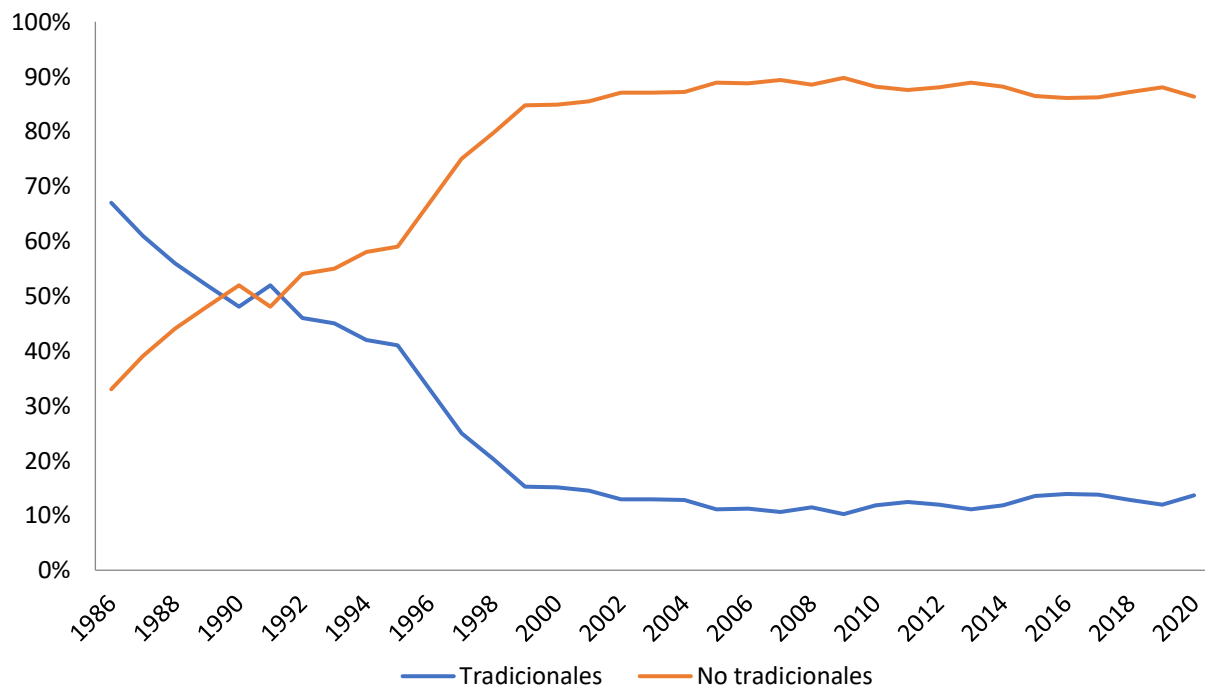
CINDE con base en datos del BCCR, 2020.

En parte impulsadas por el dinamismo de la IED, las exportaciones de bienes y servicios se duplicaron en los 12 años entre 2007 y 2019, de poco más de US\$ 10.000 millones, a casi US\$ 22.000 millones (Gráfico 2). Ese dinamismo exportador ha generado una gran transformación estructural en los últimos 30 años en la composición de las exportaciones de bienes al ser divididas entre tradicionales y no tradicionales, según se muestra en el Gráfico 3.

Y finalmente, el Gráfico 4 muestra el gran peso de las exportaciones de dispositivos médicos en el total de exportaciones de bienes de las empresas localizadas en el RZF.

Gráfico 2. Costa Rica. Exportaciones de Bienes y Servicios 2007-2020

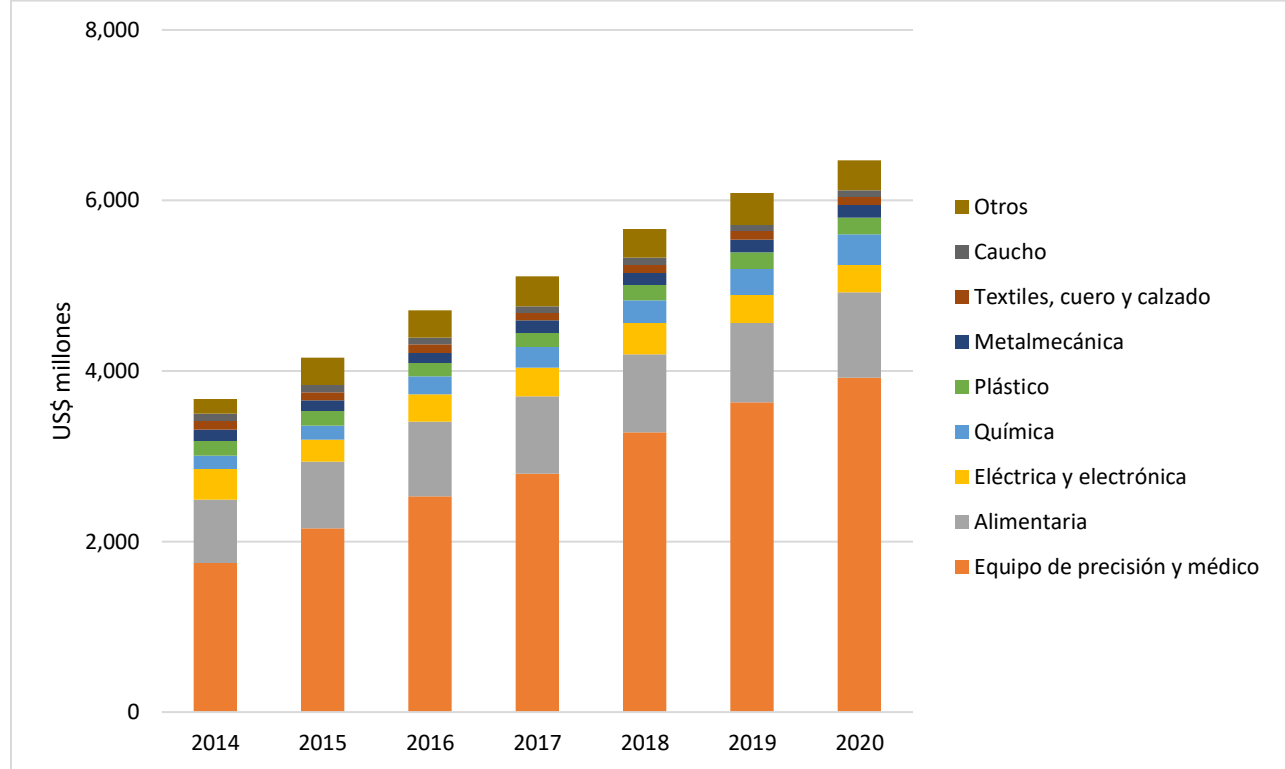
Fuente: CINDE, BCCR, PROCOMER, 2020.

Gráfico 3. Costa Rica. Participación de las Exportaciones de bienes tradicionales y no tradicionales, 1986-2020

Fuente: CINDE con base en datos de PROCOMER.

NOTA: Exportaciones tradicionales incluyen café, bananos, carne y azúcar.

Gráfico 4. Costa Rica: Exportaciones del Régimen de Zonas Francas según sector de las empresas 2014-2020



Fuente: CINDE con base en datos de PROCOMER y del BCCR, 2020.

Varios ingredientes se combinaron y fortalecieron mutuamente a través del tiempo para potenciar la competitividad y el atractivo de Costa Rica como localización para empresas multinacionales de diversos tipos. En síntesis, estos son:

- 1) La creciente apertura comercial, acceso a mercados y seguridad jurídica ofrecida por los tratados de libre comercio ya mencionados.
- 2) Los incentivos contenidos en el RZF, que otorga importación libre de aranceles y exenciones tributarias hasta por ocho años. Esto dependiendo de la categoría y ubicación de la empresa, con posibilidad de renovación múltiples veces, así como la opción de establecerse en alguno de los numerosos (hoy día más de 40) parques industriales/zonas francas con infraestructura de calidad y servicios de clase mundial, para las empresas que califiquen.
- 3) Una fuerza de trabajo de 2.3 millones de personas, con relativas altas calificaciones, un importante porcentaje que habla inglés, e instituciones educativas y de formación vocacional con capacidad de respuesta. Este es uno de los componentes más fuertes del atractivo de Costa Rica para la IED. Aunque en esta materia el país tiene importantes retos, la inversión en educación y las instituciones educativas son, en balance, una fuente de fortaleza. En el índice de capital humano del Foro Económico Mundial, Costa Rica está situada en el lugar 33 de 135 países en el mundo, y número uno en América Latina y el Caribe. Además, el sistema de salud del país es uno de los mejores de ALC. El país cuenta con cinco universidades públicas, más de 50 universidades privadas, numerosos colegios técnicos y un Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) con 54 sedes en todo el país. Las universidades gradúan desde el 2015 anualmente a más de 8.000

profesionales en áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), de los cuales alrededor de 3.500 ingenieros de diversas especialidades.

- 4) Buen clima de inversión incluyendo fuerte tradición de paz y democracia, buenos índices de seguridad personal y baja criminalidad, y altos estándares de protección de la propiedad intelectual. El tema de regulaciones y trámites, sin embargo, es un reto importante donde Costa Rica tiene pendiente redoblar esfuerzos de eliminación y agilización.
- 5) Historial (*track record*) bien establecido para la operación de EMNs. Desde la instalación de Intel en 1998, la instalación de numerosas EMNs ha creado un círculo virtuoso en el que las EMNs comparten su experiencia positiva de operar en el país, lo que se convierte en sí mismo en un factor facilitador de las decisiones de inversión de otras EMNs.
- 6) Buena infraestructura, especialmente en el Gran Área Metropolitana en el centro del país y en relación con las áreas de energía y aeropuertos. Sin embargo, al igual que en el tema educativo, esta es un área en la que el país tiene importantes retos de mejora, en particular para reducir aglomeraciones, mejorar la logística de acceso a los puertos marítimos, y reducir los costos de la electricidad.
- 7) Buena calidad de vida, que es un elemento importante para los ejecutivos de las empresas y la población inmigrante.
- 8) Compromiso firme con la protección de los recursos naturales y políticas ambientales sostenibles.
- 9) Localización estratégica con gran conectividad hacia Estados Unidos y Europa, con una zona de tiempo ampliamente compartida con la mayoría de los Estados Unidos.
- 10) Políticas estables, con continuidad y visión estratégica y adaptada a las cambiantes condiciones mundiales en materia de comercio exterior, atracción de inversiones y promoción de exportaciones, liderada por las tres instituciones clave en estas materias: COMEX, CINDE y PROCOMER.

A pesar de que a causa de todos estos factores Costa Rica es amplia y justificadamente considerado como un caso de éxito en materia de transformación y modernización económica, que incluye también el crecimiento significativo y diversificación en una serie de productos agrícolas como piña, vegetales, plantas ornamentales y otros, el éxito en materia de atracción de inversiones y promoción de exportaciones debe ponerse en perspectiva. Con lo destacado que ha sido, este éxito no ha logrado tener la suficiente tracción para elevar la productividad del país de manera suficiente, ni para generar empleos de calidad para la mayoría de la fuerza de trabajo. Las 375 empresas ubicadas en el Régimen de Zona Franca habían generado al 2019, 120.000 empleos directos,¹ lo cual es uno de cada cinco empleos formales en el sector privado, lo que solo el 5% de la fuerza de trabajo total del país. La gran mayoría de las inversiones en zonas francas está en el Gran Área Metropolitana (GAM) en el centro del país, donde se genera cerca del 80% del PIB, y hay importantes brechas en los indicadores económicos, sociales y de empleo en las zonas fuera de la GAM.

Estas limitaciones y brechas en el “modelo de promoción de exportaciones y atracción de inversiones” de Costa Rica han sido objeto de análisis académicos y de debate nacional desde hace varios años.² Recientemente han generado un creciente interés en la modernización y fortalecimiento de las políticas de desarrollo productivo, en particular mediante políticas basadas en clústeres con visión territorial.³ Este es un desarrollo positivo pero reciente, que aún no se ha consolidado institucionalmente. Con los

¹ Medaglia-Monge y Mora-Alvarez (2019).

² Ver Paus (2017), Informe Estado de la Nación 2019, Beverinotti, et al (2015), CEPAL (2014).

³ Ver Monge-González (2018), Salazar-Xirinachs (2020d).

impactos de la pandemia, y la urgencia de reconstruir la economía y encender nuevos motores de crecimiento, este enfoque se vuelve central y de suma importancia.

B. Breve repaso de la industria de dispositivos médicos en el mundo

Para comprender mejor el crecimiento de la industria de DMs en Costa Rica, su posicionamiento actual y retos futuros, conviene hacer una breve introducción a algunas características básicas de esta industria en general.

El Gráfico 5 presenta la cadena de valor de dispositivos médicos en el mundo y sus principales seis segmentos: Investigación y Desarrollo (I+D), manufactura de componentes, ensamble, distribución, mercadeo y ventas y servicios posventa. El segmento de mayor valor es I+D, y los de menor valor agregado son típicamente los de producción, que incluyen manufactura de componentes y ensamble.

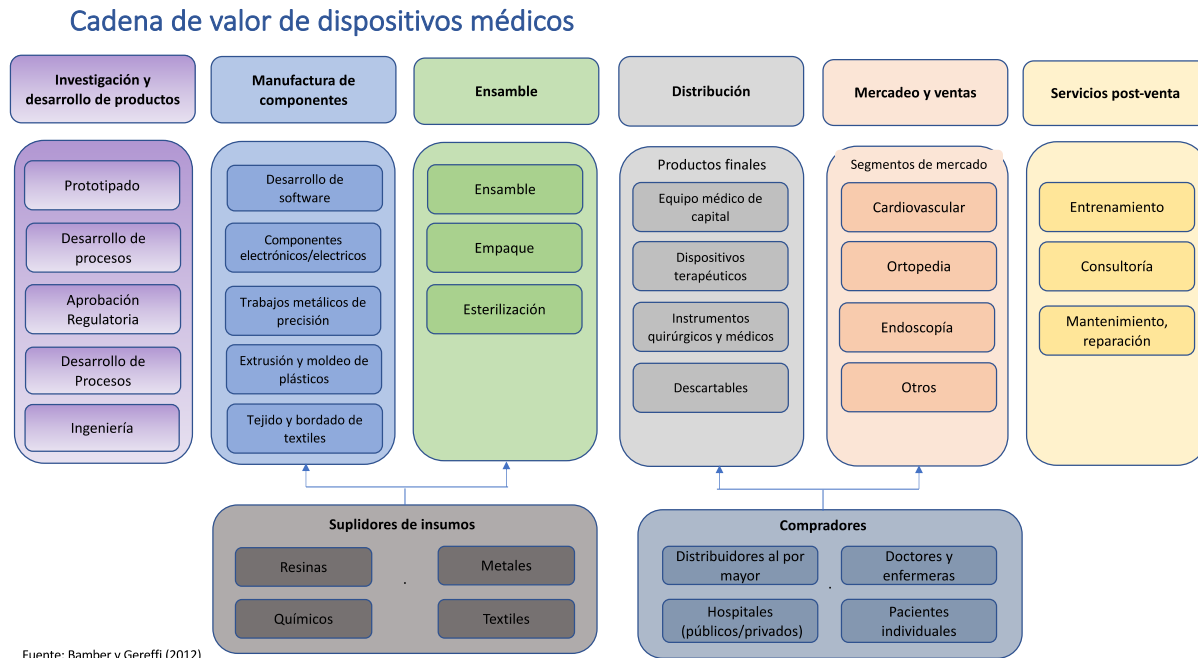
La manufactura de componentes incluye trabajos metálicos de precisión (como los que se utilizan para *stents*), extrusión y moldeo de plásticos (para catéteres para administración intravenosa, por ejemplo), tejido y bordado de textiles (para medias de compresión y brasieres de mastectomía), o componentes electrónicos y software (para productos como marcapasos, neuromoduladores, equipos de Rayos X, ultrasonido y otros). El valor agregado de cada uno de estos productos depende de los insumos usados (resinas, metales, químicos, textiles), y de la complejidad del proceso productivo.

Para tener un producto terminado, luego del ensamble, para una mayoría de productos es esencial la esterilización para que puedan estar listos, luego de su empaque, para su distribución a los usuarios finales. Este fue un punto esencial en el caso de Costa Rica porque no fue sino hasta que se establecieron las dos empresas especializadas en esterilización, Steris en 2008 y Sterigenics en 2010, que el país pudo exportar producto empacado listo para su uso por los usuarios finales y le permitió al país capturar mayor valor en la cadena de suministro.

La distribución, mercadeo y ventas son segmentos importantes en la cadena de valor. Los fabricantes de DMs pueden distribuir mediante distribuidores al por mayor, como Cardinal Health, o directamente a sus clientes finales como hospitales, clínicas, doctores y enfermeras. O incluso al menudeo a través de farmacias o a los pacientes mismos, dependiendo del producto. Este es el caso de gasas, vendas y jeringas plásticas. Los productos de menor valor tienden a ser distribuidos a través de mayoristas, mientras que los de mayor valor como equipos de capital son vendidos directamente a los hospitales y clínicas. Los altos costos de los servicios de salud y los esfuerzos de los gobiernos por reducirlos, y la competencia entre productores, hacen que los fabricantes de dispositivos médicos inviertan sumas importantes en mercadeo directo y en construir relaciones con los clientes. Por ejemplo, se estima que, en Europa, un 56% del costo de un producto corresponde a mercadeo y ventas. Para bajar estos costos los fabricantes han venido aplicando soluciones innovadoras en sus cadenas de valor, que incluyen segmentación de estas según el valor de los productos (bajo valor/bajo margen/alto volumen vs alto valor/alto margen/bajo volumen) y ajustando sus políticas de empaque, transporte, almacenamiento y manejo de inventarios hacia mayores eficiencias.⁴

⁴ Harrington (2015).

Gráfico 5. La cadena de valor de dispositivos médicos



Los productos finales se pueden clasificar en cuatro categorías, clasificación que es importante por dos razones: i) porque cada categoría corresponde a productos con grados crecientes de mayor valor agregado, y ii) porque estas categorías son la base para ubicar estos productos en la Clasificación Industrial Uniforme que guía la recopilación de estadísticas de comercio internacional. Estas cuatro categorías son las siguientes:

- Descartables o mercancías de bajo valor, bajo margen, alto volumen: incluyen vendajes, guantes, jeringas, catéteres y agujas. Estos son productos *low tech* de uso de una sola vez y de relativo bajo costo unitario gracias a las economías de escala. Su manufactura requiere menos experticia médica que otros productos, pero los productores deben cumplir con estrictos estándares de calidad.
- Instrumentos quirúrgicos y médicos: incluyen fórceps, tijeras médicas, taladros dentales e instrumentos quirúrgicos especializados usados en cirugías cosméticas o endoscópicas.
- Dispositivos terapéuticos: incluyen dispositivos implantables y no implantables para ayudarle a la gente a lidiar con discapacidad o ciertas condiciones médicas. Por ejemplo, ayudas auditivas, marcapasos, piezas prostéticas. Requieren experticia considerable, en particular en relación con bio-compatibilidad, y obtener aprobación regulatoria para ellos es un proceso costoso. Estos son productos tecnológicamente sofisticados de alto valor, alto margen y más bajo volumen.
- Equipo de capital: incluye equipo que se compra una sola vez para uso repetitivo a través de varios años. Ejemplos incluyen equipos para el monitoreo, el diagnóstico y la toma de imágenes (como MRI, ultrasonido, Rayos X, rayos gamma y beta). Se trata de productos de muy alto valor, alto margen y bajo volumen.

Los segmentos finales de mercado se dividen según el sistema del cuerpo humano al que tratan. Por ejemplo: cardiovascular, ortopedia, temas respiratorios, anestesia, neurología, salud renal, urología, dental y endoscopia, entre otros. Los dos segmentos más grandes son cardiovascular y ortopedia. A causa

del nivel de conocimiento, innovación e I+D requerido en la producción de cada dispositivo, los fabricantes tienden a especializarse en uno o más segmentos finales de mercado. Por ejemplo, Medtronic es líder en dispositivos cardiovasculares, Baxter y BD en catéteres y sistemas de suministro intravenoso de drogas, Johnson & Johnson y Smith & Nephew en dispositivos ortopédicos y para implantes, GE Healthcare y Siemens Healthineers en equipos de capital para radiografías, MRI y ultrasonidos, en otros.

Servicios posventa incluyen entrenamiento y consultoría para el uso de equipos y manejo de cuentas para el suministro de accesorios, mantenimiento y reparaciones. Esto es considerado un diferenciador clave para la competitividad de las empresas en esta industria.

En cuanto a la localización geográfica de la producción y los mercados, Estados Unidos, Europa y Japón representan el 85% de la demanda por DMs. Los países en desarrollo y emergentes son una fracción relativamente pequeña, pero es donde se espera el mayor crecimiento futuro, como resultado del crecimiento de su clase media, su envejecimiento y los mayores gastos públicos y privados en salud. En línea con esto la oferta global de dispositivos médicos está dominada por los países desarrollados, aunque cada vez más los países en desarrollo juegan un papel más importante. Ha habido una importante tendencia por parte de las empresas líderes a localizar facilidades de producción en países de más bajos costos, siempre y cuando estos tengan las capacidades de capital humano para participar en lo que es básicamente una industria de tecnologías sofisticadas y con altos estándares de calidad y exigentes requisitos de certificación. La selección de localizaciones para producir varía según una variedad de factores, incluyendo la presencia de capital humano calificado, costo, presencia establecida de suplidores, distancia al mercado, y dependiendo de la categoría de producto. En las Américas, Baja California, México, Costa Rica, Puerto Rico y la República Dominicana tienen importantes clústeres de exportación de DMs.

La mayoría de las 15 empresas líderes tienen sus sedes en los Estados Unidos, que tiene tres clústeres regionales principales en California, Massachusetts y Minneapolis, St. Paul. La I+D de nuevos productos ocurre mayormente en las sedes globales de las empresas líderes (Ver Cuadro 2).

El Cuadro 6 presenta las 30 empresas líderes de dispositivos médicos en el mundo. Como se puede ver, las cuatro primeras empresas líderes en la lista (Medtronic, Johnson & Johnson, Abbott y G.E. Healthcare) vendieron en 2020 entre ellas casi US\$ 95.000 millones, un 32% de las ventas totales globales del sector.

Claramente, un número pequeño de EMNs domina el sector. Muchas empresas prefieren mantener sus operaciones internamente para proteger su propiedad intelectual y, por lo tanto, las empresas tienen un alto nivel de integración vertical. Sin embargo, el sector ha estado crecientemente adoptando estrategias de *outsourcing* y hay una fuerte tendencia al ingreso de productores por contrato en campos como plástico, componentes de metal, extrusión, moldes, trabajo metálico de precisión y ensamblaje, entre otros.

Cuadro 2. Las 30 empresas líderes de dispositivos médicos en el mundo y su presencia en Costa Rica, 2020

#	Nombre	Ventas 2019 miles de millones US\$	Número de empleados en mundo	Principales productos	Sede mundial	Presencia en CR y año de instalación
1	Medtronic	28,9	93.792	Stents, marcapasos, desfibriladores, válvulas corazón, componentes de metal para implantes de columna	Dublin, Irlanda	X (2011)
2	Johnson & Johnson	25,9	135.100	Dispositivos ortopédicos, implantes, soluciones para la columna, ortopédicos para medicina deportiva, biomateriales, instrumentos.	New Brunswick, N.J.	
3	Abbott	19,9	103.000	Dispositivos cardiovasculares, para diabetes, diagnóstico, neuro-modulación, catéteres.	Abbott Park, Ill.	X (2010)
4	GE Healthcare	19,9	53.800	Máquinas PET, Rayos X, MRI, ECG, Ultrasonido, incubadoras, monitoreo, respiratorios.	Chicago, Ill.	
5	BD	17,3	76032	Agujas, jeringas, catéteres, administración de medicamentos.	Franklin Lakes, N.J.	
6	Philips	17,1	77.400	Dispositivos cardiovasculares, tecnologías de diagnóstico (Rayos X, MRI). Catéteres.	Amsterdam, Holanda	X (2010)
7	Siemens Healthineers	15,9	50.000	Equipos de capital para radiografías, MRI, ultrasonido, mamografías, etc	Erlangen, Alemania	
8	Cardinal Health	15,6	50.200	Aparatos de diálisis, medias de compresión.	Dublin, Ohio	X (2017)
9	Stryker	14,9	36.000	Ortopédicos, equipo de hospital, neurotecnología.	Kalamazoo, Mich.	
10	Baxter	11,4	50.000	Juegos IV, administración de medicamentos	Deerfield, Ill.	X (1987)
11	Boston Scientific	10,7	32.000	Catéteres, stents, aparatos de endoscopia,	Marlborough, Mass.	X (2004)
12	Essilor Luxottica	8,8	71.000	Equipos e instrumentos de oftalmología, marcos anteojos, lentes.	Charenton-le-Pont, Fr	X (2015)
13	B. Brawn	8,4	63.751	Dispositivos para cirugías de varios tipos, infusión, catéteres.	Melsungen, Alemania	
14	Zimmer Biomet	7,9	19.000	Dispositivos ortopédicos, reconstructivos, columna, trauma, implantes.	Warsaw, Ind.	
15	3M Health Care	7,4	93.516*	Productos dentales, de cirugía, monitoreo de pacientes, higiene.	St. Paul, Minn.	
16	Alcon	7,3	22.787	Productos para el cuidado, diagnóstico y cirugía de ojos.	Ginebra, Suiza	
17	Dahaner	6,5	71.000	Instrumentos, microscopios, dispositivos para tests biomédicos, ácidos nucleicos, sistemas de medición biomédica.	Washington D.C.	
18	Fresenius	6,4	232.873*	Aparatos para diálisis, terapias de infusión	Bad Homburg, Alemania	
19	Olympus	5,9	22.408	Gastrocámaras, duodenoscopios, brontoscopios y otros instrumentos avanzados.	Shinjuku-ku, Tokio	
20	Terumo	5,8	26.438	Corazones y pulmones artificiales, sistemas de monitoreo de sangre, stents, oxigenadores, catéteres.	Shibuya-ku, Tokio	

21	Smith + Nephew	5,1	17.637	Dispositivos ortopédicos, robots y dispositivos digitales, dispositivos relacionados con oídos, nariz y garganta, coablación, medicina deportiva.	Londres, UK.	X (2002)
22	Intuitive Surgical	4,5	7.326	Dispositivos para cirugía asistida por robots, mínimamente invasiva.	Sunnyvale, Calif.	
23	Edwards Lifesciences	4,3	13.900	Válvulas cardíacas, bioprótesis, equipo de monitoreo de cuidados intensivos.	Irvine, Calif.	X (2016)
24	Dentsply Sirona	4,0	15.200	Equipos y soluciones dentales, sistemas de restauración CAD/CAM, sistemas panorámicos y de 3D, instrumentos, higiene, implantes, ortodoncias.	Charlotte, N.C.	
25	Canon Medical	4,0	187.041*	Equipos para angiografías, tomografías, resonancia magnética, ultrasonido, Rayos X, medicina nuclear, IT relacionada con la salud.	Ota City, Tokio.	
26	Hoya	3,5	36.795	Implantes ortopédicos, lentes intraoculares, endoscopios, instrumentos para cirugías laparoscópicas, prótesis.	Shinjuku-ku, Tokio	
27	Hologic	3,4	6.478	Dispositivos de salud femenina, equipos para imágenes, sistemas de mamografías, ultrasonidos, biopsias de pecho, etc.	Marlborough, Mass.	X (2004)
28	Hitachi	3,2	295.941*	Equipos de diagnóstico avanzados: ultrasonido, MRI, Computed Tomography (CT).	Tokio, Japón	
29	Varian Medical	3,2	10.062	Aceleradores lineales y software para tratamiento de cáncer, aparatos para radioterapias, radiocirugía, terapia de protones y braquiterapias.	Palo Alto, Calif.	
30	Sonova	3,0	7.000	Dispositivos y soluciones auditivas de alta tecnología.	Stäfa, Suiza	
	TOTAL	300,1				

Fuente: Medical Product Outsourcing, MPO Magazine, https://www.mpo-mag.com/issues/2020-07-01/view_top30/the-top-30-679842/. Columna de principales productos con base en información de las compañías en sus sitios web. Columna de presencia en Costa Rica con base en información de CINDE.

(*) Total de empleados en la corporación.

Una importante característica de la industria es que por sus consecuencias para la seguridad y la salud, los estándares que aplican a los dispositivos médicos son muy estrictos. Obtener los permisos y certificaciones para cumplir con ellos en múltiples mercados requiere tiempo significativo, recursos financieros y talento humano, y es considerado uno de los retos más importantes para el éxito competitivo en el sector. En consecuencia, los estándares crean barreras de entrada considerables al mercado de dispositivos médicos, particularmente para empresas pequeñas y medianas. Y no se trata solo de estándares públicos sino los privados. Existen dos conjuntos de estándares privados, los ISO 9000:2000 y los ISO 13485:2003, Sistemas de Gestión de Calidad en Dispositivos Médicos. Este último está alineado con las regulaciones del Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos sobre buenas prácticas de manufactura en el sector de dispositivos médicos, y aplica a las empresas de todos los tamaños. Además, la manufactura de una variedad de dispositivos médicos debe cumplir con estándares de “cuarto limpio” en su proceso de manufactura.

C. El desarrollo del sector en Costa Rica: etapas, hitos, actores

Para comprender la evolución de la industria en Costa Rica es conveniente dividirla en etapas según la secuencia, intensidad y tipo de empresas que fueron entrando, así como hitos o desarrollo clave que caracterizaron ese desarrollo. Esa evolución, que comenzó con la instalación de Baxter en 1987, puede dividirse en cinco períodos:⁵

• 1985- 2000. Etapa inicial	24 empresas
• 2001-2008. Crecimiento y diversificación moderados	21
• 2009-2012. Transformación acelerada	21
• 2013-2020. Crecimiento acelerado y ascenso en cadena de valor:	25
TOTAL.	91 empresas

El Cuadro 3 tiene el detalle de las empresas que se instalaron en estos períodos, sus principales productos y el segmento de la cadena de valor en que se posicionan. Como se puede observar, poco más de un cuarto de las empresas se instalaron antes del 2000 y, tres cuartas partes se instalaron en los últimos 20 años, con un período muy fuerte de instalación de empresas en los cuatro años del 2009 al 2012 (21 empresas) y en los siete años del 2013 al 2020 (25 empresas).

El Gráfico 6 muestra el importante crecimiento de las exportaciones y del empleo. Las exportaciones de dispositivos médicos pasaron de US\$ 1.257 millones en 2011 a US\$ 3.934 en 2020. Y el empleo pasó de 13.561 personas a 38.280 entre los mismos años, una creación de 2.746 puestos de trabajo por año en promedio.

Etapa inicial: 1985-2000

El período antes del 2000 se inicia con la instalación de Baxter Healthcare (OEM) en 1987 con una planta para producir descartables (sets intravenosos IV). Baxter, que estaba instalada en Puerto Rico y en República Dominicana, decide hacer una inversión en Costa Rica. Poco a poco empieza a ver las ventajas de crecer en Costa Rica y a partir de 1993 empieza a transferir a este país líneas de producción que tenía en Puerto Rico y República Dominicana. Baxter multiplica el empleo por cinco en tres años: de 300 personas en 1993 a 1.500 en 1996. Además, hace grandes cambios y mejoras en las líneas de producción de Costa Rica, incluyendo mayores valor agregado y integración vertical, al punto en que ninguno de los productos que fabricaba en 1993 lo fabricaba para el 2001.⁶

En 1991 se instala Precision Concepts, fabricante de componentes por contrato; en 1994 se instala Smith & Sterling (OEM), fabricante de implantes dentales; en 1996 se localiza De Royal (OEM), que produce

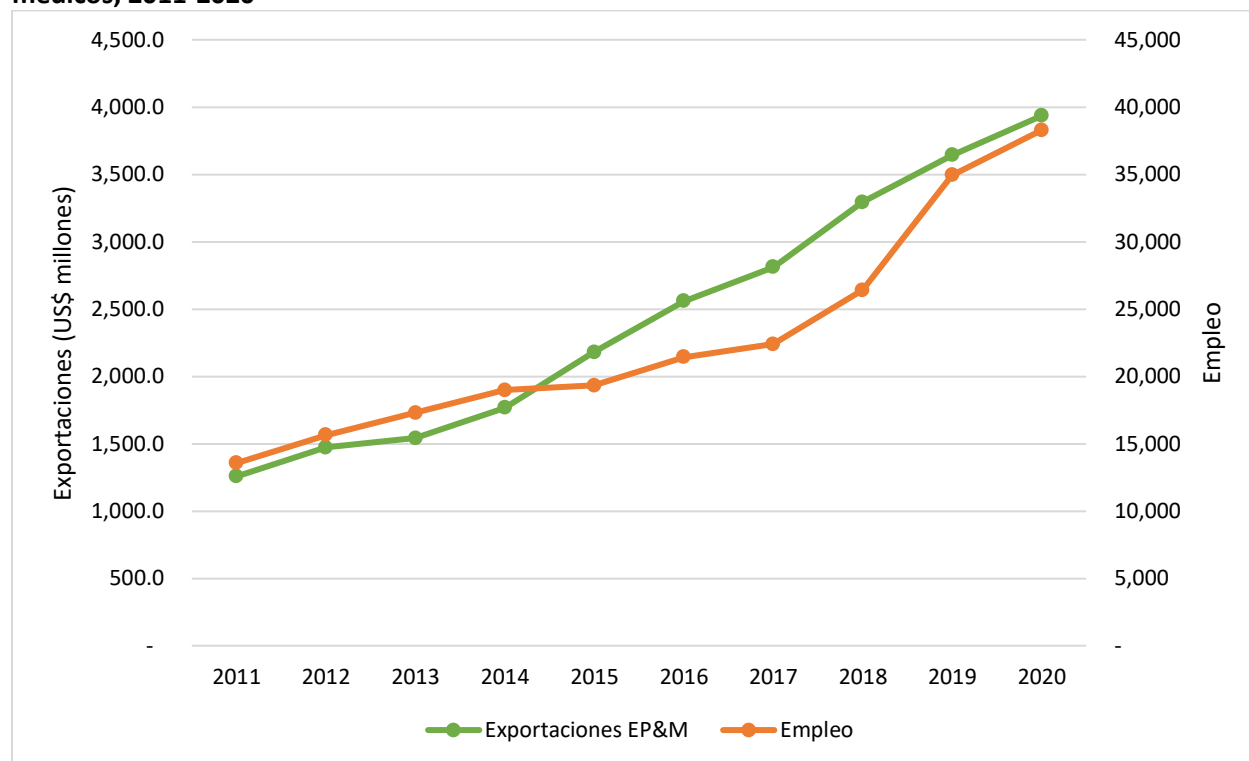
⁵ Los primeros cuatro períodos fueron distinguidos y analizados por Bamber y Gereffi (2012). El quinto es un nuevo período de 2013 al presente que se caracteriza en este trabajo. La descripción de los primeros cuatro períodos fue enriquecida con las entrevistas hechas para este estudio.

⁶ Entrevista a Nelson Rodríguez, gerente de Producción 1993-1997, luego gerente general 1997-2001 de Baxter Healthcare en Costa Rica y a partir de 2001 gerente Global de Manufactura de Baxter. Hoy día vicepresidente Global de Manufactura de *Devices* de AbbVie, empresa biofarmacéutica que se originó como spin-off de Abbott Laboratories en 2011. En 2019 AbbVie compra a Allergan.

dispositivos quirúrgicos. Y en 1999 se instalan dos OEMs: Allergan de estética femenina y Abbott Laboratories de sets IV. En ese año se localiza también Micro Technologies, suplidora de componentes.

En total en este período se instalan 24 empresas: cinco OEMs, siete de componentes, siete de empaque, tres de servicios de apoyo, una de insumos y una de acabado.

Gráfico 6. Costa Rica. Crecimiento de las exportaciones y del empleo en el sector de dispositivos médicos, 2011-2020



Fuente: CINDE con base en datos de PROCOMER, CCSS y CINDE, 2020. Nota: EP&M: Equipo de precisión y médico.

Hacia el año 2000 el país estaba posicionado en solo tres segmentos de la CGV de los dispositivos médicos: Cardiovascular, salud y estética femenina, dental y dispositivos quirúrgicos, y con solo una EMN instalada en cada segmento, con excepción de cardiovascular en el cual había dos: Baxter y Abbott Laboratories. Estas eran las dos empresas más grandes en monto de inversión, empleados y exportaciones. Ya Baxter era una empresa líder y su instalación, más la localización en los 90s de las otras empresas mencionadas, empezó a abrir los ojos de CINDE al potencial del sector de DMs. Esas empresas pioneras también empezaron a poner a Costa Rica en el mapa de otras empresas líderes de la industria.

En esta etapa, las OEM empiezan a darse cuenta de la capacidad de la fuerza de trabajo del país para adaptarse a las empresas y de las posibilidades de expandir operaciones en Costa Rica al integrarse verticalmente mediante la instalación de los primeros fabricantes, en su mayoría extranjeros, de componentes con procesos de extrusión, moldeo, inyección y otros, así como de servicios de apoyo.

Crecimiento y diversificación moderados: 2001-2008

La gran empresa cuya instalación le terminó de “abrir ojos a CINDE” para enfocarse más en el sector de DMs fue Abbott, que se instaló en 1999. Fue un hito en términos de la política de atracción de inversiones en el sector de DMs. Es luego de su instalación que CINDE realmente empieza a hacer una estrategia de atracción de inversiones con visión de sector de dispositivos médicos.⁷ Eso coincide con una reestructuración estratégica que hace CINDE en 2000-2001, que consistió en segmentar la actividad de atracción de inversiones por sectores. Hasta entonces la mayoría de la atención de CINDE en los años 90s había estado en el sector de IT y electrónica, y en el 2001 CINDE decide cambiar la estrategia de atracción de inversiones al enfocarse en tres sectores: IT y electrónica, servicios modernos (*call centers*, *BPO*), y dispositivos médicos. En este período cada una de estas industrias es estudiada a profundidad con el objetivo de identificar y contactar empresas específicas para atraer a invertir en Costa Rica.

Otro elemento que se aclara en este período, a partir del establecimiento de Abbott, es la dinámica de instalación de proveedores. Cada vez que se instala en el país una de las grandes OEMs, durante los siguientes dos a tres años vienen proveedores ligados a su operación. Es la OEM grande la que le sugiere a CINDE la lista de suplidores que le gustaría ver instalados en Costa Rica y CINDE hace el respectivo seguimiento. En ese sentido la dinámica de establecimiento sigue un patrón de “líderes y seguidores”. Esto es así porque la industria es altamente regulada y debe cumplir con estrictos estándares que solo los suplidores globales bien establecidos pueden cumplir. Por esta razón, cuando se instala un OEM, le sigue el establecimiento de la mayoría de su cadena de suministro de componentes y servicios básicos. A su vez, la creciente presencia de suplidores crea un círculo virtuoso porque la existencia de masa crítica se convierte en sí misma en un elemento atractivo para inversiones adicionales.⁸

Entre 2001 y 2008 se instalaron en el país 21 empresas, de las cuales cinco fueron OEMs. A los segmentos del mercado en los que ya había producción se agregan ahora cuatro nuevos segmentos de fabricación de dispositivos médicos en los que Costa Rica no había estado posicionada: endoscopía, segmento en el que instalan dos empresas nuevas (Boston Scientific y Horizons International); dispositivos ortopédicos (Smith & Nephew); equipos de protección médica (Proquinal); y esterilización, segmento en el que se establece la empresa Steris en el 2008. Además de nuevas inversiones en esos cuatro segmentos en este período se dan nuevas inversiones en los segmentos ya existentes de dispositivos dentales y de salud femenina.

El establecimiento de Steris en 2008 fue un hito y un gran avance. Hasta 2007 Costa Rica había sido exitosa atrayendo multinacionales al sector, pero se trataba básicamente de instrumentos desechables de baja complejidad. No se fabricaban, por ejemplo, válvulas para el corazón u otros implementos cardiovasculares dado que para comercializarlos, tenían que pasar por un proceso de esterilización no disponible en Costa Rica. Para esterilizarlas hubieran requerido enviarlas a Estados Unidos y luego devolverlas para ser empaçadas, lo cual habría complicado la logística y aumentado sustancialmente los costos. Y no había esterilización porque sin la producción de válvulas para el corazón y otros productos similares, la demanda de servicios de esterilización era insuficiente. CINDE entendió claramente que se trataba de un problema clásico de coordinación que el mercado no podía solucionar por sí mismo. Tenían que añadir el proceso de esterilización para desarrollar los vínculos más complejos de la cadena de valor. Sus esfuerzos rindieron frutos con la llegada de Steris en 2008 y luego de Sterigenics en 2010. Al cabo de

⁷ Entrevistas con Vanessa Gibson y Lucía Gross.

⁸ Entrevistas con Vanessa Gibson y Lucía Gross.

tres años de instalarse Steris, Costa Rica había atraído con éxito diversas empresas en el sector cardiovascular, entre ellas Boston Scientific en 2009, Abbot Vascular en 2010 y St. Jude Medical en 2010.

Este período puede llamarse de crecimiento y diversificación moderados porque durante estos ocho años el país logra posicionarse en un total de siete segmentos de la CGV de DMs, incluyendo el crítico segmento de esterilización, y se duplica el número de OEMs a un total de 10 en el 2008. Y en este mismo año más de 20 suplidores internacionales cubrían una amplia variedad de procesos: inyección, moldes, herramientas, soldaduras laser, estampado, extrusión, recubrimientos especializados y otros.

Cuadro 3. Etapas en el crecimiento del sector y en la localización y características de sus empresas

Año de entrada	Características de las empresas	Segmentos básicos de mercado	Empresas (seleccionadas) que se instalaron en el período	Ejemplos de productos
Hasta el 2000 24 Empresas 8 EEUU 15 CR 1 Alemania	5 OEM 7 Suplidores de Componentes 7 Empaque 1 Acabado 3 Servicios de apoyo	Cardiovascular/ Descartables/ Administración de medicamentos (1) Dental (1) Dispositivos quirúrgicos (1) Salud Femenina (1)	<ul style="list-style-type: none"> Baxter Healthcare (OEM) Abbott Laboratories/Hospira/ICU Medical (OEM) Precision Concepts Medical Micro Technologies Smith Sterling (OEM) De Royal (OEM) Allergan (OEM) Corbel 	Dispositivos intravenosos Inyección, Over-molding, tooling, soldadura laser, etc Implantes dentales Implantes de pecho/ Brasieres de mastectomía
2001-2008 21 Empresas 17 EEUU 1 Reino Unido 3 Costa Rica	5 OEM 9 Suplidores de Componentes 2 Acabado 1 Logística 2 Empaque 2 Servicios de apoyo	Endoscopía (2) Ortopedia (1) Dental (1) Equipo de Protección Médica (1) Esterilización (1) Salud femenina (1) Suplidores (9)	<ul style="list-style-type: none"> Boston Scientific (Endosc) (OEM) Horizons Intl. (OEM) Smith & Nephew (OEM) Align Technologies (OEM) Proquinal Steris Hologic (OEM) Oberg Industries, Viant Medical, Spectrum Plastics, UTITEC Medical, Nelipak, Inlt Precision Molds, Cregana Medical, Specialty Coating Systems 	Dispositivos de endoscopía Dispositivos quirúrgicos Dispositivos ortopédicos Alineadores dentales Material de tapizado para muebles hospital Esterilización Dispositivos salud femenina Inyección, moldes, tooling, estampado, soldadura laser, extrusión, recubrimiento de Parylene
2009-2012 24 Empresas 20 EEUU 1 CR 1 Holanda 1 Alemania 1 Japón	11 OEM 11 Suplidores de Componentes 1 Esterilización 2 Empaque	Estética femenina (1) Cardiovascular (4) Ortopedia (2) Administración de Medicamentos (1) Radiología (1) Esterilización (1) Neuroendovascular (1)	<ul style="list-style-type: none"> Establishment Labs Boston Scientific (Cardio) Abbott (St. Jude Medical) Abbot Vascular Philips Wright Medical Medtronic Moog Medical Bayer Sterigenics Microvention 	Implantes de seno Válvulas de corazón Catéteres, IV sets, Diseño 3D de implantes ortopédicos Componentes de metal para implantes de columna Juegos de radiología

		Ópticos (1) Suplidores (11) Servicios de apoyo (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Coopervision • Tegra Medical, Confluent Medical, SMC Ltd, Merrill's Packaging, Freudenber, PolyOne, Applied Medical Precision, Okay Industries, Prent, G. Rau, Tekni-plex/Natvar • Thermofisher Scientific 	<p>Microdispositivos para procedimientos neuroendovasculares. Lentes de contacto</p> <p>Inyección, moldes, tooling, estampado, soldadura laser, extrusión, azafates.</p> <p>Suministros para cuartos limpios</p>
2013 – 2020 28 Empresas 25 EEUU 1 Venezuela 1 Francia 1 China	12 OEM 9 Suplidores de Componentes 7 Servicios de Apoyo	Cardiovascular (3) Dental (3) Endoscopia (1) Neuromodulación (1) Ópticos (1) Ortopedia (1) Ostomía (1) Salud femenina (1) Suplidores (9) Servicios de apoyo (7)	<ul style="list-style-type: none"> • Theragenics (OEM) • Edwards Lifesciences (OEM) • Cardinal Health (OEM) • Viax Dental Lab (OEM) • Smile Direct Club (OEM) • Implant Concierge (OEM) • Apollo Endosurgery (OEM) • Boston Scientific R&D (OEM) • Essilor (OEM) • Microport (OEM) • Coloplast (OEM) • CooperMedical (OEM) • Biomerics ATL, TE Connectivity, ATL Technology, CASS, Resonetics, Interwire, Itek, Heraeus Medical, Advant Medical. • National Building Maintenance, VWR, Precision Coating, Sachs, Pharma Bio Serv, CRxLifesciences, Visional Technology. 	<p>Agujas Válvulas del Corazón,</p> <p>Medias de compresión, dispositivos de diálisis</p> <p>Implantes dentales Diseño de alineadores dentales, Plataforma de software para dentistas.</p> <p>Diseño, prototipado y prueba de dispositivos</p> <p>Marcos de anteojos</p> <p>Diseño 3D de implantes ortopédicos</p> <p>Bolsas de ostomía</p>

Fuente: Adaptada a partir de Bamber y Gereffi (2012), revisada y actualizado para 2013-2020 por el autor con datos de CINDE, con inclusión de productos y segmentos.

Notas: (a) Abbott Laboratories se instala en 1999, unos meses después hacen un spin-off llamado Hospira. Esta fue adquirida temporalmente por Pfizer y luego por ICU Medical en 2017. (b) La contabilidad de empresas en este cuadro incluye las empresas costarricenses, no solo a las EMNs.

Sin embargo, como lo muestra el Gráfico 7, todavía en el 2007-2008, las exportaciones de DMs del país, que ya se acercaban a US\$ 1000 millones, estaban dominadas por la categoría de descartables (US\$ 465 millones) productos de bajo valor unitario, y alto volumen. Aunque ya en el 2008 empieza el crecimiento de la categoría de dispositivos terapéuticos (US\$ 275 millones), liderado por las exportaciones de dispositivos ortopédicos y de endoscopia.

Transformación acelerada 2009-2012

Este corto período fue transformacional en el crecimiento del sector. Las exportaciones totales pasan de poco menos de US\$ 1000 millones en 2009 a US\$ 1500 millones en 2012, lideradas por el continuo crecimiento de la categoría de descartables, pero también por el dinamismo del segmento de instrumentos, cuyas exportaciones pasan de US\$ 187 millones en 2009 a US\$ 408 en 2012. (Ver Gráfico 7).

En solo cuatro años se instalaron en el país 24 nuevas empresas (un promedio de ocho empresas por año), de las cuales 11 son OEMs, con lo cual más que se duplicó el número de OEMs que había hasta el 2008. Algunas de estas empresas hicieron inversiones iniciales grandes con alta demanda de recursos humanos, de entre 1.000 y 2.000 personas cada una. A cada empresa le toma entre 18 y 24 meses construir el edificio, tiempo durante el cual CINDE trabaja intensamente con cada empresa y con varias universidades y centros de formación en programas de capacitación para desarrollar en ese lapso los recursos humanos necesarios. Algunos de los ingenieros que se incorporan a la industria médica venían del sector microelectrónico, pero se recapacitan y certifican para la industria médica. Por ejemplo, en un cuarto limpio en el que Costa Rica ya tenía experiencia con Intel y otras empresas electrónicas lo que importa es la electricidad estática. En el caso de la industria médica lo que importa más del cuarto limpio es la carga microbiana.⁹

Se instalan también 11 suplidores de componentes, lo cual consolida e integra mucho más verticalmente la cadena de valor del sector en el país. Un hito importante fue la instalación en 2010 de la segunda empresa especializada en esterilización, Sterigenics.

Con estas inversiones Costa Rica se posiciona en cuatro nuevos segmentos de la cadena de valor de DMs en los que no estaba anteriormente: dispositivos ópticos (Coopervision), neuroendovasculares (Microvention), equipo de protección médica (Proquinal) y equipo de radiología (Bayer). Además, consolida su posicionamiento en los segmentos cardiovascular, con la inversión de cuatro nuevas empresas (Boston Scientific Cardio, Abbott (St. Jude Medical), Abbott Vascular y Philips), de ortopedia con dos nuevas empresas (Wright Medical, Medtronic), de administración de medicamentos (Moog Medical), y de dispositivos ópticos (Coopervision).

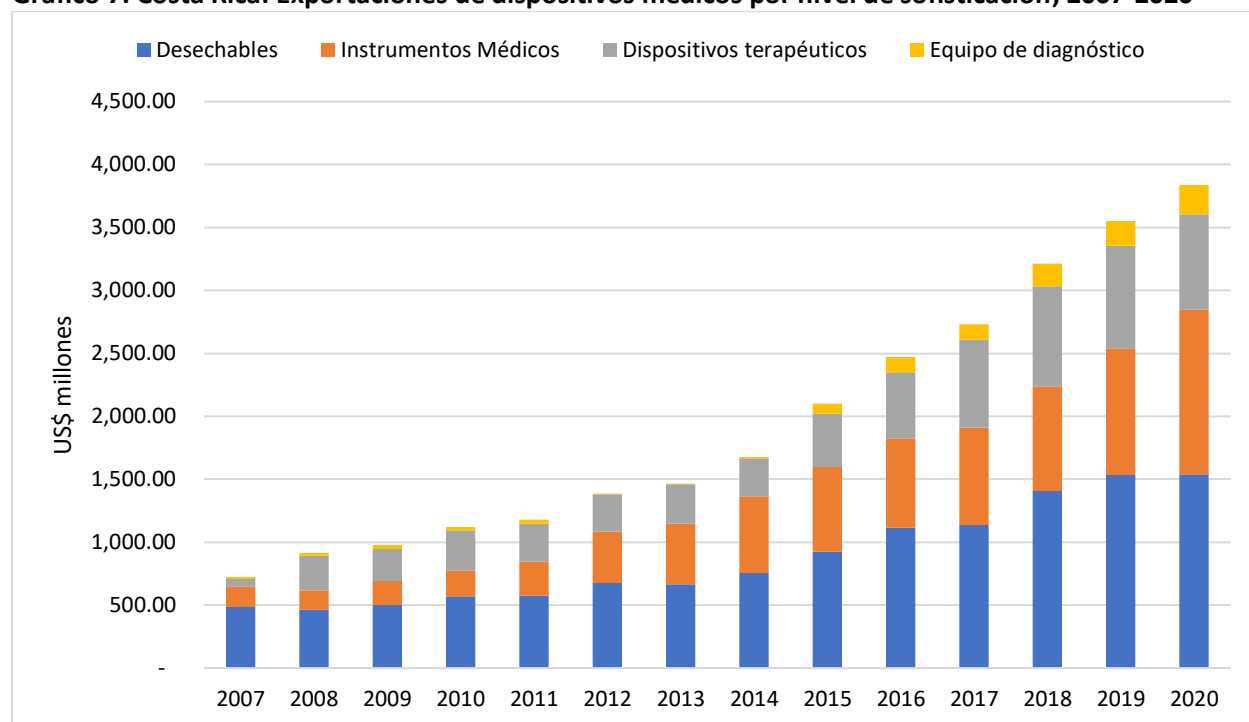
Con nuevas inversiones de origen alemán (Freundenberg Medical), holandés (Philips) y japonés (Microvention) se diversifica un poco el sector en términos de origen de las inversiones, aunque claramente es una industria en la que predominan las empresas norteamericanas.

Otro hito importante durante este período fue el establecimiento en 2009 de la primera empresa costarricense productora de dispositivos médicos, Establishment Labs, especializada originalmente en implantes mamarios y, más recientemente, de glúteos. Esta *startup* comenzó en el 2004 en el proverbial garaje de su fundador, un cirujano plástico, y hoy día exporta a más de 60 países en todo el mundo, incluyendo Japón, China, Reino Unido, Suecia y Brasil, y factura más de US\$ 40 millones anuales. Tiene tres centros de distribución: en Costa Rica, Bélgica y Asia. Desde Costa Rica su equipo (de casi 400 personas) investiga, innova, desarrolla, produce, comercializa y maneja toda la logística de comercialización y posicionamiento de la marca a nivel internacional. El éxito de esta empresa es notable por varias razones, incluyendo que el mercado de implantes mamarios es uno de los sectores más altamente regulados del mundo. Varias empresas internacionales han invertido sumas importantes para

⁹ Entrevista con Lucía Gross.

el crecimiento de esta empresa. Parte del éxito de esta firma es el desarrollo de innovaciones propias. Tres de ellas han sido: un microchip que se inserta en cada implante mamario que proporciona a los médicos y pacientes los datos del producto y completa trazabilidad;¹⁰ un escáner que escanea a 360 grados el cuerpo de las pacientes y permite ajustar con tecnología 3D los implantes al gusto de las pacientes; y una textura especializada en el implante para evitar desplazamiento. Desde julio de 2019 las acciones de la empresa se cotizan en NASDAQ. Hoy la empresa está entre las 10 empresas fabricantes de implantes mamarios más importantes del planeta.¹¹

Gráfico 7. Costa Rica: Exportaciones de dispositivos médicos por nivel de sofisticación, 2007-2020



Fuente: CINDE con base en datos de PROCOMER y la clasificación de la Universidad de Duke.

Nota: A continuación se definen las cuatro categorías agregadas que usan las estadísticas de comercio para clasificar los productos de la industria de dispositivos médicos y ejemplos de cada categoría:

Categoría de producto	Ejemplos de productos
Descartables	Agujas, jeringas, catéteres, tubos, sets intravenosos (IV), vendajes, guantes quirúrgicos, equipos de infusión y transfusión.
Instrumentos médicos y quirúrgicos	Instrumentos dentales tales como taladros, instrumentos oftalmológicos, fórceps, tijeras médicas, dispositivos de diálisis, desfibriladores cardíacos.
Dispositivos terapéuticos	Partes del cuerpo artificiales, dientes artificiales, dispositivos auditivos, marcapasos, muletas, implantes, piezas protéticas.
Equipos de capital (de diagnóstico e imágenes)	Máquinas para Imágenes de Resonancia Magnética (MRI), máquinas para electrocardiogramas, máquinas de ultrasonido y Rayos X, aparatos para electro-diagnóstico, aparatos basados en rayos ultravioleta o infra-rojos, aparatos basados en radiaciones alfa, beta o gamma, sistemas de monitoreo de pacientes, monitores de presión sanguínea.

¹⁰ <https://www.elfinancierocr.com/negocios/la-historia-de-establishment-labs-la-productora-costarricense-de-implantes-mamarios/IJMKIVQQZRBPFDSKCBA4IGWASI/story/>

¹¹ <https://forbescentroamerica.com/2019/11/04/el-secreto-del-garaje-costarricense-que-llego-al-nasdaq/>

Crecimiento acelerado (despegue) y ascenso en la cadena de valor 2013-2020

Durante este período se da un crecimiento vertiginoso de las exportaciones del sector, que pasan de US\$ 1.542 millones en el 2013 a más de US\$ 3.935 millones en el 2020 (Gráfico 6). Las cuatro principales categorías de productos crecen: descartables crece de US\$ 664 millones en 2013 a US\$ 1.541 en 2020; instrumentos médicos y quirúrgicos se multiplica 2.5 veces de US\$ 485 millones a US\$ 1.206 millones entre los mismos años; dispositivos terapéuticos pasan de US\$ 310 a US\$ 756 millones, y equipos de capital de diagnóstico, la categoría de mayor valor agregado, hace un despegue en este período de US\$ 10 a US\$ 235 millones. Claramente el sector de DMs se consolida y madura bastante en este período y muestra un importante rango de diversificación en cuanto a segmentos de la cadena de valor en la que se posiciona, en cuanto a productos y también en relación con el ecosistema de suplidores locales, que ya llega a 120 empresas, como se verá en más detalle en la sección sobre encadenamientos.

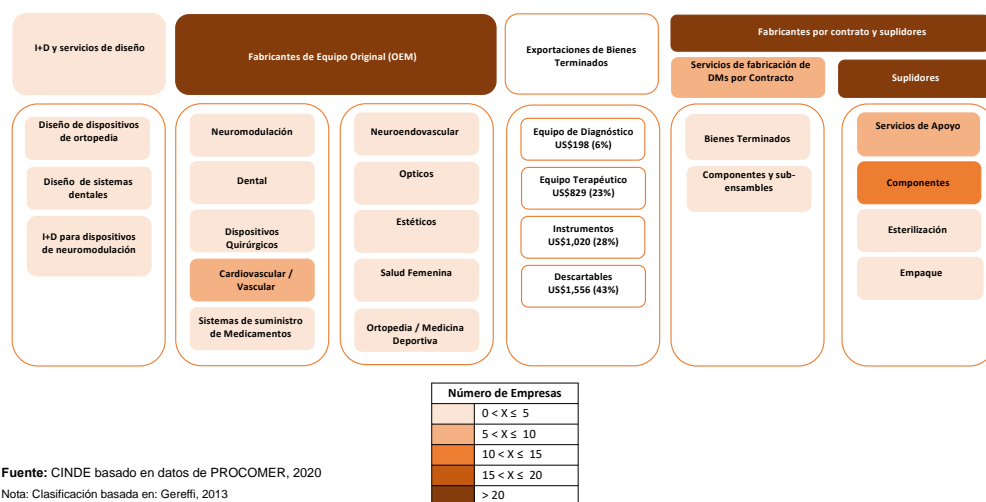
Durante estos siete años hubo otra impresionante ola de IED en el sector: se instalaron 28 nuevas empresas (un promedio de cuatro por año) de las cuales 12 son OEMs, nueve de suplidores de componentes y siete de servicios de apoyo. Con estas inversiones Costa Rica fortalece su posicionamiento en el segmento de cardiovasculares, con la presencia de tres nuevas empresas (Theragenics, Edwards Lifesciences y Cardinal Health); en el dental, con otras tres nuevas empresas (Viax Dental, Smile Direct Club y Implant Concierge); de endoscopía con una empresa adicional (Apollo Endosurgery); en el de ópticos con una empresa adicional (Essilor); en ortopedia con la instalación de Microport; y en salud femenina con la instalación de CooperMedical. Además, el país se posiciona por primera vez en dos nuevos segmentos de la CGV de DMs: el de ostomía,¹² con la inversión de Coloplast, y en el de neuromodulación,¹³ con la inversión de Boston Scientific R&D. Todas estas empresas son OEMs. Es la instalación de todas estas nuevas empresas, más la expansión de inversiones de algunas de las firmas existentes, lo que explica el crecimiento exportador y la diversificación en el rango de productos reflejado en el Gráfico 7.¹⁴ Este fue un período intenso para los principales actores del sector, tal como se explica en la siguiente sección. Una visión sintética del posicionamiento actual de Costa Rica en la CGV de los DMs se presenta en el Gráfico 8.

¹² Ostomía es el tipo de operación requerida cuando una persona ha perdido las funciones del intestino y/o vejiga, sean estas por condiciones congénitas, traumas, enfermedad u otra causa. Dichas operaciones incluyen colostomía, ileostomía y urostomía. Una **ostomía** es una abertura artificial (estoma) creada quirúrgicamente desde el cuerpo hacia afuera para permitir el paso de orina y heces.

¹³ Neuromodulación es una técnica que consiste en la aplicación de una corriente de baja frecuencia cerca del sistema nervioso periférico para aumentar o disminuir la excitabilidad de un grupo de neuronas. Se estimula y reinicia el impulso nervioso para el buen funcionamiento neuromuscular.

¹⁴ Es de interés notar que en varios casos la presencia de nuevas empresas no obedece a una decisión de invertir en Costa Rica, sino que se debe a procesos de Fusiones y Adquisiciones (M&A) a nivel corporativo global. Por ejemplo, ICU Medical está en Costa Rica por su adquisición de Hospira en 2017. Medtronic está presente por su adquisición de un suplidor, Covidien. Cardinal Health está presente por su adquisición de una de las divisiones de Covidien y de Cincotek. (Entrevista con Carolina Sánchez, Gerente del Sector Médico, CINDE).

Gráfico 8. Dispositivos médicos: participación de Costa Rica en la cadena global de valor, 2020



D. Estrategias, actores, dinámicas, mecanismos de coordinación y gobernanza para impulsar el crecimiento del sector

Hasta aquí el panorama general de la evolución del sector en el país y sus etapas. Esta sección se enfoca en las estrategias, políticas y retos que enfrentados en esta evolución y la forma como los diferentes actores (entidades públicas, empresas, entidades académicas) interactuaron para resolver problemas, mejorar las condiciones de competitividad y escalar en la cadena de valor.

i) Metodologías de trabajo, coordinación y capacidades institucionales

Como queda claro de la narrativa anterior, los principales actores y líderes institucionales en la evolución del sector han sido CINDE, PROCOMER y COMEX. CINDE ha sido el gestor principal de dos tipos de funciones:

- a) La atracción de inversiones. Durante esta etapa CINDE lideró la presentación de las ventajas y condiciones generales y específicas del país (el clima de inversión, el RZF y la infraestructura de los parques industriales, régimen impositivo, condiciones de los recursos humanos, entre otros). En esta labor CINDE con frecuencia se hace acompañar o incluye una visita, entre otros interlocutores, a la Asociación de Zonas Francas de Exportación (AZOFRAS), así como a PROCOMER, que explica las características del RZF, así como la creciente capacidad de oferta del país para suministrarle a las empresas extranjeras.
- b) La etapa post-establecimiento. Esta es de fundamental importancia y tiene a su vez al menos tres dinámicas:
 - i) Brindar servicios integrales de facilitación a las empresas en proceso de establecimiento e inicio de operaciones;

- ii) Atender la dinámica de “líderes y seguidores” que se da tras el establecimiento de una OEM grande, en virtud de la cual se desencadena un proceso de establecimiento de una serie de empresas suplidoras de la empresa líder. Y,
- iii) Apoyar y facilitar el proceso de constantes reinversiones y sucesivas expansiones de la operación por parte de las empresas ya establecidas.

Estas tres dinámicas se combinan en un proceso continuo e intenso que requiere facilitación y apoyo institucional de todo tipo: trámites, los cuales abundan en las municipalidades; logística; desarrollo de recursos humanos y reclutamiento, lo cual requiere trabajo con las universidades y centros de formación; y ayuda con la ubicación de proveedores locales, entre otros. Todo esto lo facilita CINDE mientras PROCOMER se encarga del desarrollo de proveedores, aunque recientemente CINDE también ha entrado a apoyar en este tema por las razones que se explican en la sección sobre encadenamientos.

Hay un decir en CINDE, según el cual “atraerlos es lo fácil, lo difícil es el post-establecimiento”, lo que se refiere a todo el proceso interno de apoyo y facilitación que requiere múltiples y frecuentes reuniones y toda una dinámica de seguimiento caso por caso. De hecho, CINDE ha desarrollado una metodología y un protocolo para contactos periódicos con las empresas, incluyendo preguntas sobre planes de inversión y obstáculos en el ambiente local. Cuando algún obstáculo es identificado como común para varias empresas se movilizan acciones o se crea un comité para encontrar soluciones.

En estos procesos todas las empresas y CINDE deben enfrentar las realidades de la interlocución con una variedad de instituciones y actores en el ecosistema empresarial y público local.¹⁵ Allí la experiencia es variada. El panorama de las capacidades de interlocución y de respuesta de las instituciones públicas, académicas y privadas nacionales en diferentes áreas tiene una trayectoria con claros y oscuros. En algunas áreas se ha avanzado mucho en su mejoramiento, pero otras continúan por debajo de los estándares competitivos internacionales, sobre todo cuando los destinos con los cuales las EMNs están comparando a Costa Rica son países como Irlanda, Singapur, México, Vietnam y otros.

Desde las etapas tempranas del sector hasta hoy día CINDE ha jugado un importante papel en mejorar la interlocución o interacción de diversas instituciones públicas y académicas con las empresas. Eso requiere intervenciones que demandan la preparación previa de las instituciones para que tengan una buena comprensión del tipo de información, servicios y mensajes que requieren y esperan las empresas. De la necesidad de institucionalizar esta función surgió la creación en CINDE del Departamento de Clima de Inversión en el año 2008.

De hecho, uno de los efectos transformadores o externalidades positivas más fuertes del establecimiento de EMNs en el país es el mejoramiento de las capacidades nacionales de interlocución y respuesta a los requerimientos de servicios de las EMNs en todos los campos: regulaciones; trámites; suministro de insumos públicos como electricidad, transporte y logística; recursos humanos y estudios ambientales, entre otros. Esta mejoría de las capacidades fue ampliamente visible durante el establecimiento de Intel en 1998 y siguió fortaleciéndose desde entonces. El avance se ha dado en muchas instancias y niveles, desde universidades hasta el papel del presidente de la República y de los ministros de Estado. Sin embargo, hay heterogeneidad, y los avances no han sido constantes o lineales. “Uno de los efectos

¹⁵ Las principales entidades de gobierno con las que se interactúa incluyen: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), municipalidades, el Consejo Superior de Educación, prácticamente todos los ministerios, y las municipalidades, entre otros.

transformadores fue sacar a todo el mundo de la zona de confort. En muchas entidades públicas ha mejorado la capacidad de interactuar. Sin embargo, las universidades han sido las más reacias, todavía al día de hoy. Todo depende de quién es el director de la escuela.”¹⁶

Hasta el presente CINDE ha sido el principal gestor de la interlocución y facilitación post-establecimiento con las EMNs (con PROCOMER especializada en las funciones que se describen abajo), pero precisamente porque este tipo de labores son un reto y una responsabilidad colectiva de todos los miembros del sector y es importante el papel proactivo de las mismas empresas, desde principios de 2019 se empezó a conversar sobre la posibilidad de organizar la gobernanza y los procesos de colaboración entre las empresas, las entidades de gobierno y las académicas, en una iniciativa clúster. Tal iniciativa arrancó en 2019. Su dinámica, resultados y retos se analizan en la subsección sobre gobernanza y desarrollo institucional.

Por su parte, PROCOMER desarrolla cuatro funciones principales que se relacionan con el sector de dispositivos médicos: (i) administración del RZF; (ii) desarrollo de proveedores y creación de oferta local; (iii) promoción de exportaciones de las empresas locales; y (iv) análisis de datos de exportación, empleo y compras locales, entre otros.¹⁷ En el desarrollo de estas funciones funcionarios de PROCOMER gestionan y participan en proyectos de colaboración con empresas individuales o grupos de empresas de muy diversa índole, incluyendo colaboración con CINDE y entidades de formación para el desarrollo de recursos humanos. Estas funciones de PROCOMER son sumamente complementarias de las de CINDE en la etapa de post-establecimiento y se enfocan en trabajar tanto con las empresas extranjeras como con las locales. Su objetivo principal se puede conceptualizar como el desarrollo de las capacidades de las empresas, tanto extranjeras como locales, y en sus respectivas cadenas de valor. En el caso de las empresas locales, PROCOMER ha trabajado desde la creación de la Gerencia de Encadenamientos en el 2001 en su promoción. La naturaleza e impacto de esta función y sus retos se analiza en la sección iv) sobre encadenamientos y desarrollo de proveedores.

ii) Fuerza de trabajo y entrenamiento

Para hacer posible el vertiginoso crecimiento que ha tenido la industria de dispositivos médicos, en particular en los últimos 12 años, la existencia y formación de recursos humanos ha sido un elemento esencial. Sin una respuesta adecuada al respecto, los recursos humanos se hubieran convertido en un cuello de botella para la expansión del sector. Consciente de esto, CINDE ha trabajado continuamente con las universidades y los colegios técnicos, el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y las empresas para ajustar los programas existentes, crear nuevas especialidades, y re-entrenar a la fuerza de trabajo basado en las necesidades y tendencias de la industria de DMs. En este trabajo las empresas contribuyen con el desarrollo de contenidos curriculares y su validación, así como con proyectos en los que los estudiantes pueden participar y hacer pasantías y prácticas en varios campos. De hecho, con frecuencia se señala que la fortaleza más grande de Costa Rica en la atracción de inversiones para DMs es el talento humano. Las empresas señalan que el proceso de *ramp up* (subida de la rampa, se refiere a qué tan rápido llegan las plantas de fabricación al nivel esperado de esa planta) es muy eficiente en Costa Rica gracias a las competencias de la fuerza de trabajo y su rápida curva de aprendizaje.

¹⁶ Entrevista con Vanessa Gibson, Julio, 2020.

¹⁷ Entrevista con Micaela Mazzei, David de Faría, Guillermo Zúñiga, Marco Aragón, Karina López y Cindy Medaglia, funcionarios de PROCOMER.

Específicamente en este período CINDE ha promovido de manera activa varias iniciativas y estudios para mejorar la oferta de recursos humanos que necesitan las empresas en el RZF. Algunas de estas iniciativas, que se listan en el Recuadro 1, han sido particularmente útiles para el sector de dispositivos médicos, en particular el Análisis de Brechas, el *Talent Place*, y la Feria de Empleo.

Desde 2018 CINDE ha venido aplicando una metodología de Análisis de Brechas en materia de recursos humanos, en consulta directa con las empresas del sector, para determinar sus necesidades, incluyendo un mapeo de los socios académicos que pueden desarrollar las ofertas de entrenamiento necesarias. El análisis de brechas no es solo un perfil de profesionales requeridos, es un detalle de las habilidades y competencias específicas que necesita la industria médica dentro de cada perfil ocupacional. El mapeo de los posibles socios académicos no es solo local sino internacional, porque algunas de las especialidades necesarias no se ofrecen en el país y algunas de las empresas del clúster ya tienen convenios con universidades en el extranjero que pueden ayudar, vía becas, a entrenar personal costarricense. De hecho, se ha identificado una brecha muy grande entre las necesidades de la industria y la oferta de la academia local.¹⁸ Como señala Vanessa Gibson: “Lo más innovador que debería tener Costa Rica es un fondo de desarrollo de talento de alto nivel, ya no nos da tiempo para que la academia local reaccione.”

Recuadro 1. Iniciativas de CINDE para mejorar la oferta de recursos humanos

- Skills 4 Life: es una alianza para el bilingüismo.
- Tools for Success Plus: es un fondo para estudiar inglés que beneficia a los estudiantes de colegios secundarios.
- The Talent Place: vincula candidatos de los colegios técnicos y las universidades con las compañías que buscan talento para internados. Incluye un fuerte programa de pasantías que ha sido ampliamente utilizado por varias empresas del sector de DMs.
- CINDE Job Fair: se especializa en el reclutamiento de personal bilingüe.
- Orientación vocacional: para promover carreras en alta demanda.
- Varias encuestas y estudios: Encuesta de Salarios, Estudio de Turnover Industrial, Proyección de Recursos Humanos, y Gap Analysis
- Gap análisis (Análisis de brechas): se enfoca en las áreas de administración de negocios y en ingeniería.
- Facilitación del proceso para el establecimiento de la Maestría en Ingeniería de Dispositivos Médicos en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) (2014).

Fuente: CINDE

Un hito de particular importancia se dio en 2014 con la creación de una Maestría en Ingeniería de Dispositivos Médicos, única en América Latina y el Caribe, por parte del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), con el asesoramiento de la Universidad de Minnesota, que tiene fortalezas en este campo, incluyendo una maestría en Innovación en Dispositivos Médicos. Este proceso fue facilitado por CINDE y Boston Scientific.¹⁹ La creación de esta maestría fue un paso crítico hacia la expansión del ecosistema de tecnología médica en el país. Programas de este tipo son esenciales para seguir construyendo el sector de tecnología médica, y para abrir más oportunidades para ascender en la cadena de valor hacia equipos de capital y actividades de I+D. Además, la existencia de costarricenses entrenados a nivel de maestría puede llevar a impulsar nuevos negocios (*startups*) liderados por emprendedores bien capacitados y con experiencia.

¹⁸ Por ejemplo, del proceso con solo una de las empresas se identificaron necesidades de capacitación con 116 líneas de Excel.

¹⁹ <https://www.elfinancierocr.com/negocios/costa-rica-ofrece-primera-maestria-en-dispositivos-medicos-en-latinoamerica/6GPUYNN5FRGRVJ3YA6AP555VJY/story/>

Del 2013 al 2020 el empleo total del sector más que se duplicó de 17.285 empleados a 38.280. El sistema universitario de Costa Rica (público y privado), graduó entre 3.000 y 4.000 ingenieros cada año entre 2014 y 2018, alrededor de 2.500 cada año en carreras tecnológicas, y alrededor de 2.000 en ciencias. Aun así del total de 44.870 graduados de todas las universidades en 2018, el porcentaje de graduados en ingeniería fue solo de 8% y en ciencias de la salud de 11%, en comparación con 27% en economía y administración de negocios, 19% en educación y 14% en ciencias sociales. Para el crecimiento futuro de la industria de dispositivos médicos y ciencias de la vida en Costa Rica estos porcentajes deben mejorar.

Por otra parte, los colegios técnicos (224 instituciones en 2019) tuvieron un crecimiento importante de graduados en este período: 6.100 en 2013, 7.100 en 2014, 8.500 en 2015 y un crecimiento sostenido hasta 14.600 en 2019.²⁰ Del 2011 al 2018 los colegios técnicos graduaron un total de 8.743 estudiantes en especialidades de ingeniería eléctrica y 5.014 en electrónica.

El INA es una importante institución que gradúa más de 30.000 personas por año en 54 centros distribuidos en todo el país. Entre 2011 y 2018, el INA entrenó a 12.000 personas en especialidades de electricidad, electrónica y metalmecánica. También estableció un Centro Especializado en Electrónica en Heredia, y uno en Metalmecánica en Coyol, Alajuela. Antes de 2018 la atención del INA con el sector de DMs fue relativamente limitada: impartió un Seminario sobre Buenas Prácticas para la Manufactura Médica en centros situados en Heredia, y Cartago, cercanos a Zonas Francas con empresas de DMs. En 2018 el INA evalúa con CINDE una nueva oferta de capacitación, que generó en una serie de módulos de capacitación para Manufactura en la Industria Médica impartida en 2019. Pero el salto más importante se da en 2020 cuando, en el contexto de la Iniciativa Clúster de Dispositivos Médicos y de la Comisión de Talento Humano, se genera un trabajo integral, y se define una Ruta de Atención del INA específica para el Clúster. Se hace un diagnóstico de necesidades específicas de capacitación de las empresas y se cuantifica una necesidad de capacitar a 26.737 personas en nueve especializaciones prioritarias. Se construyó una malla curricular y se hizo un perfil de docentes. En ese mismo año 2020 se inició la capacitación de un primer grupo de personas, esfuerzo que continuó en el 2021. Una alta proporción de empresas hicieron solicitudes específicas y los cursos tienen cupos específicos por empresa. Las mismas firmas han ayudado con entrenadores y con donaciones de algunos equipos necesarios para entrenar.²¹

iii) Mejoramiento (*upgrading*) y diversificación de productos y ascenso en la cadena de valor

Bamber y Gereffi (2012) identificaron cuatro trayectorias potenciales de diversificación y ascenso en la cadena de valor de dispositivos médicos en Costa Rica. A continuación se revisitan estas trayectorias y se comenta sobre su desarrollo en los últimos ocho años y su potencial futuro.

- **Mejoramiento de productos:** en esta trayectoria Costa Rica ha avanzado significativamente. Tal como ya se describió, el país se ha ido reposicionando en nuevos segmentos de la cadena de valor hasta llegar a los 17 segmentos. También se han diversificado los envíos internacionales desde la exportación casi exclusiva de descartables a la de productos de mayor sofisticación tecnológica como instrumentos médicos, dispositivos terapéuticos, y más recientemente bienes de capital. Las exportaciones de equipo de capital han hecho un despegue, de US\$ 10 millones en 2013 a

²⁰ Según datos del Ministerio de Educación Pública.

²¹ Entrevista, e información brindada, con Andrés Romero, Subgerente Técnico del INA, y Amanda Calvo Santana, Asesora. 13 de octubre de 2020.

US\$ 200 millones en 2019. Estos son equipos que combinan *hardware* con *software* y por lo tanto componentes electrónicos. Muchos de ellos se conectan a una consola de “monitoreo”. El salto se empezó a dar en el 2010 con la fabricación de bombas de infusión por parte de ICU Medical. La compañía consolidó en Costa Rica 13 plantas manufactureras que tenía en diferentes países, hasta llegar a emplear a 2.800 personas. Centralizó en el país las funciones de I+D, cadena de suministro, finanzas y recursos humanos. La operación en Costa Rica está verticalmente integrada con 60 prensas de moldeo, cinco extrusores, y un taller de automatización y de herramientas.²² La producción de equipos de capital se fortalece con la producción de equipos de coblación (terapia de radiofrecuencia que sirve para destruir tejidos blandos, para aplicaciones como extirpación quirúrgica de amígdalas, y muchas otras) y ablación (extirpación de órganos y tejidos varios como tumores) por Smith & Nephew. Las empresas que están exportando más equipos de capital son ICU Medical, Hologic y Smith & Nephew. Esta es una línea de alto potencial que crecerá en el futuro. Los avances tecnológicos hacen que cada vez más haya un importante número de productos convergentes que combina dispositivos médicos con software y IT, áreas en que el país tiene fortalezas, lo cual puede dar lugar a nuevas oportunidades de reposicionamiento en el rango de productos, en particular equipos de capital.²³

- Mejoramiento de procesos de los suplidores locales: Como se explica en más detalle en la sección iv), con la creciente presencia de empresas OEM, líderes o tractoras en sus segmentos, y los esfuerzos de PROCOMER y CINDE, Costa Rica ha logrado construir un ecosistema de proveedores amplio y robusto para estas empresas, integrado por más de 120 firmas extranjeras como nacionales. Los suplidores nacionales han logrado reposicionarse desde un nicho inicial concentrado en empaques y etiquetas a procesos crecientemente complejos en términos tecnológicos y que requieren cumplir con estándares y certificaciones en campos tales como: maquinado y utillaje, servicios y suministros para cuartos limpios, servicios de calibración, químicos y acabados especiales. Las empresas nacionales que han calificado para ser proveedoras de OEMs han tenido que mejorar significativamente sus procesos de producción. El tipo de mejoras y apoyos recibidos para llegar a estos niveles se describe en la próxima sección.
- Establecimiento de encadenamientos hacia atrás y hacia adelante: los encadenamientos hacia atrás se pueden aumentar atrayendo más proveedores de insumos clave como resinas, una variedad de partes y componentes, así como de servicios. Esto sustituye importaciones, y reduce costos de transporte y de inventarios. Los encadenamientos hacia adelante se pueden aumentar mejorando las facilidades logísticas para el transporte y haciendo más eficiente el segmento de distribución. Como se describió, un gran salto en el ascenso de la cadena de valor hacia el segmento de distribución se dio cuando se establecieron las dos empresas de esterilización (Steris, 2018 y Sterigenics, 2010), lo que permitió un salto en la exportación de productos finales. El importante progreso de la industria de dispositivos médicos de Costa Rica en el desarrollo de encadenamientos en la última década se analiza en la sección siguiente.
- Diversificación hacia nuevos mercados: Bamber y Gereffi (2012) recomendaron como cuarta posible trayectoria de ascenso para Costa Rica avanzar en la innovación y la I+D para satisfacer la demanda de los países emergentes, no necesariamente los desarrollados, en particular hacia ALC. Como fuente de ventajas competitivas para avanzar en esa dirección se señalaron el avance de Costa Rica en el bilingüismo y el conocimiento de los retos en materia de salud de otros países en

²² Información provista por CINDE con base en información brindada por ICU Medical.

²³ Entrevista con Carolina Sánchez, gerente del Sector Médico, CINDE.

desarrollo. La evolución desde 2010 ha sido hacia una significativa diversificación, aunque no hacia ALC como lo recomendaron o esperaban Bamber y Gereffi: en 2010 solo poco más del 5% de las exportaciones de DMs del país iba a otros mercados que no fueran los Estados Unidos. En 2019 esta proporción fue de 44%: un 22% a Europa, y un 10% a Asia, pero solo un 1% a ALC. Estados Unidos sigue siendo el principal mercado de destino con un 66% de las exportaciones de DMs.

- Atracción de actividades de I+D o ascenso funcional hacia I+D: En 2012 Bamber y Gereffi (2012) se mostraron escépticos sobre las posibilidades de Costa Rica de ascender en la cadena de valor mediante la expansión de las actividades de I+D. En su análisis no vieron factible esta quinta posible trayectoria, al menos a la altura del 2011. Algunas de estas reservas son todavía válidas: las EMNs hacen intenso *outsourcing* en sus redes de producción, pero tienden a mantener los segmentos de I+D en o cerca de sus sedes corporativas; y los altos requerimientos de talento a nivel de doctorados en ingeniería o tecnologías que requieren las actividades de I+D. Sin embargo, a la altura de 2020, y dada la maduración del sector en Costa Rica, este es un nivel de ambición que el país debe plantearse. Por ahora las empresas del sector que más han incursionado en esta área son Boston Scientific y Establishment Labs. Boston Scientific empezó a invertir más en el llamado I+D en *sustaining engineering*²⁴ en 2015 y hoy día tiene un centro con más de 300 ingenieros en esta función, además de otras de I+D e innovación, como función corporativa para el mundo, en un departamento que le reporta directamente a la sede de Boston Scientific. Establishment Labs tiene también un grupo fuerte en esta área. Tres empresas más con laboratorios de I+D son Hologic, Moog y Philips.²⁵

El elemento central para ascender a actividades de I+D es el talento humano con suficiente preparación. Este sigue siendo un obstáculo porque aún no está suficientemente desarrollado en Costa Rica. Los pocos doctorados que se ofrecen en el país son en las ciencias sociales y no en las ingenierías o especialidades tecnológicas. Aunque cada vez hay más graduados en estas áreas, y existe desde 2014 una Maestría en Ingeniería de Dispositivos Médicos, no hay cursos relevantes de doctorado. Para el ascenso a I+D el país debe proponerse soluciones como un Fondo para Becas que permita a los costarricenses a especializarse en el extranjero a ese nivel con el compromiso de regresar al país. Países como Irlanda, Singapur y México, que compiten con Costa Rica en DMs, han utilizado ampliamente incentivos fiscales no solo para financiar becas, sino para dar contribuciones a las empresas.²⁶ Dadas las restricciones fiscales presentes del país, aunque deseable, esta opción no parece viable en el corto plazo. El caso de Establishment Labs, con toda su excepcionalidad, demuestra que en Costa Rica existe el talento empresarial y técnico para emprendimientos que puedan innovar e irrumpir en la industria médica con niveles internacionales de competitividad. La masa crítica de costarricenses familiarizados con la industria puede abrir posibilidades de más disrupciones de este tipo en el futuro, aunque el ascenso hacia I+D va a depender más de las subsidiarias de las multinacionales.

²⁴ *Sustaining engineering* es el apoyo técnico y la innovación relacionada con productos maduros.

²⁵ Entrevista con Carolina Sánchez, Gerente del Sector Médico, CINDE.

²⁶ Ver Anexos 1 y 2.

iv) El desarrollo de suplidores (encadenamientos) extranjeros y nacionales²⁷

Como lo muestra el Cuadro 4, Costa Rica ha logrado construir un ecosistema de proveedores muy amplio y robusto para las OEMs de dispositivos médicos, integrado por más de 120 empresas, de las cuales 75 son extranjeras y 50 costarricenses. Las empresas cumplen con exigentes estándares de calidad y certificaciones internacionales y suplen a numerosas EMNs de alta tecnología en varios de sus procesos centrales. Aunque inicialmente las empresas costarricenses que suplían al sector eran pocas y estaban concentradas en empaque y etiquetado, segmento en el que todavía hay 13 empresas nacionales y siete extranjeras, el número de firmas nacionales ha crecido en ciertos segmentos, tales como maquinado y reequipamiento (12 nacionales y nueve extranjeras), servicios y suministros para cuartos limpios (ocho nacionales y seis extranjeras), servicios de calibración (seis nacionales), químicos (cinco nacionales) y acabados especiales (cuatro nacionales). En los segmentos de polímeros, mandriles y cables, moldeo y extrusión de plástico, componentes electrónicos, neumáticos, y acabados especiales domina una mayoría de suplidores extranjeros.

Este crecimiento y posicionamiento del ecosistema de suplidores fue particularmente fuerte en el período 2013-2020 y se refleja en las estadísticas de compras locales por el total de empresas de DMs en el RZFs. Estas compras más que se duplicaron de US\$ 212 millones en 2013 a US\$ 502 millones en 2019.²⁸

¿Cómo ha logrado el país tener este robusto ecosistema de proveedores extranjeros y nacionales? Varias dinámicas explican este crecimiento, unas relacionadas con la naturaleza de las cadenas de valor de la industria de dispositivos médicos y las estrategias corporativas de las OEMs, y otras relacionadas con los esfuerzos de promoción de encadenamientos de PROCOMER y de CINDE.

Cuadro 4. Costa Rica: Ecosistema de proveedores para el sector de dispositivos médicos

<u>Moldeo y extrusión de silicona líquida</u> <ul style="list-style-type: none"> Central America Silicone Suppliers (CASS) Freudenberg Medical 	<u>Polímeros</u> (ABS, PVC, Policarbonatos, Polietilenos, Silicones, etc) <ul style="list-style-type: none"> Colorite Compounds (Tekni Plex Co.) PolyOne Nexeo 	<u>Mandriles y cables</u> <ul style="list-style-type: none"> Cregana Medical (a TE Connectivity Co) Confluent Medical Heraeus Medical
<u>Moldeo plástico y termoplástico</u> (Inyección, sobre-moldeo, moldeo de inserción, tooling) <ul style="list-style-type: none"> Electroplast Freudenberg Medical MicroTechnologies Precision Concepts SMC Ltd Viant Medical 	<u>Fabricantes por contrato de DMs</u> <ul style="list-style-type: none"> TE Connectivity Confluent Medical Freudenberg Medical Biomerics-ATL Precision Concepts SMC Ltd. Viant Medical 	<u>Recubrimientos especiales.</u> (Teflon/ Parylene, Electrodeposición) <ul style="list-style-type: none"> Fortech Precision Coating Specialty Coating Systems
<u>Extrusión plástica</u> <ul style="list-style-type: none"> Spectrum Plastics Group/Pexco Tekni-Plex/Natvar 	<u>Esterilización</u> <ul style="list-style-type: none"> Sterigenics (EO) Steris (EO/E-beam) 	<u>Agujas/Hipo Tubos</u> <ul style="list-style-type: none"> G. Rau Okay Industries Tegra Medical Theragenics/Needle Tech Utitec Medical
<u>Maquinado y herramientación</u>	<u>Componentes electrónicos</u>	<u>Empaques</u>

²⁷ El análisis detallado de esta sección fue posible gracias a las entrevistas con Marco Aragón, desarrollador de negocios para el sector de DMs de la Dirección de Encadenamientos de PROCOMER; Guillermo Zúñiga, director de Encadenamientos de PROCOMER; Silvia Campos, directora de Encadenamientos de CINDE; y Sandro Zolezzi, director de Investigación, Monitoreo y Evaluación de CINDE.

²⁸ Datos de PROCOMER.

(EDM/CNC/Swiss/Soldadura laser/molienda/estampado) <ul style="list-style-type: none"> • AKA Precision • Atemisa • DO Precision • Fema Industrial • G. Rau • IGTB Precision • Inpre • IPM • Innovative Components • Microtechnologies • Motrosa • Oberg Medical • Okay Industries • Olympic Precision Machining • PREINSA • Sertex • Taller González • TechShop • Tegra Medical • TLS Precisión • Utitec Medical 	<ul style="list-style-type: none"> • ATL • Bourns • Camtronics • Current Controls • ElectroTechnik • Future Electronics • General Microcircuits (GMI) • Huber + Suhner • L3Harris Technologies • NACS • Panduit Precision • RDF Sensors • Samtec • Smith Interconnect • Teradyne • Tico Electronics • Zollner Elektronik 	<p><u>Cajas corrugadas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • COCORISA • CORBEL • Corrugados del Guarco • Empaques Santa Ana • Forcosa • <p><u>Azafates rígidos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo Vargas • Merrill's Packaging • Nelipak • Prent <p><u>Materiales Impresos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • CONLITH • Flexigráfica • Grupo Vargas • Ludovico <p><u>Empaques Flexibles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Spectrum Plastics Group/Pexco <p><u>Etiquetas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Etipres • Grupo Vargas • ICAR • MC Logística <p><u>Cartón Doblable</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fotolit • Grupo Vargas • Impresora Delta
<p><u>Neumáticos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Automation & Industries • Cobysa • Maz Industries 	<p><u>Laminado y fundición de metales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • All Metal Casting • DIMMSA • Metales Imperio • Serpimetal 	<p><u>Hule/Espuma/Uretano</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hultec • Productos de Espuma • Proursa
<p><u>Automatización de procesos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Capris Engineering • Creativa 	<p><u>Ensamble de paneles de PC</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Camtronics • General Microcircuits (GMI) • Zollner Elektronik 	<p><u>Servicios y suministros para Cuarto Limpio</u></p> <p><u>Servicios de lavandería y limpieza</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • National Building Maintenance • SBM • VWR <p><u>Pruebas de validación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • OPIA <p><u>Pruebas de Microbiología</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lamda Lab • SCM Consultoría • SUPLILAB <p><u>Suministros</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambiderm • Empresa Montero Solano • Grupo Diez • INDUPPLY • Sauber • Thermofisher • VWR
<p><u>Servicios de calibración</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • A1 Calibration Lab • Desarrollos Latinoamericanos de Metrología Integrada • LABCAL 	<p><u>Químicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemsol S.A. • Fortech • Laboratorios Arvi • Químicos Holanda 	<p><u>Servicios de validación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • QMS • Visional Technology • PharmaBio-Serv

<ul style="list-style-type: none"> • MET-CAL • SCM Metrología y Laboratorio • Visional Technology 	<ul style="list-style-type: none"> • Sachs Chemical • Suplidora Técnica • Thermofisher Scientific • Transmerquín • VWR 	
<p>Acabados especiales (electro pulido/ enchapados/texturizado/anodizado)</p> <ul style="list-style-type: none"> • All Metal Casting • DIMMSA • Fortech • MicroFinish • Oberg Medical • Okay Industries • Olympic Precision Machining • Serpimetal • Tegra Medical • Utitec Medical 	<p>Programas VMI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valutek (suministros para cuarto limpio) • Bemis (bolsas y tapas) • Oliver-Tolas (bolsas y tapas) • Contech Medical (dispensadores de bobinas) • Interwire 	

Fuente: Elaborado con base en datos de CINDE.

Nota: suplidores en negrita son extranjeros, sin negrita son nacionales.

Como ya se explicó, con la instalación de las empresas OEMs líderes o tractoras, se da un traslado al país de una buena parte de su cadena de suministro. Esto es así por las numerosas y exigentes regulaciones y certificaciones públicas y privadas que deben cumplir todos los dispositivos médicos, lo cual tiene dos consecuencias: i) hace muy difícil y costoso para nuevas empresas ingresar en las cadenas de valor y convertirse en suplidores de las grandes empresas líderes del sector, y ii) genera estrategias corporativas de las empresas líderes con rigurosos procesos para la selección de los suplidores en sus cadenas de suministro. Una vez que se establecen esos suplidores, las relaciones tienden a ser altamente estables, fuertes y de largo plazo. Estas características de las cadenas de valor de la industria médica generan una dinámica de “líder y seguidores” en relación con las redes de producción globales de las OEMs. Cuando una OEM líder se establece en un país, es seguida por buena parte de su cadena de suministro.

A causa de esta dinámica y exigencias de las cadenas de suministro, las empresas nacionales de un país como Costa Rica inicialmente solo tienen oportunidades en segmentos de relativa baja exigencia tecnológica y de certificaciones como cierto tipo de empaques y etiquetas, y en actividades de construcción de las plantas de fabricación. El significativo desarrollo y ascenso a ciertos eslabones de las cadenas de valor de la fabricación de DMs de empresas costarricenses ha sido un proceso complejo y prolongado en el que tanto PROCOMER como CINDE han jugado un papel fundamental y evolutivo.

En los últimos 20 años, PROCOMER ha sido la principal institución a cargo del desarrollo de proveedores locales. En la mayoría del período desde el 2011 ha existido una clara división del trabajo en donde CINDE se encargaba de la etapa de atracción de inversiones y de servicios post establecimiento y PROCOMER de promover encadenamientos con empresas locales. Sin embargo, la maduración del sector de dispositivos médicos, las dinámicas productivas y tecnológicas, y las estrategias corporativas de las EMNs se han combinado de forma que PROCOMER y CINDE han tenido que adaptar sus metodologías y funciones, y sus formas de colaboración en las tareas de encadenamientos y desarrollo de proveedores. En los últimos dos años CINDE ha entrado con más fuerza en tareas de encadenamientos, de manera complementaria y en sinergia con PROCOMER. A continuación se explican la naturaleza y razones de esta evolución.

Los esfuerzos de Costa Rica y de PROCOMER en la promoción de proveedores y la creación de oferta local para las empresas del RZF se inician a finales de los años 90s. En 1997 se establece una primera iniciativa llamada Programa MIL – Mejoramiento de la Industria Local. Esta fue una iniciativa liderada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y Baxter, inspirada en el Programa LIUP – Local Industry Upgrade de

Singapur.²⁹ A partir de este primer esfuerzo, en 1999 se establece el Programa Costa Rica Provee como proyecto con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Este proyecto se institucionaliza como la Gerencia de Encadenamientos Productivos de PROCOMER en 2001. Desde entonces esta función ha tenido un desarrollo evolutivo y adaptativo según nuevas necesidades y oportunidades para la subcontratación local por parte de las empresas. Desde el 2015 esta Gerencia tiene ocho personas a tiempo completo.

La función de desarrollo de proveedores y creación de oferta ha avanzado hacia lo que se puede conceptualizar como el desarrollo de las capacidades de las empresas, tanto extranjeras como locales, y en sus respectivas cadenas de valor.

En el caso de las EMNs esto se alinea con los objetivos de promoción de exportaciones e incluye una variedad de proyectos para mejora de productos y procesos que las mismas EMNs puedan desarrollar en Costa Rica. Una línea de expansión está vinculada con la manufactura. Cuando las sedes corporativas de la EMNs están convencidas de que algunos productos y procesos se pueden hacer mejor, de forma más económica y de mejor calidad en Costa Rica, esto conduce a la expansión de líneas de manufactura de la subsidiaria local en Costa Rica y de sus exportaciones. PROCOMER trabaja en el aprovechamiento de este tipo de oportunidades con la EMNs, lo cual conduce al crecimiento de exportaciones y la creación de mayor valor en el país.

Otra línea de expansión en la que trabaja PROCOMER más recientemente es en el desarrollo de servicios relacionados con las EMNs localizadas en el país. Un tipo de servicios con potencial de crecimiento son los servicios compartidos (*shared services*) y BPO. Ya existe un importante récord de expansiones de EMNs de dispositivos médicos hacia estos segmentos, en los que Costa Rica tiene competitividad. La expansión en servicios compartidos es una ampliación de la cadena de valor de dispositivos médicos hacia adelante, dirigido al segmento de ventas y distribución, dado que ha aumentado el número de subsidiarias locales que ya tiene el permiso de la corporación para hacer mercadeo desde Costa Rica.

Otro canal y potencial de expansión es hacia servicios de I+D. Por ejemplo, Boston Scientific ha expandido el personal a esas actividades a unas 300 personas, en su mayoría ingenieros costarricenses. Son ingenieros que se han familiarizado y capacitado en resolver y mejorar procesos de manufactura y han evolucionado hacia funciones especializadas de I+D en mejora de productos y procesos. Boston Scientific está por instalar un Centro de Innovación en dispositivos médicos en el país. Y una tercera línea de expansión es la incorporación y validación de *software* en diversos dispositivos médicos.³⁰

En cuanto al desarrollo de encadenamientos y creación de oferta de las empresas locales, el trabajo de PROCOMER inicia por el lado de los compradores una vez que las EMNs se instalan. Realizan contactos con ejecutivos clave de la empresa, con la información sobre las compras e importaciones, y exploran conjuntamente la posibilidad de sustituir importaciones mediante compras locales. En esta labor con frecuencia los “desarrolladores de negocios” de PROCOMER “se encuentran con una avalancha de necesidades”.³¹ De cada empresa interesada se hace una especificación de posibilidades de compra de bienes o servicios, con filtros y requisitos bien definidos. Con base en esto el gestor de negocios de PROCOMER busca en la base de datos a los suplidores que pueden cumplir con los requisitos y filtros y le

²⁹ Entrevista con Nelson Rodríguez.

³⁰ Entrevista con funcionarios de PROCOMER.

³¹ Entrevista PROCOMER.

presenta una lista de posibles candidatos a la empresa cliente, a partir de lo cual el tema queda en manos de la empresa para su decisión/negociación.

PROCOMER también trabaja intensamente por el lado de los suplidores potenciales, en particular pymes, haciendo dos cosas: un diagnóstico estructurado o examen con seis categorías de características de la empresa (planeamiento estratégico, sostenibilidad, desempeño comercial, finanzas, procesos de producción y calidad). Si la empresa califica, entra en la base de datos de PROCOMER. Si no, no la descartan y le dan asistencia técnica para definir y aplicar un plan de acción para cerrar la brecha que la descalificó. El premio del esfuerzo de la empresa es, por supuesto, lograr encadenarse con la EMN. La aplicación de esta metodología de promoción de encadenamientos ha logrado acelerar la cantidad de empresas que califican y las ventas de las empresas locales a las empresas tractoras del sector de DMs, tal como lo muestra la duplicación de compras locales desde el 2013.³²

El esfuerzo que deben hacer las empresas locales es significativo. No se trata solo de calificar en las dimensiones del diagnóstico mencionado, y luego de pasar los estrictos filtros en materia de producción y calidad de las empresas compradoras. Las empresas líderes también tienen ciertas características en sus modelos de negocios que pueden ser una barrera. Por ejemplo, prefieren comprar bajo la modalidad de *Vendor Managed Inventory* (VMI), que significa que el vendedor es el que debe manejar el inventario y comprometerse a entregarlo justo a tiempo conforme la necesidad de la línea de producción. Evidentemente no todos los suplidores tienen la capacidad de bodegas y de logística para entrar en este tipo de arreglo. Otro requisito frecuente y costo adicional para los suplidores es tener un cuarto limpio certificado, lo cual no es una inversión baja. Un hito para un proveedor es lograr que la empresa líder lo incorpore dentro del *Bill of Materials* (BOM), o Inventario de Materiales, la lista completa de todos los materiales que se requieren para fabricar un producto. Tal incorporación en la “receta de producción” es beneficiosa porque significa que el productor queda firmemente vinculado a la producción. Sin embargo, los requisitos para este paso son aún más rigurosos.

A pesar de todos estos obstáculos y costos, el número y posicionamiento en la cadena de valor de los proveedores nacionales hacia el sector de dispositivos médicos ha aumentado gradualmente, como lo muestra el Cuadro 4. Uno de los objetivos de PROCOMER en materia de desarrollo de oferta local es inscribir suplidores costarricenses a nivel corporativo, para que de Costa Rica se abastezcan las plantas de las EMNs en varios países. Este es uno de los objetivos del Grupo de Trabajo sobre Suplidores en la nueva etapa de trabajo del sector bajo el enfoque de Clúster de Dispositivos Médicos iniciada en 2019.

Finalmente, la lenta incorporación de suplidores nacionales ha estado también relacionada con la naturaleza jerárquica de la cadena, una gobernanza en la cual la mayor parte de las decisiones sobre suplidores se toman en las oficinas corporativas sede de las EMNs y para toda la red de producción a escala mundial. Pocas decisiones de suministro están descentralizadas. Ya en 2008 Paus y Ghallagher (2008) habían señalado esta barrera e indicado que esta dinámica podía cambiar conforme iban madurando las competencias y capacidades locales, tal como se había observado en Irlanda y en Singapur, por ejemplo.³³ Efectivamente, las entrevistas realizadas para este estudio confirman una mayor flexibilidad de parte de las sedes corporativas de las OEMs en Costa Rica para subcontratar localmente. Estas empresas están abriendo procesos de licitación en ciertas áreas, en parte porque la presión competitiva y hacia el logro de eficiencias en la industria es muy fuerte y, en parte, por la necesidad de

³² El incremento de US\$ 212 millones a US\$ 502 millones en compras locales entre 2013 y 2019 también refleja, por supuesto, el crecimiento del número de empresas líderes, que en este período creció en 11 OEMs.

³³ Ver Anexo 1.

diversificar riesgos (*business continuity*) que son más altos cuando la cadena de suministro está concentrada en pocos suplidores o en una zona geográfica. Esta última tendencia es parte de los factores impulsores del *nearshoring* pospandemia, tema que se discute en la sección F.

Un desarrollo reciente de interés es la mayor entrada de CINDE en el tema de encadenamientos productivos. El objetivo se introduce como nuevo eje en la visión estratégica de la institución 2019-2022 y lleva a la creación de una Dirección de Encadenamientos. Esto responde a dos factores principales. Primero, la constatación de que los clientes de CINDE, las empresas tractoras, estaban aumentando su demanda de encadenamientos. Y segundo, el diagnóstico de que había brechas importantes y oportunidades específicas que se podían aprovechar y acelerar, las cuales formaban parte del ciclo de vida de un proyecto de inversión, por lo que era importante para CINDE incluir esas oportunidades en sus relaciones y gestiones con las empresas tractoras.³⁴

El ciclo de actividades que típicamente lleva a cabo una Agencia de Promoción de Inversiones (API) para la promoción de la IED son: visión estratégica, atracción, entrada y establecimiento, retención y expansión, encadenamientos y *spillovers*. En muchos países del mundo estas funciones están dentro de la API, pero en Costa Rica están separadas, con PROCOMER a cargo de encadenamientos, como se ha explicado. Sin embargo, a partir de la experiencia, CINDE llegó a la conclusión de que cuando se identifica un proyecto de reinversión, por ejemplo en una de sus empresas tractoras cliente, es importante determinar si tiene un potencial de encadenamiento local desde el principio (nueva línea de producción, proceso de automatización o de reingeniería) para así incorporar el concepto de “potencial encadenable” en su ciclo de promoción de inversiones. Además, al hacer la labor de atracción hacia el país, la descripción del ecosistema de proveedores en dispositivos médicos está muy desarrollado, y el conocimiento del potencial encadenable es una información fundamental que hace parte de la propuesta de valor del país.³⁵ De aquí la entrada de CINDE con más fuerza como gestor de encadenamientos, pero de manera complementaria y articulada con PROCOMER.

La literatura académica, en particular los estudios empíricos, sobre los temas tratados en esta sección está bastante retrasada con respecto a los avances reales de las cadenas productivas. Numerosos estudios internacionales han concluido que la transferencia de conocimientos a las empresas locales en economías en desarrollo a partir de la presencia de EMNs puede ser muy significativa. Para el caso de Costa Rica, Sandoval et al. (2018), usando datos para el universo de empresas formales entre 2008 y 2015, encuentran evidencia robusta de que la presencia de EMNs está positivamente correlacionada con la productividad de las empresas en Costa Rica tanto en el sector industrial como de servicios. En el sector manufacturero, las empresas proveedoras locales tiene en promedio una productividad 8% mayor que las que no tienen relación con EMNs. Y en el sector servicios la productividad es 6.4% mayor. Alfaro-Ureña, Manelici y Vasquez (2019) encuentran que cuatro años después de conectarse con cadenas de suministro de EMNs presentes en Costa Rica, las empresas locales presentan mejoras fuertes y persistentes en su desempeño, tanto en productividad como en la expansión de su fuerza de trabajo.

A pesar de su interés general, estos estudios tienen dos desventajas al extraer lecciones para el sector de dispositivos médicos: (i) no tienen un foco sectorial en dispositivos médicos, sino que usan datos de EMNs en varios sectores; y (ii) el canal de transferencia tecnológica estudiado es el de los encadenamientos hacia atrás. No incluye los diversos canales para la expansión de oferta mencionados en esta sección ni para los derrames de conocimiento (*spillovers*) más en general. Este es el tema de la próxima sección.

³⁴ El autor agradece estas precisiones a Silvia Campos, directora de Encadenamientos de CINDE.

³⁵ Según el modelo del Banco Mundial, ver Heilbron y Aranda-Larrey (2020).

v) Derrames de conocimiento (*spillovers*) y derivaciones empresariales (*business spin-offs*)

El crecimiento de las empresas en el sector de dispositivos médicos, la masa crítica de 38.000 empleos en el sector (la gran mayoría estos costarricenses), y la existencia de un robusto ecosistema de proveedores de más de 120 empresas de las cuales 50 costarricenses, sugiere que ha habido una muy significativa transferencia de conocimientos al país durante las últimas dos décadas. Se estima que el 98% de los altos ejecutivos de las empresas en el RZF y en el sector de dispositivos médicos, son costarricenses.³⁶ Algunos costarricenses han incluso escalado a puestos importantes en las sedes corporativas. La movilidad de personal entre empresas es también importante y es otro canal de transferencia de conocimientos. Y por supuesto que a mayor cantidad de empresas mayor cantidad de personas que han pasado por procesos de inducción a la firma y al puesto.

Las OEMs pioneras que se instalaron en los 90s y 2000s entrenaron a la primera generación de ejecutivos costarricenses, muchos de los cuales fueron contratados en posiciones importantes en los sectores microelectrónicos o de *software* (de empresas como Intel y Motorola, por ejemplo), y fueron entrenados en las especificidades de la industria médica. La inversión de las OEMs en entrenamiento es significativa, aunque la evidencia al respecto es principalmente anecdótica. Es frecuente que las OEMs traigan al país a técnicos y gerentes corporativos a entrenar y capacitar, dentro de las mismas empresas, vía charlas, seminarios y talleres. Es también una práctica común en algunas OEMs traer por dos o tres años a expatriados con amplia experiencia en la corporación y en la industria, quienes se convierten en otra fuente de mentorías y aprendizaje para ejecutivos costarricenses. CINDE ha facilitado un procedimiento ágil con las autoridades correspondientes para facilitar los procedimientos y autorizaciones para la traída de los llamados *Expats*.

Además, ha habido una cierta cantidad de costarricenses que ha trabajado en el sector médico y ha decidido abrir su propio negocio.³⁷

Evidencia de derrames de conocimiento para el caso de dispositivos médicos es investigada, indirectamente, por Giuliani (2008). Esta investigadora distingue entre transferencia de conocimientos a través de dos canales: los encadenamientos hacia atrás (EA) (relación suplidor-cliente) y las vinculaciones de conocimientos (VC), que se dan más por efectos de red y contactos entre profesionales y técnicos. El estudio encuentra algo relativamente inesperado y es que las VC más sólidas se dan entre las empresas de alta tecnología, incluyendo las de dispositivos médicos, y no tanto con las empresas locales. Es decir, los contactos se dan más horizontal que verticalmente. Eso se debe en parte a que para el 2008 había pocos encadenamientos hacia atrás con suplidores locales nacionales, aunque un estudio similar hoy día podría llegar a conclusiones distintas. Y también porque la proximidad tecnológica, en particular dentro de segmentos similares de la cadena de valor, hace más productivo ese tipo de contacto en términos de aprendizaje, lo que en algunos casos lleva a colaboración o iniciativas comunes aún entre competidores, según Giuliani. Como la gran mayoría de los 38.000 profesionales y técnicos en la industria de DMs del país son costarricenses, este aprendizaje y contactos horizontales lleva a la expansión de la comunidad local de expertos y sus capacidades, y puede brindarle importantes beneficios al país en términos del mayor desarrollo del sector, incluyendo eventualmente a través de *spin-offs* (derivaciones empresariales).

³⁶ CINDE.

³⁷ Información brindada en entrevistas, pero no se ha logrado tener estadísticas o casos sobre este punto.

Paus (2005) y Sánchez-Ancochea (2006), así como Giuliani (2008), afirman que este resultado sugiere que la política más apropiada para maximizar los derrames de conocimiento en sectores de alta tecnología como el de dispositivos médicos, puede ser la expansión de los recursos humanos especializados, mediante la inversión en formación técnica y universitaria, más que la promoción de encadenamientos hacia atrás. Sin embargo, como se vio en la sección de encadenamientos, estos han aumentado significativamente y hoy día estudios similares podrían llegar a conclusiones un poco diferentes a las obtenidas hace 12 años.

vi) Gobernanza y desarrollo institucional: de sector a iniciativa clúster

Aunque CINDE, PROCOMER y COMEX han jugado un importante papel de coordinación y liderazgo, hasta 2019 no existían marcos institucionalizados para convocar a los actores de la industria, y el sector privado no tenía organizaciones para representar sus necesidades colectivas.

A principios del 2019 empezó una dinámica diferente en el sector, al iniciarse la aplicación de un enfoque de clúster para el sector. Se esperan efectos positivos de este cambio en la dinámica de gobernanza y cooperación en el sector, más allá del muy valioso trabajo que en los últimos 20 años ha venido desarrollando CINDE como gran facilitador de todos los aspectos del sector:

- Hacer más visible el clúster y su contribución en términos de la política nacional de desarrollo productivo.
- Lograr más apoyo y compromiso y mejor coordinación público-pública de parte de las instituciones públicas relevantes para las iniciativas del clúster, en particular en materia de talento humano.
- Profundizar los encadenamientos y la agregación de valor de parte de los suplidores nacionales.
- Profundizar acciones para promover más valor agregado e I+D en las empresas multinacionales presentes en el clúster.

Se estableció un Comité Ejecutivo integrado por el gerente general de Edwards Lifesciences, quien lo preside, y altos ejecutivos de Allergan, Boston Scientific, ICU Medical, y AZOFRAS, además de CINDE. Se organizaron cuatro grupos de trabajo o comisiones: Talento Humano, Infraestructura, Suplidores y Seguridad Jurídica. Ya se han celebrado varias reuniones plenarias del clúster (agosto de 2019; enero de 2020 y agosto de 2020) y se cuenta con un seguimiento mensual a nivel de las comisiones.

Esta definición de Comisiones es reveladora. Ha permitido identificar los principales cuellos de botella y debilidades según el sector privado, cuya resolución promete aportar al crecimiento de las exportaciones de dispositivos médicos. En infraestructura, por ejemplo, las empresas ven obstáculos importantes de acceso físico de los cada vez más numerosos trabajadores a las principales empresas en algunas Zonas Francas. En talento humano, a pesar del avance, se siente un retraso del sector académico en responder a las necesidades y, sobre todo, en hacer una planificación para las áreas nuevas de crecimiento en temas como equipos médicos e I+D. En algunas de estas líneas de trabajo se ha hecho significativo progreso. Por ejemplo, la Comisión de Talento Humano, como se explicó, ha desarrollado un interesante trabajo cooperativo del INA con las empresas, lo que generó una Hoja de Ruta de Atención específica para el Clúster. Y la Comisión de Suplidores ha avanzado en el levantamiento de información y análisis de brechas. Además, la iniciativa clúster se ha fortalecido con el ingreso de más empresas.

E. Principales factores de éxito y lecciones

Como se explicó en la sección A, hay al menos 10 factores clave que explican el éxito de Costa Rica como localización atractiva para EMNs de alta tecnología en general: la creciente apertura comercial del país y la seguridad jurídica ofrecida por la amplia red de TLCs; los incentivos y seguridad jurídica del RZF; una fuerza de trabajo con relativas altas calificaciones e instituciones educativas y de formación vocacional con capacidad de respuesta; buen clima de inversión, incluyendo protección a la propiedad intelectual; excelente *track record* para la operación de EMNs; buena infraestructura, en particular en el centro del país; buena calidad de vida para los ejecutivos de las empresas; compromiso con la protección de los recursos naturales; localización estratégica y buena conectividad hacia Estados Unidos y hacia el resto del mundo; y políticas estables y con continuidad en materia de comercio exterior e inversiones a través de diversos gobiernos. Todos estos factores, en su mayoría macroeconómicos o transversales, han sido importantes para el desarrollo del sector de dispositivos médicos.

Tomando esto como contexto general del país, en esta sección se comentan los factores que han sido más críticos a nivel microeconómico, institucional y de gobernanza específicamente para el sector de dispositivos médicos.

- 1) El primer elemento crítico ha sido una política explícita e integral dirigida a las EMNs de dispositivos médicos para atraerlas a invertir en el país, la cual percibió claramente el potencial del país en este sector desde fines de la década de los 90s. Este documento ha distinguido cuatro etapas en el desarrollo del sector y en las estrategias institucionales utilizadas, y ha explicado en detalle cómo la política de atracción de inversiones y de servicios post-establecimiento se ha desarrollado, adaptado, revisado y sofisticado tanto para las OEM como para la cadena de suplidores que sigue a los principales suplidores de cada OEM. Se trata de un proceso evolutivo, que ha requerido de parte de las principales instituciones involucradas una comprensión profunda y sofisticada, a través de un proceso de aprendizaje y descubrimiento de la industria de dispositivos médicos a nivel mundial, de sus procesos productivos, de sus estrategias corporativas en general y específicamente de *outsourcing*, de recursos humanos y otras dimensiones. El principal mensaje al respecto es que este ha sido un tipo muy específico de política de desarrollo productivo que ha incluido una promoción y acompañamiento cercano a través de más de 20 años al desarrollo del sector, con una función intensa de resolver a tiempo los problemas, y de adaptar la visión y las metodologías de trabajo con las empresas en cada etapa a las oportunidades de la etapa siguiente. En ese sentido se puede concluir que, a pesar de que el sector solo comenzó a funcionar recientemente como Iniciativa clúster (2019), la labor de apoyo institucional de CINDE-PROCOMER-COMEX durante 20 años ha estado alineada con los principios de la gobernanza experimentalista³⁸ explicados en este trabajo.
- 2) Excelentes prácticas y capacidades en materia de atracción de inversiones y promoción de exportaciones. CINDE ha alineado sus metodologías con las mejores prácticas internacionales para una API en todo el ciclo de atracción, entrada y establecimiento, retención y expansión, encadenamientos y *spillovers*. Sus metodologías de servicios de *aftercare* han sido de clase mundial por años. Más recientemente, y en vista de que Costa Rica ha logrado desarrollar un robusto ecosistema de proveedores hacia las OEM multinacionales de más de 120 empresas, CINDE está aplicando el concepto de “potencial encadenable” como parte de la propuesta inicial

³⁸ O Adaptación Iterativa Impulsada por los Problemas (PDIA – Problem-Driven Iterative Adaptation), según la denominación del grupo de Harvard.

de valor del país. Otro elemento central de la facilitación de CINDE ha sido el mejoramiento de las capacidades nacionales de interlocución y respuesta de las instituciones públicas y académicas relevantes. Como lo ha expresado Vanessa Gibson, directora de Clima de Inversión, “uno de los efectos transformadores (de la IED) ha sido sacar a todo el mundo de la zona de confort”. Aunque aún queda un importante camino por recorrer, este mejoramiento institucional y de gobernanza en materia de interlocución, en el que CINDE ha sido central, ha sido un factor crítico de éxito y de creación de círculos virtuosos en el clima de inversión. PROCOMER, por su parte, también ha venido aplicando prácticas de clase mundial en las áreas críticas de encadenamientos y de aumento de las capacidades exportadoras de las empresas, con un enfoque integral hacia el desarrollo de las capacidades de las empresas, tanto locales como extranjeras. Este enfoque integral hacia el crecimiento de la oferta exportable se da al menos a tres niveles: la expansión de líneas de manufactura en plantas ya existentes en el país -que ha sido una fuente muy importante de crecimiento-, la expansión hacia servicios como *shared services* y BPO, y la expansión hacia I+D. La labor de facilitación de los desarrolladores de negocios de PROCOMER también ha sido clave en el crecimiento de los encadenamientos hacia atrás, y en la asistencia técnica a las empresas locales para lograr pasar los filtros necesarios para entrar en algún eslabón de la cadena de suministro de las EMNs.

- 3) El talento humano de Costa Rica, su desarrollo, competencias, bilingüismo, y la capacidad de respuesta de las entidades académicas coordinada por CINDE para mejorar su oferta en línea con las necesidades de crecimiento del sector. El recurso humano de alta productividad y costo razonable en comparación con otras localizaciones con las que Costa Rica compite, ha sido no solo un elemento crítico, sino que, en opinión de muchas empresas, el elemento más importante del atractivo de Costa Rica para la expansión del sector.
- 4) Finalmente, es de interés señalar que, a pesar de todo el avance bajo los esquemas institucionales explicados, y con instituciones como CINDE y PROCOMER en el centro de una variedad de servicios para las empresas del sector, a partir de 2019 se consideró deseable un cambio de marcha en la cooperación entre los actores del sector (empresas, entidades de gobierno y entidades académicas) y se acordó e inició una nueva etapa de gobernanza bajo el enfoque de clúster. Bajo esta nueva etapa se espera poder potenciar la interlocución y colaboración entre los actores del clúster, tanto privada-privada entre empresas, como público-privada y con el sector académico. Este último eslabón es uno que requiere de urgente fortalecimiento para que el país siga ascendiendo en la cadena de valor de la industria médica y para la transición hacia la visión más amplia de convertir a Costa Rica en un *Life-Centered Hub* (Centro de Ciencias de la Vida), tal como se explica en la sección G.

F. Impactos de la crisis del COVID-19 y sus implicaciones³⁹

La crisis del COVID-19 ha tenido impactos heterogéneos, pero en el neto beneficiosos, sobre las industrias médicas localizadas en Costa Rica. El ecosistema de proveedores de Costa Rica mostró ser robusto durante la crisis, y se benefició del hecho de que no sufrió una discontinuidad de negocios en las Zonas Francas de exportación, que contrastó con lo sucedido en algunos otros países. Esto le permitió al país posicionarse con fortaleza desde que impactó la pandemia y quedar bien en términos de confianza y continuidad de negocios de las EMNs. La disrupción inicial de cadenas de suministro estuvo asociada con China a

³⁹ Entrevistas con Carolina Sánchez, gerente del Sector Médico de CINDE en octubre, 2020 y noviembre, 2021.

principios de 2020, sin embargo, al extenderse la pandemia por todo el mundo y al ser afectadas las cadenas de suministro de varios países, las plantas de Costa Rica, que continuaron operando, fueron clave para la sostenibilidad y continuidad de las operaciones globales en países como Estados Unidos, Singapur y otros. Numerosas empresas multinacionales de dispositivos médicos aumentaron su producción en Costa Rica durante el resto de 2020 y 2021 para sustituir producción que se vio afectada en otros países. Las exportaciones de dispositivos médicos de Costa Rica aumentaron 8% de US\$3644 millones en 2019 a 3935 millones en 2020, y se estima que sobrepasarán holgadamente los 4000 millones en 2021.

Las empresas que se afectaron negativamente en el año 2020, en diverso grado, fueron aquellas que exportan productos utilizados en cirugías electivas (por ejemplo, estética, óptica, ortopedia), dado que muchas de estas cirugías fueron pospuestas con el cambio de prioridades en los hospitales y clínicas de los Estados Unidos y Europa. Sin embargo, aún para las empresas que se vieron golpeadas en 2020 la dinámica cambió en 2021 y volvieron a volúmenes comparables a los niveles prepandemia. En contraste, las ventas de equipos de protección personal⁴⁰ (tales como máscaras o tapabocas, guantes quirúrgicos, gabachas médicas), o equipos que se utilizan en las Unidades de Cuidados Intensivos (como bombas de infusión) más bien se expandieron de manera sostenida por la demanda presentada durante la pandemia.

En un sondeo hecho por CINDE entre abril y junio de 2020,⁴¹ se encontró que el 60% de las empresas dijo que el impacto de la pandemia había sido neutral, un 30% respondió que había sido positivo, y un 10% expresó un impacto negativo. Las empresas sí coincidieron en señalar que era un período de mucha incertidumbre. Algunas que tenían proyectos de inversión y expansión planeados los atrasaron.

En 2020 se estableció un grupo de trabajo integrado por funcionarios de COMEX, PROCOMER y CINDE sobre el tema del *nearshoring* que identificó un grupo de empresas que estaba valorando a Costa Rica para relocalizar algunas operaciones de Asia.⁴² Varias empresas líderes consideran un riesgo importante tener en Asia a todos o una proporción alta de sus suplidores y están estudiando las ventajas y confiabilidad de tener suplidores en otros países de América Latina, incluyendo a Costa Rica, ya sea para sustituir proveedores o para tener una segunda fuente de suministro. Sin embargo, según Carolina Sánchez de CINDE, se ha observado que el proceso de toma de decisiones corporativas en empresas multinacionales grandes con procesos de manufactura complejos toma tiempo (de dos a cinco años) y es relativamente más lenta que para el caso de empresas multinacionales de servicios, por ejemplo. Además, algunas empresas que en 2020 habían pospuesto planes de inversión en Costa Rica anunciaron en 2021 que iban a proceder con ellos.

⁴⁰ PPE: Personal Protection Equipment.

⁴¹ Información interna no publicada.

⁴² Gereffi (2020) sugiere que el escenario post-COVID-19 más probable es que muchas EMNs tendrán estrategias corporativas para evitar sobre depender de uno o dos sitios dominantes de producción y diversificar más las CGV. En el mismo sentido UNCTAD (2020) ha hecho la predicción de que el *reshoring*, la diversificación y la regionalización serán las tendencias principales de las CGV en los próximos años. Sin embargo, Miroudot (2020) sugiere que esta expectativa es prematura, y que hay otras formas de manejo de riesgo abiertas a las EMNs para promover la resiliencia de sus cadenas de suministro, que no necesariamente pasan por el *reshoring*. Por otra parte, mientras que *reshoring* significa el regreso de producción a los Estados Unidos, *nearshoring* (localización cercana) es un mecanismo de diversificación de riesgo que puede abrir oportunidades importantes para un país como Costa Rica en comparación con localizaciones en Asia.

G. Visión a futuro, y retos de crecimiento y competitividad

Costa Rica ha tenido un destacado desempeño de crecimiento en el sector de DMs, pero también en el sector electrónico y de *software*, y de servicios modernos tales como BPO y servicios compartidos. También se ha posicionado como un importante destino turístico internacional en varios segmentos de la industria turística, con una marca país muy vinculada al ecoturismo, la biodiversidad, y una vida sana y respetuosa de la naturaleza. A esto se agrega un sistema de salud que ofrece cobertura universal y servicios hospitalarios de calidad para toda la población, con un sistema de registros médicos único, que es considerado como uno de los mejores del mundo. En parte por esto existe también un importante sector de exportación de servicios globales de salud en el que el país se ha posicionado como un destino atractivo para tener una serie de procedimientos y cirugías médicas sofisticadas y de alta calidad, a un costo mucho menor que en los países desarrollados. Además, Costa Rica se precia de sus políticas de sostenibilidad en varios campos, de tener una alta proporción de energía renovable y de ser uno de los pocos países del mundo en tener un Plan Nacional de Descarbonización con visión de largo plazo.

En varios ejercicios de pensamiento estratégico llevados a cabo por diversas instancias, incluyendo CINDE, la combinación de este tipo de elementos ha llevado a una visión que apunta a desarrollar una estrategia que combine la manufactura de dispositivos médicos; la promoción de inversiones del sector farmacéutico en áreas como la investigación biomédica y clínica y el sector de servicios de salud; y la convergencia de las nuevas tecnologías como el internet de las cosas, impresión 3D y otras tecnologías de punta, la industria del bienestar y agritech. El 8 de mayo de 2020 el gobierno emitió un Decreto Presidencial que “Declara de interés público y nacional la industria médica y de bienestar y a Costa Rica como centro de bienestar, innovación y ciencias de la vida.”⁴³ Actualmente CINDE está trabajando con otras instituciones en un marco común de cómo articular esta estrategia. Esta visión propone hacer una apuesta hacia convertir al país en un *Life-Centered Hub*.⁴⁴

Los principales retos que tiene Costa Rica para el crecimiento y reposicionamiento en la cadena de valor de dispositivos médicos incluyen:

- 1) **Continuar el ascenso en la cadena de valor aumentando la participación en segmentos de mayor valor agregado.** En forma similar a lo que sucedió a fines de los 80s y principios de los 90s, período durante el cual el país concluyó que se había perdido competitividad en la producción de textiles y ropa hacia otras localizaciones intensivas en mano de obra más baratas, en la presente década el país gradualmente va a ir perdiendo competitividad en dispositivos médicos de alto volumen, bajo valor unitario e intensivos en mano de obra (además del proceso de automatización que se está dando en estos segmentos). Las oportunidades futuras estarán más en dispositivos médicos de mayor sofisticación tecnológica, menor volumen, mayor valor unitario y mayor insumo de conocimientos y mano de obra calificada. Habrá oportunidades de crecimiento en equipos de capital, y en actividades de I+D, de las cuales ya se percibe un inicio. Además, la industria médica está en un período de cambio acelerado basado en la innovación y en la convergencia tecnológica de la manufactura de dispositivos médicos con IT, *software*, internet de las cosas y otras.

⁴³ No 42334 S-COMECE-MCSP.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=91613&nValor3=121025&strTipM=TC

⁴⁴ Entrevistas con Vanessa Gibson y Carolina Sánchez.

Para avanzar en estas direcciones el país debe trabajar en varios cuellos de botella y debilidades relacionados con la infraestructura, y debe seguir dando saltos importantes en la cantidad y competencias de sus recursos humanos. La creciente e innovadora industria médica demandará competencias específicas y los recursos humanos con maestrías y doctorados en varias especialidades son esenciales para posibilitar el movimiento hacia el segmento de I+D. Hasta ahora las universidades han sido pasivas y no se han acercado lo suficiente a las empresas líderes ni a sus sedes corporativas. En el desarrollo de nuevas carreras hasta ahora ha sido principalmente CINDE quien va a buscarlas y con frecuencia no recibe la respuesta deseable. La visión de la academia en Costa Rica es diferente de la que hay en un país competidor como lo es Irlanda, por ejemplo. El trabajo en el contexto de la Iniciativa Clúster es un paso importante en términos de gobernanza y colaboración entre los diferentes actores para avanzar en estas direcciones.

- 2) **Continuar los esfuerzos integrales y complementarios de CINDE y PROCOMER para aumentar las capacidades del ecosistema de proveedores**, de empresas tanto nacionales como extranjeras.
- 3) **La capacidad nacional de interlocución y respuesta a los requerimientos de las EMNs debe continuar mejorando en todos los campos** (regulaciones, trámites, suministro de insumos públicos como electricidad, transporte y logística, recursos humanos, estudios ambientales). Los enlaces con la comunidad académica deben fortalecerse. Y también las vinculaciones con el sistema de salud de Costa Rica. Este es un frente que puede brindar grandes sinergias y que prácticamente no se ha activado aún. El sistema de salud de Costa Rica, con todas sus fortalezas, tiene mucho camino que recorrer para conectarse con la realidad, conocimientos y experticia del sector de dispositivos médicos, y viceversa.
- 4) **El ecosistema nacional de apoyo a la innovación es notoriamente débil en Costa Rica**. Los fondos disponibles para incentivar la innovación son bajos para ser atractivos para las EMNs, y los costos de tramitología son altos, con lo cual el costo de acercarse al sistema es elevado en comparación con los eventuales beneficios. Costa Rica no está bien preparada para incentivar la innovación en dispositivos médicos de la forma como lo hizo Irlanda, por ejemplo.⁴⁵
- 5) **El país debe mejorar su infraestructura de conectividad de banda ancha para poder apostar a las altas tecnologías**. Esto le permitiría suplir las necesidades de las empresas extranjeras y nacionales, así como permitir el acceso a una amplia base de la población para programas de educación y capacitación que hacen uso intensivo de las nuevas generaciones de aplicaciones, incluyendo la tecnología 5G.
- 6) **El avance hacia la visión de Life-Centered Hub requerirá un nuevo marco conceptual e institucional para su promoción**, el cual está en proceso de elaboración. Para el avance hacia esta nueva visión hay algunos segmentos en los que el país tiene fortalezas, tales como microelectrónica, salud, *software* y IT, pero hay segmentos débiles como la industria farmacéutica, en la que Costa Rica todavía no está en el mapa de las grandes empresas líderes mundiales, y una débil vinculación de la industria médica con el sistema de salud del país.
- 7) Es importante para el país **fortalecer el ecosistema de apoyo a los nuevos emprendimientos (*startups*)**, permitiendo así el nacimiento y crecimiento exitoso de *spin-offs* a partir del sector de dispositivos médicos.

⁴⁵ Ver Anexo 1.

- 8) Para la mayoría de las acciones anteriores **la Iniciativa Clúster es prometedora y por eso los actores deben asegurar su consolidación**. Actualmente no hay apoyo dedicado de gestores a tiempo completo para esta iniciativa y sus diferentes grupos de trabajo.

Anexo 1. El clúster de dispositivos médicos de Irlanda⁴⁶

Irlanda entró en la cadena mundial de DMs como centro manufacturero a principios de los 90s. Sus factores de competitividad principales fueron: proximidad y libre acceso al mercado europeo, facilidad regulatoria (certificación) para entrar al mercado europeo, y bajo costo relativo. Precisamente, la mayoría de la inversión inicial vino de Estados Unidos usando a Irlanda como plataforma para entrar al mercado europeo.

En 2006 operaban en Irlanda 18 de 24 empresas líderes de DMs y en el 2011 los DMs representaban el 8% de las exportaciones de bienes (US\$ 8.600 millones). Ya entonces el clúster había desarrollado fuertes áreas de experticia en dispositivos cardiovasculares y de control del ritmo cardiaco, ortopedia, diagnóstico y oftalmología. En 2011 el 33% de los lentes de contacto del mundo se fabricaban en Irlanda.

El empleo creció rápidamente, alcanzando 25.000 personas en el 2010 y 40.000 en 2019 (un promedio de 1.600 nuevos empleos por año). Hoy día Irlanda es el segundo empleador más grande per cápita de profesionales de tecnologías médicas de Europa, y exporta anualmente 12.600 millones de euros.⁴⁷ El país también hizo importantes avances en materia de encadenamientos. Ya desde 2012 el sector de manufactura por contrato de componentes consiste casi totalmente de empresas irlandesas.

Una lista corta de las principales ventajas competitivas de Irlanda incluye: fuerza de trabajo bien capacitada y de habla inglesa, buen ambiente de negocios, fuerte protección a la propiedad intelectual, y una API proactiva y fuerte (Irish Development Agency, IDA). Varios de estos y otros factores de competitividad fueron el resultado de un decidido apoyo del gobierno, incluyendo el desarrollo de proveedores locales, apoyado por IDA y Enterprise Ireland, a través de un programa de emprendedurismo y otro de encadenamientos desde los años 80s.

A pesar de este fuerte posicionamiento, a partir del 2006 costos crecientes e infraestructura rebasada empezaron a deteriorar la competitividad, y las subsidiarias localizadas en Irlanda sintieron la presión competitiva de otras localizaciones de bajo costo (Forfás, 2009). A partir del 2006 se da una reducción de las exportaciones de descartables de alto volumen/bajo costo, lo que significó una serie de cierres de plantas. Abbott Laboratories cerró su planta en Galway en 2007, con pérdida de 500 empleos. Allergan clausuró su planta en 2008 y se expandió en Costa Rica. Boston Scientific redujo y consolidó sus operaciones en el 2009 luego de abrir plantas en Costa Rica. Covidien siguió una estrategia similar en el 2011.

La competitividad del país requirió un mejoramiento de los productos para dejar los descartables y elevar la producción en el segmento de mayor valor agregado de productos terapéuticos e incursionar en actividades de I+D. El ascenso en la cadena de valor hacia I+D comenzó a mediados de los 2000. Estuvo liderado por EMNs y acompañado por un sector local de I+D enfocado en I+D clínico. Sin embargo, Irlanda enfrentaba varios retos en este ascenso y en los segmentos de ventas y de mercadeo.

⁴⁶ Tomado de Bamber y Gereffi (2012) con algunas actualizaciones por parte del autor.

⁴⁷ Irish Medtech Association: <https://www.ibec.ie/connect-and-learn/industries/life-sciences-and-healthcare/irish-medtech-association>

Uno de los principales retos era en el campo de los recursos humanos. Para enfrentar esta restricción, en 2007 se estableció el Grupo de Expertos sobre las Futuras Necesidades de Competencias (EGFSN). Para establecer las necesidades futuras, estos expertos investigaron las demandas de fuerza de trabajo en los clústeres líderes de los Estados Unidos, incluyendo California, Minneapolis y Massachusetts. Examinaron dos trayectorias de necesidad: una de alto crecimiento y una más conservadora. Y tomaron en cuenta las necesidades para ascender en las cadenas de valor. Identificaron tres áreas de alta demanda de fuerza de trabajo: ingeniería, técnicos y gerentes familiarizados con las necesidades de la industria en áreas como regulación. También identificaron cuatro competencias de alta demanda futura: desarrollo de productos, ingeniería de proceso y de manufactura, ingeniería de validación y el diseño de sistemas de producción automatizados. Igualmente determinaron que los programas de ingeniería del país estaban suficientemente desarrollados para cubrir la demanda, pero que tenían que enfocar más su contenido en ingeniería biomédica. El reto central estaba más bien en el desarrollo del nivel técnico/vocacional, por lo que el grupo desarrolló una estrategia de re-calificación (*upskilling*) de la fuerza de trabajo existente y de reclutamiento de técnicos de otras industrias.

El otro reto y estrategia importante fue definir las políticas para apoyar el ascenso a los segmentos de I+D, mercadeo y ventas. Las políticas aplicadas tuvieron varios frentes: IDA lanzó una campaña en el 2009 y re-enfocó su estrategia de promoción en la manufactura de alto valor e I+D con las ciencias de la vida como la más alta prioridad en la atracción de IED. Desde 2009 IDA ha ofrecido contribuciones económicas (*grants*) para incentivar a empresas extranjeras ya instaladas o potenciales para desarrollar I+D en el país. Las contribuciones pueden ser de hasta 250.000 euros (US\$ 327.000) o 50% de los costos. El fondeo disponible para la investigación puede cubrir hasta 40% de los costos, y llegar hasta 7.5 millones de euros (US\$ 9.8 millones). También se hicieron disponibles contribuciones para el entrenamiento o inversiones en nuevos equipos. Enterprise Ireland también mejoró sus apoyos para la innovación y ha llegado a tener el fondo de capital semilla más grande del país, trabajando con otras fuentes hasta llegar a un fondo combinado de US\$ 1.000 millones.

En el 2011 se lanzó el MedTech Accelerator Fund junto con dos universidades para apoyar inversiones relativamente más pequeñas. Además, en 2007 el gobierno comprometió 8.2 billones de euros (US\$ 10.700 millones) para investigación en ciencia y tecnología para un período de cinco años, financiando centros de investigación como el Instituto de Diagnóstico Biomédico enfocado en el desarrollo de dispositivos de siguiente generación. Estos centros de investigación no solo combinan a la industria y la academia, sino que proveen más oportunidades de educación a nivel de postgrado. En el 2009 hubo una serie de cambios generosos en la legislación tributaria para incentivar la I+D con reintegros tributarios de hasta 25%. Según la legislación, para patentes exitosas hasta 5 millones de euros (US\$ 6.5 millones) pueden exonerarse de impuestos sobre la renta. En general, estas iniciativas aseguran que todas las empresas, desde las *startup* locales hasta las EMNs grandes, tales como Medtronic, Stryker y Boston Scientific, puedan tener incentivos para desarrollar más actividades de I+D y tener acceso al capital humano necesario para hacerlo.

Estas políticas han tenido un alto rendimiento para Irlanda: en 2010 IDA apoyó con más de 500 millones de euros (US\$ 654 millones) las actividades de I+D de las EMNs. Entre 2007 y 2012, se dio un incremento de exportaciones de US\$ 3.000 millones y un incremento de 3000 empleos directos. Gran parte del incremento de exportaciones se dio en dispositivos terapéuticos de más alto valor, a la vez que se dio una reducción de exportaciones de productos descartables, de alto volumen y más bajo valor agregado.

Anexo 2. El Clúster de dispositivos médicos de Baja California⁴⁸

El clúster de DMs de Baja California se desarrolló a partir de principios de los 1990s a base de empresas norteamericanas que se instalaron en Tijuana para aprovechar más bajos costos, localización cerca de la frontera y el TLCAN. En 2012, había 67 plantas de DMs que empleaban a 42.000 personas y que representan el 50% de las exportaciones totales de DMs de México. Las plantas están enfocadas en manufactura y ensamble y ha habido poco progreso en ascender hacia funciones de I+D. La mayoría de los productos son descartables e instrumentos quirúrgicos. Son productos maduros, es decir, que han estado en el mercado bastante tiempo y por lo tanto plantean menos preocupaciones de propiedad intelectual.

A partir de 2005 se profundizaron políticas específicas para promover la industria, según la Ley de Competitividad y Desarrollo Económico del estado, y ese mismo año se lanzaron 15 clústeres potenciales, incluido uno para dispositivos médicos. En el 2007, con 34.500 empleados, Tijuana se había convertido en el más grande clúster de dispositivos médicos de América Latina en términos de número de empleos. Dos de los actores principales fueron PRODUCEN, un departamento de la Secretaría de Economía de Tijuana (SEDECO), y la Secretaría misma. PRODUCEN actuó como facilitador para hacer una hoja de ruta. Poco después se estableció una asociación industrial para el sector. PRODUCEN puso énfasis en dos temas: el desarrollo de capital humano y apoyo a los proveedores locales.

En 2007 el Consejo de Desarrollo Económico de Tijuana contrató un análisis de competencias para comprender mejor las necesidades de capital humano del sector de dispositivos médicos. El Estado tradicionalmente había tenido una alta inversión en educación. En 2008 tenía seis universidades con departamentos de ingeniería acreditados, que graduaban anualmente aproximadamente 680 ingenieros. Además, se establecieron colegios técnicos para responder a las necesidades de la industria. Y el clúster entró en acuerdos con las Universidades para generar el capital humano requerido.

En cuanto al apoyo a proveedores locales, los insumos locales representaban 8.2% en 2005 y aumentaron a 9.5% en 2007, sobre todo en electrónica y textiles. En el 2008 la asociación industrial comenzó un día anual de suplidores. En 2012, 230 empresas mexicanas y extranjeras participaron en el evento. A través de SEDECO se iniciaron una serie de políticas para apoyar el desarrollo de las pymes en el sector, particularmente financiamiento, las certificaciones para poder suplir a las EMNs y financiamiento para instalar cinco nuevas incubadoras de empresas y fondos para entrenamiento. El Plan Estratégico del Clúster 2012-2020 tuvo como objetivo elevar el contenido local a 20%.

Al crecimiento de la industria ayudaron tres factores: (i) un mejor clima de inversión, (ii) acceso a oferta de gerentes e ingenieros con experiencia, y (iii) un incremento en espacio de manufactura de clase mundial para alquilar en parques industriales a partir de 2008. En términos de producción el crecimiento fue principalmente el resultado de más capacidad y un crecimiento en el número de productos en las operaciones existentes, y no el resultado de moverse hacia segmentos de mayor valor agregado de la cadena de valor. El crecimiento ha estado impulsado principalmente por la expansión de operaciones intensivas en mano de obra.

⁴⁸ Tomado de Bamber y Gereffi (2012).

Anexo 3. Lista de personas entrevistadas, sector de dispositivos médicos de Costa Rica

CINDE

- Jorge Sequeira, Director General.
- Vanessa Gibson, gerente de Clima de Inversión.
- Carolina Sánchez, gerente del Sector Médico.
- Silvia Campos, gerente de Encadenamientos Productivos
- Sandro Zolezzi, director de Investigación, Monitoreo y Evaluación.
- Lucía Gross, ex gerente del Sector Médico de 2007 al 2019.
- Pilar Madrigal, directora de Investment Advisory en CINDE Nueva York.

PROCOMER

- Pedro Beirute, Gerente General.
- Micaela Mazzei, jefe de Gabinete del Gerente General, Pedro Beirute.
- David de Faría Castro, promotor de Exportaciones
- Guillermo Zúñiga, director de Encadenamientos.
- Marco Aragón, desarrollador de Negocios y Encadenamientos.
- Karina López Porras, directora de Inteligencia Comercial
- Cindy Medaglia Monge, dirección de Inteligencia Comercial

INA

- Andrés Valenciano, Presidente Ejecutivo.
- Andrés Romero, subgerente Técnico.
- Amanda Calvo Santana, asesora del subgerente Técnico y miembro de la Unidad Didáctica y Pedagógica (UDIPE).

Empresas del clúster

- Nelson Rodríguez, gerente de Producción (1993-97) y luego gerente general (1997-2001) de Baxter Healthcare. De 2001 a 2010 gerente Global de Manufactura de Baxter. Actualmente, vicepresidente Global de Manufactura de Dispositivos, de AbbVie.
- Josué Campos Peña, gerente general, Edwards Lifesciences, Cartago, Costa Rica.

Zonas Francas

- Carlos Wong, director, Asociación Nacional de Zonas Francas (AZOFRAS).

Bibliografía

- Bamber, P. Y G. Gereffi (2012) Costa Rica in the Medical Devices Global Value Chain: Opportunities for Upgrading, Center on Globalization, Governance and Competitiveness, Duke University.
https://www.researchgate.net/publication/265333160_Costa_Rica_in_the_Medical_Devices_Global_Value_Chain_Opportunities_for_Upgrading
- Beverinotti, J., J. Coj-Sam y G. Solís (eds). 2015. *Dualidad productiva y espacio de crecimiento para las Pymes en Costa Rica*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- CEPAL (2014) *Cadenas Globales de Valor y Diversificación de Exportaciones: El caso de Costa Rica*. CEPAL, Naciones Unidas.
- Crespi, G., E. Fernández-Arias y E. Stein (2014) *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*, Palgrave Macmillan y BID, Washington D.C.
- Cornick, J. (2017) “El Experimentalismo de Charles Sabel y otros métodos iterativos de gobernanza de la política pública” en Salazar-Xirinachs, J.M. and J. Cornick (eds), *Sesiones de Brainstorming en Lima: Políticas de Desarrollo Productivo, Crecimiento Inclusivo y Creación de Empleo*. OITAmericas Informes Técnicos, Núm 9, Oficina Regional de la OIT para América Latina y el Caribe, Lima, Perú.
https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_632444.pdf
- Gereffi, G. (2020) “What does the COVID-19 pandemic teach us about global value chains? The case of medical supplies”. *Journal of International Business Policy*, 3: 287-301.
- Giuliani, E. (2008) Multinational Corporations and Patterns of Local Knowledge Transfer in Costa Rican High-Tech Industries, *Development and Change* 39(3): 385-407.
- Harrington, L. (2015) *Transforming the European Medical Device Supply Chain: Adding Value and Reducing Costs*, DHL Supply Chain Limited.
- Heilbron, A. & Y. Aranda-Larrey (2020) *Strengthening Service Delivery for Investment Promotion Agencies: The Comprehensive Investor Services Framework*, World Bank Group, Washington D.C.
- Ketels, C. (2013) ‘Cluster Policy: A Guide to the State of the Debate’, in *Knowledge and Economy*. Heidelberg: Springer Publishing.
- Maffioli, A., C. Pietrobelli and R. Stucchi (eds) (2016) *The Impact Evaluation of Cluster Development Programs: Methods and Practices*. Washington, DC: Inter-American Development Bank.
- Medaglia-Monge, C y E. Mora-Alvarez (2019) Balance de las Zonas Francas: Beneficio Neto del Régimen para Costa Rica, 2014-2018. PROCOMER-COMEX-CINDE.
- Miroudot, S. (2020) “Reshaping the policy debate on the implications of COVID-19 for global supply chains”, *Journal of International Business Policy*.
- Monge-González, R. and J.M Salazar-Xirinachs (2016) *Políticas de clústeres y de desarrollo productivo en la Comunidad Autónoma del País Vasco: Lecciones para América Latina*, OITAmericas Informes

Técnicos, No 3. Available at https://www.ilo.org/americas/sala-de-prensa/WCMS_605088/lang--en/index.htm

Monge-González, R., J.M. Salazar-Xirinachs and I. Espejo-Campos (2018) *Manual para el desarrollo de clústeres basado en la experiencia internacional*. Oficina Regional de OIT para América Latina y el Caribe, Lima, Perú.

Monge-González, R (2018) *Libro blanco para una política de clústeres en Costa Rica*. Nota Técnica No IDB-TN-1474, Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y República Dominicana, Banco Interamericano de Desarrollo.

Paus, Eva. (2017) “Las estrategias de Desarrollo industrial en Costa Rica: cuando el cambio estructural y la acumulación de capacidades en el ámbito nacional divergen”, capítulo 6 en Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright (2017) editores.

Paus, Eva & Kevin Gallagher. (2008). "Missing Links: Foreign Investment and Industrial Development in Costa Rica and Mexico." *Studies in Comparative International Development (SCID)*, 43(1): 53-80.

Salazar-Xirinachs, J.M., I. Nübler, R. Kozul-Wright (2017) *Transformando Economías. Haciendo que la política industrial funcione para el crecimiento, el empleo y el desarrollo*, Plaza y Valdés, Madrid, España

Salazar-Xirinachs, J.M. (2020a) “Cluster-Based Policies: What Have We Learned?”, Chapter 52 in The Oxford Handbook on Industrial Hubs and Economic Development, Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/the-oxford-handbook-of-industrial-hubs-and-economic-development-9780198850434?cc=us&lang=en&#>

Salazar-Xirinachs, J.M. (2020b) “Hacia una estrategia microeconómica de apertura y reactivación” *El Financiero*, 24 Abril. <https://www.elfinancierocr.com/opinion/hacia-una-estrategia-microeconomica-de-salida-y/5NJ6UURKEZF3DOVH2EQFNX5P4U/story/>

Salazar-Xirinachs, J.M. (2020c) “Marcando el Norte: Una hoja de ruta para promover la reactivación con transformación”, *El Financiero*, 8 Agosto. <https://www.elfinancierocr.com/opinion/marcando-el-norte-una- hoja-de-ruta-para-promover/7FHA3XDSQ5HWRC3EPHMKEWVBFQ/story/>

Salazar-Xirinachs, J.M. (2020d) “Recomendaciones para el desarrollo productivo nacional y las regiones”, Capítulo 4 en J. Vargas-Cullel (editor) (por publicarse) *Pensar con sentido práctico: un enfoque de resolución a problemas estratégicos del desarrollo nacional*, Banco Interamericano de Desarrollo.

Volpe, C. & M. Sztajerowska (2019) *¿Cómo armar el rompecabezas de la promoción de inversiones? Un mapeo de las agencias de promoción de inversiones en América Latina y el Caribe y en los países de la OCDE*, BID, OCDE, Washington D.C.

UNCTAD (2008) *Evaluating Investment Promotion Agencies*, Investment Advisory Services, Series A, No 3. New York and Geneva.

Yehoue, Etienne B. (2009), “Clusters as a driving engine for FDI,” *Economic Modelling*, September, 26 (5), 934–945.